

INGENIERÍA BÁSICA PARA PLANTA POTABILIZADORA, EN LA LOCALIDAD DE MILPILLAS DE SANTIAGO, EN EL MUNICIPIO DE VICTORIA, GTO.

ACUERDO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN No. CEA-IMTA-2018-175



INFORME FINAL

COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA

SUBCOORDINACIÓN DE POTABILIZACIÓN

INGENIERÍA BÁSICA PARA PLANTA POTABILIZADORA, EN LA LOCALIDAD DE MILPILLAS DE SANTIAGO, EN EL MUNICIPIO DE VICTORIA, GTO.

ACUERDO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN No. CEA-IMTA-2018-175

ELABORADO POR:

IMTA

Jefe de Proyecto

Dr. Martín Piña Soberanis
Tecnólogo del Agua B Titular

Participantes

M. en I. Arturo González Herrera
Tecnólogo del Agua A Titular

M. en I. Leonel Contreras Gómez
Consultor independiente

Ing. Juan Rodríguez Castillo
Consultor independiente

CEAG

Ing. Angélica Casillas Martínez
Directora General

Ing. Javier René Pérez Zárate
Director General de Desarrollo Hidráulico

Ing. Juan Carlos Serrano Ortega
Director Técnico

Tec. Joel Alférez Rodríguez
Director de Desarrollo y Fortalecimiento de
Organismos Operadores

Área técnica que revisó:

Ing. Manuel Angel Villafaña Huerta
Jefe de Departamento de Tratamiento de
Aguas

Ing. Mónica Del Carmen Chowell Diosdado
Jefa del Departamento de Potabilización

Ing. Jorge Armando Aguiñaga Valdivia
Supervisor de Proyectos de Plantas de
Tratamiento

Q.F.B. Karla Iliana Morales Rodríguez
Especialista en Desinfección y Plantas
Potabilizadoras

CONTENIDO

1	VISITAS DE CAMPO, OBTENCIÓN Y REVISIÓN DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	1
1.1	Primera visita a Milpillas, Victoria, Gto.	1
1.1.1	Datos básicos del sistema de agua (Milpillas de Santiago)	4
1.1.2	Calidad del agua del pozo	9
1.1.3	Historial de número de tomas de agua (Milpillas de Santiago)	27
1.1.4	Reporte de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución.....	28
1.2	Segunda visita a Milpillas, Victoria, Gto.	40
2	MUESTREO Y ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CAMPO	44
2.1	Equipos utilizados	44
2.2	Tratamiento recomendado para la remoción de arsénico.....	46
2.3	Tercera visita a Milpillas, Victoria, Gto.	47
3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA POBLACIÓN.....	55
3.1	Proyección de población CONAPO/NT-011-CNA-2001	55
3.2	Método aritmético	57
3.3	Método geométrico	57
3.4	Métodos estadísticos de ajuste	58
4	MODULACIÓN Y PROYECCIONES DEL GASTO	60
4.1	Consumo	61
4.2	Demanda	61
4.3	Oferta.....	61
4.4	Proyección de la demanda.....	61
4.5	Dotación futura	64
5	DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA NOM-127-SSA1-1994 (MOD 2000).....	65
5.1	Resultados de calidad del agua	67
6	ANÁLISIS DE LOS SITIOS PARA UBICAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO	70
7	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	75
7.1	Equipo utilizado:.....	76
7.2	Metodología del trabajo.....	76
7.2.1	Protocolo de geo-referenciación.....	76
7.2.2	Descripción del método.....	76
7.2.3	Referenciación, monumentación y croquis de localización referenciado a un mismo banco de nivel	78
7.2.4	Croquis Macro-localización	78
7.2.5	Croquis Micro-localización	78
7.3	Registros, cálculos y planos.....	79
7.3.1	Ficha técnica de puntos estáticos GPS	79
7.4	Memoria fotográfica	80
8	SISTEMA DE TRATAMIENTO	90
8.1	Sitio donde se construirá la planta	90
8.2	Descripción general	90
8.3	Filtración	91
8.4	Precloración y desinfección	92
8.5	Procesamiento de los lodos y aguas de desecho.....	92

8.5.1	Recuperación de agua de lavado de filtros	92
8.6	Diagrama de flujo del proceso.....	93
9	MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO FUNCIONAL.....	96
9.1	Datos generales.....	96
9.2	Selección del número y diámetro de filtros.....	100
9.3	Dimensionamiento de filtros.....	101
9.4	Retrolavado y tratamiento de lodos.....	104
9.5	Tuberías	110
9.6	Espesores.....	113
9.7	Cárcamo de agua tratada	115
9.8	Pérdidas en toberas.....	119
9.9	Pérdidas durante la filtración.....	125
9.10	Pérdidas durante el retrolavado	130
9.11	Equipos de bombeo	136
9.12	Reactivos.....	139
9.13	Costos de operación	142
10	ANÁLISIS ECONÓMICO	147
10.1	Costos de operación	149
11	CATÁLOGO DE EVENTOS Y PRESUPUESTO	155
11.1	Costos de proyectos ejecutivos.....	155
11.2	Presupuesto estimado de los eventos.....	156
11.3	Costo de la nueva tubería de 4 pulgadas.....	158
12	ANEXOS.....	160
12.1	Resultados de calidad del agua (primer análisis)	160
12.2	Resultados de calidad del agua (segundo análisis).....	162
12.3	Diseño funcional (sistema de potabilización y tratamiento de lodos).....	169
12.4	Diseño funcional mecánico	180
12.5	Diseño hidráulico	187
12.6	Arreglo de conjunto.....	193

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1.-Minuta de reunión del 25 de mayo de 2018	3
Figura 1-2. Pozo de Milpillas	6
Figura 1-3. Malla que delimita el pozo	6
Figura 1-4. Tren de descarga del pozo de Milpillas	7
Figura 1-5. Tubería de llegada de 3" (superior) y tubería de descarga de 4" (inferior) con válvula	7
Figura 1-6. Tanque elevado de Milpillas	8
Figura 1-7. Transformador de 45 KVA del pozo de Milpillas.....	8
Figura 1-8. Caseta de cloración (derecha) y caseta de operación con arrancador (izquierda)	9
Figura 1-9. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 5-dic-2017).....	10
Figura 1-10. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 5-dic-2017, cont.).....	11
Figura 1-11. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 2-marzo-2016)	12
Figura 1-12. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 2-marzo-2016, cont.)	13
Figura 1-13. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 2-marzo-2016, cont.-2)	14
Figura 1-14. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 2-marzo-2016, cont.-3)	15
Figura 1-15. Respuesta al oficio DGDH/DDFOO/159/2018 de la CEAG.....	18
Figura 1-16. Niveles dinámicos y estático del pozo de Milpillas medidos por "COTAS".	19
Figura 1-17. Macromedidor del pozo de Milpillas (reporte de "COTAS", Sierra Gorda A.C.).....	20
Figura 1-18. Tren de descarga del pozo de Milpillas (reporte de "COTAS", Sierra Gorda A.C.).....	21
Figura 1-19. Fotografía del medidor de flujo (reporte de "COTAS", Sierra Gorda A.C.).....	22
Figura 1-20. Reporte técnico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-A	30
Figura 1-21. Reporte técnico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-B	31
Figura 1-22. Reporte fotográfico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-A	32
Figura 1-23. Reporte fotográfico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-B	33
Figura 1-24. Reporte fotográfico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-C	34
Figura 1-25. Reporte fotográfico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-D	35
Figura 1-26. Aforo del pozo de Milpillas realizado por la CEAG	36
Figura 1-27. Esquema del tren de descarga del pozo de Milpillas (CEAG).....	37
Figura 1-28. Catálogo para tubería de acero al carbono	39
Figura 1-29. Secuencia de la medición de caudal en tubería de descarga (3") del pozo Milpillas	41
Figura 1-30. Gráfica del caudal medido en equipo ultrasónico FLEXIM (Caudal promedio: 7.68 L/s).....	42
Figura 1-31. Lecturas instantáneas de flujo (pozo Milpillas)	43
Figura 2-1. Secuencia de la toma de muestras y análisis.....	45
Figura 2-2. Esquema de tratamiento para remoción de As (filtración directa).....	46
Figura 2-3. Presentación del primer informe	47
Figura 2-4. Entregables "Elemento 01" del Sistema de control de acciones de la CEAG	48
Figura 2-5. Minuta de acuerdos del 17 de octubre-2018 entre la CEAG, el H. Ayuntamiento de Victoria, la DEAPAS, el IMTA y miembros del comité de agua de Milpillas) - 1	49
Figura 2-6. Minuta de acuerdos del 17 de octubre-2018 entre la CEAG, el H. Ayuntamiento de Victoria, la DEAPAS, el IMTA y miembros del comité de agua de Milpillas) - 2.....	50
Figura 2-7. Minuta de acuerdos del 17 de octubre-2018 entre la CEAG, el H. Ayuntamiento de Victoria, la DEAPAS, el IMTA y miembros del comité de agua de Milpillas) - 3.....	51

Figura 2-8. Minuta de acuerdos del 17 de octubre-2018 entre la CEAG, el H. Ayuntamiento de Victoria, la DEAPAS, el IMTA y miembros del comité de agua de Milpillas) – 4	52
Figura 2-9. Momento del muestreo para analizar en laboratorios acreditados ante la ema.....	53
Figura 2-10. Determinación de aluminio y arsénico	54
Figura 3-1. Proyección de la población al año 2038	60
Figura 5-1. Muestreo en el pozo Milpillas para analizar los parámetros de la NOM-127	67
Figura 6-1. Pozo Milpillas, terreno alternativo y tanque elevado de mampostería.....	70
Figura 6-2. Croquis del terreno donde se construirá la planta potabilizadora (440.83 m ²).....	71
Figura 6-3. Contrato de compra-venta de terreno para ubicar la potabilizadora (página 1)	72
Figura 6-4. Contrato de compra-venta de terreno para ubicar la potabilizadora (página 2)	73
Figura 6-5. Contrato de compra-venta de terreno para ubicar la potabilizadora (página 3)	74
Figura 7-1. Localidad de Milpillas	78
Figura 7-2. coordenadas del pozo y bancos de nivel.....	79
Figura 7-3. Instalación de equipos estático y móvil en Banco de Nivel 2	80
Figura 7-4. Predio actual del pozo de agua de Milpillas	80
Figura 7-5. Predio del pozo y terreno adicional para la construcción de la planta potabilizadora	81
Figura 7-6. Banco de Nivel 1 (1720.30 msnm), sobre la válvula de expulsión de aire, en el tren de descarga del pozo	81
Figura 7-7. Iniciando el levantamiento en el tren de tubería del pozo, cadenamamiento 0+003.00	82
Figura 7-8. Banco de Nivel 2 (1719.90 msnm), punto inicial del levantamiento	82
Figura 7-9. Límite del predio del pozo, junto a la calle.....	83
Figura 7-10. Inicio de recorrido siguiendo la calle, cadenamamiento 0+040.00.....	83
Figura 7-11. Banco de Nivel 3 está sobre el pavimento representado por un clavo de acero sobre roldana	84
Figura 7-12. Siguiendo la línea de conducción, aguas abajo, cadenamamiento 0+110.00	84
Figura 7-13. Cadenamamiento 0+180.00 punto localizado sobre el concreto	85
Figura 7-14. Cadenamamiento 0+280.00, camino al tanque elevado	85
Figura 7-15. Cadenamamiento 0+680.00 (válvula de control)	86
Figura 7-16. Cadenamamiento 0+880.00, punto en el que se continuó con la estación total, ligando después los puntos con el GPS	86
Figura 7-17. Cadenamamiento 0+780.00, punto que se utilizó como liga entre el levantamiento con GPS y estación total.	87
Figura 7-18. Cadenamamiento 1+120.00, ya cerca al pozo, se realizó al siguiente día utilizando el GPS	87
Figura 7-19. Cadenamamiento 1+140.00 cambio de dirección de la tubería para subir al tanque de almacenamiento	88
Figura 7-20. Cadenamamiento 1+280.00, tubería en ascenso al tanque.....	88
Figura 7-21. Cadenamamiento 1+297.00 llegada de la tubería al tanque de almacenamiento	89
Figura 8-1. Diagrama de flujo para la potabilizadora de Pozo Milpillas	94
Figura 8-2. Arreglo de conjunto de la planta potabilizadora del pozo Milpillas	95
Figura 9-1. Configuración estándar para filtros a presión	103
Figura 9-2. Tapa toriesférica bajo el estándar DIN 28011	104
Figura 9-3. Tabla para selección de válvulas de expulsión y admisión de aire	104
Figura 9-4. Tanque clarificador cilíndrico fabricado en acero A-283 Grado C y cárcamo de lodos	109
Figura 9-5. Cárcamo de lodos, bomba neumática y filtro prensa	109
Figura 9-6. Distribución de tuberías, vista frontal de un arreglo cuadrado	112
Figura 9-7. Distribución de tuberías, vista lateral de un arreglo cuadrado	113
Figura 9-8. Diseño de la cámara de succión del cárcamo, vista de elevación	118
Figura 9-9. Diseño de la cámara de succión del cárcamo, vista en planta.....	119
Figura 9-10. Distribución de toberas en la placa del falso fondo	120



Figura 10-1. Ecuación para estimar los costos de construcción de plantas potabilizadoras similares	149
Figura 10-2. Recibo de CFE del mes de septiembre de 2018 (frente)	150
Figura 10-3. Recibo de CFE del mes de septiembre de 2018 (reverso)	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Padrón de usuarios de agua potable de Milpillas de Santiago	23
Tabla 1-2. Historial de numero de tomas en Milpillas de Santiago, Gto.	28
Tabla 1-3. Estimación del caudal del pozo de Milpillas en función de la velocidad medida	38
Tabla 1-4. Diámetro de la tubería estimado en función del caudal y velocidad medidos por la CEAG.....	38
Tabla 3-1. Población censada por el INEGI del año 1990 a 2010	55
Tabla 3-2. Proyección de CONAPO para el municipio de Victoria, de 2010 a 2030	56
Tabla 3-3. Proyecciones de población, Milpillas de Santiago, Gto.	58
Tabla 4-1. Consumo doméstico en el medio rural. CONAGUA, 2015	61
Tabla 4-2. Proyección de la demanda con datos poblacionales de CONAPO/NT-011-CNA-2001	62
Tabla 4-3. Proyección de la demanda con datos poblacionales del método aritmético	62
Tabla 4-4. Proyección de la demanda con datos poblacionales del método geométrico	63
Tabla 4-5. Proyección de la demanda con datos de la curva exponencial	63
Tabla 4-6. Promedio del consumo de agua potable estimado por clima predominante. CONAGUA, 2015	64
Tabla 5-1. Métodos para preservación de muestras.....	65
Tabla 5-2. Resultados de la Calidad del agua del pozo de Milpillas (NOM-127).....	67
Tabla 5-3. Comparación de los resultados de calidad del agua (CEAG-ABC-LACC)	68
Tabla 5-4. Resultados de arsénico y aluminio del segundo muestreo	69
Tabla 9-1 Datos generales	96
Tabla 9-2 Selección de número de filtros	101
Tabla 9-3. Dimensionamiento de filtros	101
Tabla 9-4. Retrolavado y lodos	105
Tabla 9-5. Cálculo de diámetros de tuberías	110
Tabla 9-6. Cálculo de espesores.....	113
Tabla 9-7. Cárcamo de agua tratada	115
Tabla 9-8. Pérdidas de carga en toberas	120
Tabla 9-9. Pérdidas de carga durante la filtración	125
Tabla 9-10. Pérdidas de carga durante el retrolavado	131
Tabla 9-11. Equipos de bombeo	136
Tabla 9-12. Dosificación de reactivos	140
Tabla 9-13. Costos de operación de la planta.....	142
Tabla 10-1. Costos de referencia de plantas potabilizadoras construidas	147
Tabla 10-2. Costos de operación de la planta Potabilizadora utilizando las tarifas de CFE en Milpillas (consumos).....	152
Tabla 10-3. Costos de operación de la planta Potabilizadora utilizando las tarifas de CFE en Milpillas (totales).....	153
Tabla 10-4. Costos por tomas para diferentes escenarios de aportación de cuotas.....	153
Tabla 10-5. Costos de operación de la planta potabilizadora Vs Costo actual de bombeo.	154
Tabla 11-1. Costos de proyectos de plantas construidas (1).....	155
Tabla 11-2. Costos de proyectos de plantas construidas (2).....	155
Tabla 11-3. Descripción de eventos y sub-eventos con estimación de costos.....	156
Tabla 11-4. Costo de la tubería de conducción de 4"	158
Tabla 11-5. Costo de soporte de concreto para tubería de 4"	159
Tabla 11-6. Tubería nueva de conducción de 4"	159

1 VISITAS DE CAMPO, OBTENCIÓN Y REVISIÓN DE INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

1.1 Primera visita a Milpillás, Victoria, Gto.

Fecha: 25 de mayo de 2018

Se reunieron en el H. Ayuntamiento de Victoria, Guanajuato el siguiente personal (ver Figura 1-1).

Por el IMTA:

1. Dr. Martín Piña Soberanis
2. M.I. Arturo González Herrera
3. M.I. Leonel Contreras Gómez

Por el Municipio:

1. Ing. Baltazar Zubieta Amador, Director de Ecología y Agua Potable del H. Ayuntamiento de Victoria
2. Sra. Susana López de Anda, Regidora
3. Sr. Juan Reséndiz, Regidor

Por la CEAG

1. Ing. Mónica Chowell Diosdado, jefa del Departamento de Potabilización
2. Ing. Ramón Martínez Ávalos.

La información proporcionada por el Ing. Baltazar Zubieta Amador, director del Organismo Operador del Ayuntamiento de Victoria y los miembros del Comité de Agua fueron las siguientes:

1. Número de tomas: 260
2. El pozo de Milpillás inició operación en 1991
3. Tiene una bomba sumergible que suministra caudal entre 8 y 10 L/s
4. Opera 8 horas/día
5. La desinfección se hace con hipoclorito de sodio, con bomba de diafragma, inyección en línea.

Observaciones en campo:

1. El tren de descarga tiene un manómetro que no funciona, una válvula de expulsión/admisión de aire, una válvula check, una llave de nariz para toma de muestras, y un medidor de flujo que tampoco funciona.
2. La red de distribución es abierta, una sola línea, tubería de acero de 3 pulgadas de diámetro; las tomas domiciliarias se hacen con manguera negra.
3. El transformador del pozo es de 45 KVA.
4. En la noche cuando todas las viviendas están usando la electricidad, baja el voltaje, por lo que no puede operar la bomba del pozo.

MINUTA DE LA REUNION

Lugar: Milpillas de Santiago, Victoria
Fecha de la Reunión: 25 de mayo 2018

RELATORIA:

Asistentes del IMTA.

Dr. Martín Piña Soberanis

M. I. Arturo Guadalupe Herrera

Ing. Leonel Contreras Gómez



Asistentes del municipio

Ing. Baltazar Zubieta → Director de Ecología y Agua Potable

Susana Lopez de Anda → Regidora

J. Juan Resendez → Regidor



Asistentes de CRAs

Ing. Monica Chowell Diosdado

Ing. Ramón Martínez Avalos



La reunión comenzó a las 11:00 am en el salón de cabildos del municipio, donde personal del IMTA dio a conocer los alcances del proyecto, los cuales se desarrollarán como una ingeniería funcional y ^{para mejorar} la calidad del agua. Se les solicita información relacionada al catastro, costo del pozo, horarios de operación, profundidad del pozo, nivel estático y dinámico, entre otras.

Se les explica que este proyecto es una primera etapa, pues posteriormente se tendrá que construir el proyecto ejecutivo, la construcción y la puesta en marcha.

Los regidores manifestaron la necesidad de desarrollar un proyecto de sectorización para mejorar la distribución del agua, ya que actualmente las casas más alejadas reciben menos agua.

Se hicieron los recorridos del pozo, del posible predio donde se instalará la planta, el personal del IMTA comentó que sería más conveniente comprar el predio donde se encuentra el pozo, por lo que se les solicita apoyo al municipio para tratar de liberar el predio que está a la entrada del pozo.

También se ubicó el tanque de almacenamiento, el cual tiene 10 años aprox. y una capacidad aprox. de 10m³.

Se dejó encuesta al Ing. Baltazar Zubieta para que se levantara información de la comunidad, la cual se enviará al IMTA.

[Handwritten signatures and initials]

Figura 1-1.-Minuta de reunión del 25 de mayo de 2018

La información recopilada fue la siguiente:

Para contar con una mayor información del sistema operador de Milpillas, se le entregó un cuestionario al Ing. Baltazar Zubieta Amador, Director de Ecología y Agua Potable del H. Ayuntamiento de Victoria, y la información que entregó fue la siguiente:

1.1.1 Datos básicos del sistema de agua (Milpillas de Santiago)

FECHA: 25 DE MAYO DEL 2018

1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE LA LOCALIDAD
 - Solo una fuente, pozo profundo (ver Figura 1-2)
2. CALIDAD DEL AGUA DE LA FUENTE DE ABASTECIMIENTO PARA LA CUAL SE HARÁ UNA PLANTA
 - Se anexa análisis de calidad de agua realizado por la CEAG (ver de la Figura 1-9 a la Figura 1-14)
3. CAUDAL EXTRAÍDO
 - 8.42 Litros por segundo
4. BOMBEO A TANQUE O DIRECTO A RED
 - El bombeo se realiza a un tanque superficial
5. NÚMERO DE HORAS DE OPERACIÓN
 - 6 horas diarias
6. NÚMERO DE DÍAS POR SEMANA DE OPERACIÓN
 - 6 días semanales
7. SECTORIZACIÓN, TANDEOS
 - La distribución se realiza en dos zonas, las cuales están sectorizadas
8. NÚMERO DE TOMAS DOMICILIARIAS
 - 180 tomas
9. TARIFA O CUOTA POR EL SERVICIO DE AGUA (\$/MES)
 - \$ 80.00 pesos por toma
10. RECAUDACIÓN % DE LOS QUE PAGAN REGULARMENTE
 - El 90% de los usuarios pagan regularmente
11. ESCUELAS POR NIVEL DE EDUCACIÓN
 - Preescolar, primaria, secundaria, bachillerato
12. SERVICIOS DE SALUD

- Unidad Médica de Atención Primaria a la Salud (UMAPS)
13. SERVICIO PÚBLICO
- Ruta de microbús y taxis
14. PREDIOS DISPONIBLES PARA LA POSIBLE UBICACIÓN DE LA PLANTA
- Un lote de 15 m x 20 m ubicado a 300 m del pozo de agua potable
15. INFRAESTRUCTURA DEL POZO: ARQUITECTURA, HIDRÁULICA, ELÉCTRICA
- El pozo se encuentra delimitado en su perímetro por una malla ciclónica (ver Figura 1-3), la localidad está compuesta por una fuente de abastecimiento (pozo profundo), la profundidad del pozo se estima está a 150 m, se ha obtenido un nivel estático promedio de 26 m (ver Figura 1-16); a la salida del pozo se cuenta con un tren de válvulas que actualmente está operando, pero se encuentra en condiciones malas (ver Figura 1-4). Cuenta con una línea de conducción de foga de 3" de diámetro, línea de alimentación de foga de 4" de diámetro, red de distribución de foga de 3" y un tramo de PVC del mismo diámetro (ver Figura 1-5). para el almacenamiento cuenta con un tanque superficial de 30 m³ de capacidad (ver Figura 1-6). En la fuente se cuenta con una subestación eléctrica y un transformador de 45 KVA (ver Figura 1-7). el pozo cuenta con dos casetas de operación, una en buenas condiciones que cuenta con equipo de cloración que funciona a la perfección. la segunda caseta de operación se encuentra en condiciones precarias y en ella se encuentra el arrancador del equipo de bombeo (ver Figura 1-8).
16. ENTE DEL AGUA (ORGANISMO OPERADOR MUNICIPAL, COMITÉ, JUNTA LOCAL, ETC.) Y MIEMBROS
- Comité de Agua Potable de Milpillas de Santiago
 - Presidente: J. Francisco Quevedo Arvizú
 - Secretario: Ma. Guadalupe Mata
 - Tesorero: Miguel Angel Conejo González
 - Vocal 1: Minerva Quiróz González
 - Vocal 2: Ma. Del Carmen Martínez Arvizú
 - Vocal 3: María Rosalba Ramírez Dorado
17. OTRAS ORGANIZACIONES EN LA COMUNIDAD.
- Ninguna
18. OBSERVACIONES ADICIONALES
- Ninguna



Figura 1-2. Pozo de Milpillas



Figura 1-3. Malla que delimita el pozo



Figura 1-4. Tren de descarga del pozo de Milpillas



Figura 1-5. Tubería de llegada de 3" (superior) y tubería de descarga de 4" (inferior) con válvula



Figura 1-6. Tanque elevado de Milpillas



Figura 1-7. Transformador de 45 KVA del pozo de Milpillas



Figura 1-8. Caseta de cloración (derecha) y caseta de operación con arrancador (izquierda)

1.1.2 Calidad del agua del pozo

La calidad del agua del pozo de Milpillás reportada por la Comisión Estatal de Agua del Estado de Guanajuato se muestra de la Figura 1-9 a la Figura 1-14. En la que se puede observar que el parámetro que no cumple con la Modificación al año 2000 de la NOM-127-SSA1-1994 es el arsénico con 0.056 y 0.032 mg/L de los muestreos realizados el día 5 de diciembre de 2017 y 2 de marzo de 2016 respectivamente.

También se observa un bajo y nulo nivel de cloración, propiciando que no se cumpla con la parte bacteriológica.



DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERADORES

MUNICIPIO: VICTORIA
FECHA DE MUESTREO: 5 DE DICIEMBRE DE 2017

CLAVE DE LA MUESTRA: M05051217P

POZO DE LA COMUNIDAD: Milpillas de Santiago

PARÁMETRO	RESULTADO	MÉTODO EMPLEADO	Modificación a la NOM-127-SSA-1994
Temperatura (°C)	28	Termómetro de mercurio	
pH (Unidades de pH)	7.38	Potenciométrico	6.5-8.5
Cloro residual libre (mg/L)	0.03	Colorimétrico con DPD	0.2 a 1.5
Conductividad Eléctrica (microsiemens/cm)	687	NMX-AA-093-SCFI-2000	
Color verdadero (Unidades Escala Pt-Co)	0.0	Método Hanna HI 96727	20
Turbidez (UTN)	0.42	Con Nefelómetro	5
Cloruros (mg/L)	15.78	NMX-AA-073-SCFI-2001	250
Fluoruros (mg/L)	0.78	NMX-AA-077-SCFI-2001	1.5
Sulfatos (mg/L)	39.28	NMX-AA-074-1981	400
Alcalinidad Total Como CaCO ₃ (mg/L)	286.74	NMX-AA-036-SCFI-2001	
Dureza Total Como CaCO ₃ (mg/L)	233.11	NMX-AA-072-SCFI-2001	500
Dureza por Calcio Como CaCO ₃ (mg/L)	122.95	NMX-AA-072-SCFI-2001	
Dureza por Magnesio Como CaCO ₃ (mg/L)	110.16	NMX-AA-072-SCFI-2001	
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	0.0	NMX-AA-034-SCFI-2001	
Sólidos Totales (mg/L)	436	NMX-AA-034-SCFI-2001	
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	436	NMX-AA-034-SCFI-2001	1000
Nitratos (mg/L)	1.96	NMX-AA-082-SCFI-2001	10.0
Nitritos (mg/L)	N.D	NMX-AA-099-SCFI-2006	1.0
Sustancias Activas al Azul de Metileno (mg/L)	N.D	NMX-AA-039-SCFI-2001	0.5
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	N.D	NMX-AA-026-SCFI-2001	0.5
Hierro (mg/L)	0.04	Método de la Ferantrolina	0.3
Organismos coliformes totales (Número de Colonias en 100 ml.)	1	Filtración por Membrana	Ausencia o no detectable
Organismos coliformes fecales u organismos termotolerantes (Número de Colonias en 100 ml.)	0	Filtración por Membrana	Ausencia o no detectable

Nota: N.D: significa No Detectado.
Parámetro fuera de Norma

OBSERVACIONES: La muestra se obtiene de llave de chorro en el tren de válvulas, según procedimiento indicado en la NOM-230-SSA1-2002.

Victoria Méndez Ramírez
Q.F.B. Victoria Méndez Ramírez
Jefa del Laboratorio

"Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos".
«2017. Centenario de la Constitución de Guanajuato».

2017. Año de la Innovación, la Ciencia y la Educación Superior en Guanajuato.

Autopista Guanajuato-Silao Km. 1.0 Guanajuato, Gto. C.P. 36251 Tel: (473) 735 18 00 con 12 líneas

guanajuato.gob.mx/ceag

Figura 1-9. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 5-dic-2017)



LABORATORIOS • ABC
QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS S.A. DE C.V.

Intertek + ABC Analitic
Total Quality. Assured. Veracidad que Genera Confianza.

F-IPR1-2

LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.
AV. CRUZ DEL SUR NO. 3195 INTERIOR 2-B COL. LOMAS DE LA VICTORIA C.P. 45527
Tels. (33) 3646-5550 Fax (33) 36-465550 e-mail: lababc@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx



COMISION ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO (37835)
AUTOPISTA GUANAJUATO-SILAO KM - 1 LOS ALCALDES GUANAJUATO, GUANAJUATO, 36251
Atr: Q. VICTORIA MENDEZ RAMIREZ

No. DE ORDEN: 733788
No. DE LABORATORIO: 733788-11
FOLIO: 1189937
FECHA DE EMISION: 04/01/18
Página 1 de 3



INFORME DE PRUEBAS

DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	M05051217P MILPILLAS DE SANTIAGO, MUNICIPIO DE VICTORIA
FECHA Y HORA DE MUESTREO:	05/12/2017
MUESTREADO POR:	COMISION ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
MUESTREADOR:	CARLOS RAFAEL MARQUEZ
MATRIZ:	AGUAS NATURALES / SUBTERRANEAS
OBSERVACIONES DE MUESTREO:	NINGUNA

DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA

FECHA Y HORA: 12/12/2017 10:20	No. FRASCOS: 1	PRESERVACION ADECUADA: SI
OBSERVACIONES: NINGUNA		
DESCRIPCIÓN: NINGUNA		

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO

AA	PARAMETRO	METODO ANALÍTICO	UNIDADES	RESULTADO	D	LDM	LPC	ANALIZADO	
								FECHA	AN
1.7	ALUMINIO TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	ND	1	0,00102	0,01	21/12/17	TCC
1.7	ARSENICO TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	0,056	1	0,00017	0,001	21/12/17	TCC
1.7	BARIO TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	0,083	1	0,00004	0,001	21/12/17	TCC
1.7	CADMIO TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	ND	1	0,00001	0,0005	21/12/17	TCC
1.7	CROMO TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	ND	1	0,00011	0,001	21/12/17	TCC
1.7	COBRE TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	ND	1	0,0011	0,01	21/12/17	TCC
B	DIGESTION ACIDA CON HORNO DE MICROONDAS	EPA 3015-1996	NA	REALIZADO	1	NA	NA	20/12/17	PGL
1.7	FIERRO TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	ND	1	0,00086	0,01	21/12/17	TCC
1.7	MERCURIO TOTAL	US EPA 7470A-1994	mg/L	ND	1	0,000182	0,00055	21/12/17	GVR
1.7	MANGANESO TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	ND	1	0,00009	0,001	21/12/17	TCC
1.7	SODIO TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	60,81	1	0,01767	1	21/12/17	TCC
1.7	PLOMO TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	ND	1	0,00013	0,0005	21/12/17	TCC
1.7	ZINC TOTAL	US EPA 6010C-2007	mg/L	0,0221	1	0,0009	0,01	21/12/17	TCC

OBSERVACIONES ANALITICAS: NINGUNA

En la Columna AA se indica la clave que liga con el laboratorio que realizó la prueba y el reconocimiento legal que lo ampara (ver apartado Reconocimientos Legales)

Versión 15.5

Figura 1-10. Calidad del agua de Milpillás (muestreo del 5-dic-2017, cont.)

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERADORES

MUNICIPIO: VICTORIA
FECHA DE MUESTREO: 2 DE MARZO DE 2016

CLAVE DE LA MUESTRA: M10020316P

POZO DE LA COMUNIDAD: Milpillas de Santiago

PARÁMETRO	RESULTADO	MÉTODO EMPLEADO	Modificación a la NOM-127-SSA-1994
Temperatura (°C)	25	Termómetro de mercurio	
pH (Unidades de pH)	7.56	Potenciométrico	6.5-8.5
Cloro residual libre (mg/L)	0.0	Kit "Acuality" con DPD	0.2 a 1.5
Conductividad Eléctrica (microsiemens/cm)	688	NMX-AA-093-SCFI-2000	
Color verdadero (Unidades Escala Pt-Co)	0	Método Hanna HI 96727	20
Turbidez (UTN)	0.36	Con Nefelómetro	5
Cloruros (mg/L)	10.12	NMX-AA-073-SCFI-2001	250
Fluoruros (mg/L)	0.79	NMX-AA-077-SCFI-2001	1.5
Sulfatos (mg/L)	33.86	NMX-AA-074-1981	400
Alcalinidad Total Como CaCO ₃ (mg/L)	312.73	NMX-AA-036-SCFI-2001	
Dureza Total Como CaCO ₃ (mg/L)	227.69	NMX-AA-072-SCFI-2001	500
Dureza por Calcio Como CaCO ₃ (mg/L)	139.73	NMX-AA-072-SCFI-2001	
Dureza por Magnesio Como CaCO ₃ (mg/L)	87.96	NMX-AA-072-SCFI-2001	
Sólidos Suspendedos Totales (mg/L)	1.0	NMX-AA-034-SCFI-2001	
Sólidos Totales (mg/L)	480	NMX-AA-034-SCFI-2001	
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	479	NMX-AA-034-SCFI-2001	1000
Nitratos (mg/L)	2.12	NMX-AA-082-SCFI-2001	10.0
Nitritos (mg/L)	N.D	NMX-AA-099-SCFI-2006	1.0
Sustancias Activas al Azul de Metileno (mg/L)	N.D	NMX-AA-039-SCFI-2001	0.5
Nitrógeno Amoniacal (mg/L)	N.D	NMX-AA-026-SCFI-2001	0.5
Hierro (mg/L)	0.06	Método de la Fenantrolina	0.3
Organismos coliformes totales (Número de Colonias en 100 ml.)	0	Filtración por Membrana	Ausencia o no detectable
Organismos coliformes fecales u organismos termotolerantes (Número de Colonias en 100 ml.)	0	Filtración por Membrana	Ausencia o no detectable

Nota: N.D: significa No Detectado
Parámetro fuera de Norma

OBSERVACIONES: El equipo de desinfección no se encontró funcionando, la muestra se obtiene de llave de paso en el tren de válvulas, según procedimiento indicado en la NOM-230-SSA1-2002, El pozo se encontró apagado, se enciende para tomar la muestra.


Q.F.B Victoria Méndez Ramírez Tec. Victor M. Loza Bustamante T.L.C Victor M. Hernández Martínez
Jefa del Laboratorio Analista Analista

Autopista Guanajuato-Silao Km. 1.0 Guanajuato, Gto. C.P. 36251 Tel: (473) 735 18 00 con 12 líneas
guanajuato.gob.mx/ceag

Figura 1-11. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 2-marzo-2016)

LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.
AV. CRUZ DEL SUR NO. 3195 INTERIOR 2-B COL. LOMAS DE LA VICTORIA C.P. 45527
Tels. (33) 36-465550 Fax (33) 36-465550 e-mail: lababc@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx

COMISION ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO (37835)
AUTOPISTA GUANAJUATO-SILAO KM - 1.0 LOS ALCALDES GUANAJUATO, GUANAJUATO, 36251
Atr: Q. VICTORIA MENDEZ RAMIREZ

No. DE ORDEN: 519157
No. DE LABORATORIO: 519157-3
FOLIO: 922368
FECHA DE EMISION: 28/03/16
Página 1 de 3

INFORME DE PRUEBAS

DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	POZO DE LA COMUNIDAD "MILPILLAS DE SANTIAGO" MUNICIPIO DE VICTORIA M10020316P.
FECHA Y HORA DE MUESTREO:	02/03/2016
MUESTREO POR:	COMISION ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
MUESTREADOR:	NO PROPORCIONADO
MATRIZ:	AGUAS NATURALES / SUBTERRANEAS
OBSERVACIONES DE MUESTREO:	NINGUNA

DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA

FECHA Y HORA: 12/03/2016 10:25	No. FRASCOS: 1	PRESERVACION ADECUADA: SI
OBSERVACIONES: NINGUNA		
DESCRIPCIÓN: NINGUNA		

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	D	LDM	LPC	ANALIZADO	
								FECHA	AN
1	ALUMINIO	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	ND	1	0,00102	0,0100	19/03/16	TCC
1,7	ARSENICO	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	0,03220	1	0,00017	0,0010	19/03/16	TCC
1,7	BARIO	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	0,05197	1	0,00004	0,0010	19/03/16	TCC
1,7	CADMIO	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	ND	1	0,00001	0,0005	19/03/16	TCC
1,7	CROMO	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	ND	1	0,00011	0,0010	19/03/16	TCC
1,7	COBRE	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	ND	1	0,00110	0,0100	19/03/16	TCC
B	DIGESTION ACIDA POR MICROONDAS (AP)	EPA 3015-1996	---	REALIZADO	1	NA	NA	18/03/16	AGO
1,7	FERRO	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	ND	1	0,00086	0,0100	19/03/16	TCC
1,7	MERCURIO	NOM-117-SSA1-1994/US EPA 7470A-1994 (I)	mg/L	ND	1	0,00005	0,0005	22/03/16	AGO
1,7	MANGANESO	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	ND	1	0,00009	0,0010	19/03/16	TCC
1,7	SODIO	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	32,10900	1	0,01767	1,00	19/03/16	TCC
1,7	PLOMO	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	ND	1	0,00013	0,0005	19/03/16	TCC
1,7	ZINC	NOM-117-SSA1-1994 / US EPA 6010C-2007 (I)	mg/L	ND	1	0,00090	0,0100	19/03/16	TCC

OBSERVACIONES ANALITICAS: NINGUNA

En la Columna AA se indica la clave que liga con el laboratorio que realizó la prueba y el reconocimiento legal que lo ampara (ver apartado Reconocimientos Legales)

Versión 13.0

Figura 1-12. Calidad del agua de Milpillás (muestreo del 2-marzo-2016, cont.)

ABCAnalitic



LABORATORIOS • ABC
QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS S.A. DE C.V.

F-IP1R1-2



LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.

CRUZ DEL SUR NO. 3195 INTERIOR 2-B COL. LOMAS DE LA VICTORIA C.P. 45527

Tel. (33) 36-465550 Fax (33) 36-465550 e-mail: lababc@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx

No. DE ORDEN: 519157

No. DE LABORATORIO: 519157-3

FOLIO: 922368

FECHA DE EMISIÓN: 28/03/16

Página 2 de 3

INFORME DE PRUEBAS

NOTAS EXPLICATIVAS PARA MEJOR INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

D: Dilución efectuada a la Muestra	NA: No aplica	AA: Prueba Acreditada o Aprobada (ver Tabla siguiente)	AN: Clave del Analista que realizó la prueba
ND: Significa que el resultado del analito es un valor menor al expresado en la celda LDM. Otra forma de expresión es <LDM.			NE: Análisis No Efectuado

- Para calcular la Cantidad Mínima Detectable en la muestra analizada, se debe multiplicar el LDM por la dilución efectuada (D)
- Si el resultado es mayor que el Límite de Detección del Método (LDM) y menor que el Límite Práctico de Cuantificación (LPC), debe ser tomado como estimado
- Cuando en la columna LPC se expresa ***, significa que el valor reportado corresponde a la Cantidad Mínima Cuantificable, LDM no aplica para este Método.
- En los casos en los que se reportan métodos alternos estos han sido Autorizados por la dependencia correspondiente y de acuerdo al Art. 49 de la LFMN.
 - Análisis realizado con el Método Alterno acreditado y autorizado. Método Fuente no acreditado, se reporta sólo con fines informativos.
 - Análisis realizado con el Método Alterno autorizado. Ambos Métodos (Fuente y Alterno) se encuentran acreditados.
- Los valores de las Incertidumbres Expandidas de cada uno de los parámetros reportados en este informe se encuentran a su disposición previa solicitud.

DECLARACIONES

- Este informe de Pruebas no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita y firmada por la dirección General.
- Los resultados de las pruebas reportadas fueron realizados con los métodos y procedimientos aquí asentados, y solo afectan a la muestra sometida a prueba.

En la Columna AA se indica la clave que liga con el laboratorio que realizó la prueba y el reconocimiento legal que lo ampara (ver apartado Reconocimientos Legales)

Versión 13,0

Figura 1-13. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 2-marzo-2016, cont.-2)

ABC Analitic



LABORATORIOS • ABC
QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS S.A. DE C.V.



F-IP1R-2

LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.
AV. CRUZ DEL SUR NO. 3195 INTERIOR 2-B COL. LOMAS DE LA VICTORIA C.P. 45527
Tels. (33) 36-465550 Fax (33) 36-465550 e-mail: lababc@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx

No. DE ORDEN: 519157
No. DE LABORATORIO: 519157-3
FOLIO: 922368
FECHA DE EMISIÓN: 28/03/16
Página 3 de 3

INFORME DE PRUEBAS

RECONOCIMIENTOS LEGALES (Actualizado al 09 de Diciembre del 2015)

DEPENDENCIA O INSTITUCIÓN	LABORATORIO QUE REALIZÓ LA PRUEBA Y NÚMERO DE REGISTRO, APROBACIÓN O AUTORIZACIÓN
	1 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México, Distrito Federal: Acreditación N° AG-096-020/11 - Fecha de Acreditación 2011-07-28 - Rama Agua Acreditación N° A-027-001/11 - Fecha de Acreditación 2011-08-01 - Rama Alimentos Acreditación N° R-0091-008/11 - Fecha de Acreditación 2011-07-28 - Rama Residuos
	2 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Guadalajara, Jalisco: Acreditación N° AG-072-018/11 - Fecha de Acreditación 2011-08-09 - Rama Agua
	3 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Mérida, Yucatán: Acreditación N° AG-096-028/11 S1 - Fecha de Acreditación 2014-03-25 - Rama Agua
	4 LABORATORIO FERMI, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México, Distrito Federal: Acreditación N° A-0352-029/12 - Fecha de Acreditación 2012-02-16 - Rama Alimentos
	5 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Tijuana, Baja California: Acreditación N° AG-0083-012/11 - Fecha de Acreditación 2011-09-01 - Rama Agua
	6 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Monterrey, Nuevo León: Acreditación N° AG-176-031/12 - Fecha de Acreditación 2012-12-10 - Rama Agua
<p>COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS</p>	19 LABORATORIO FERMI, SA DE CV - Laboratorio Monterrey, Nuevo León: Acreditación N° A-189-018/12 - Fecha de Acreditación 2012-12-11 - Rama Alimentos
	21 GAMATEK, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Monterrey, Nuevo León: Acreditación No. FF-0020-001/12 - Fecha de Acreditación 2012-02-24 - Rama Fuentes Fijas. Acreditación No. AL- 0035-004/12 - Fecha de Acreditación 2012-02-07 - Rama Ambiente Laboral. Acreditaciones otorgadas por la Entidad Mexicana de Acreditación, AC, bajo la norma NMX-EC-17025-IMNC-2006 (ISO/IEC 17025-2005): "Requisitos Generales para la Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración"
	7 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México, Distrito Federal: Tercero Autorizado como Laboratorio de Pruebas - Autorización N° TA-12-14 - Vigencia del 2014-02-13 al 2015-06-13 - Rama Alimentos
<p>COMISION NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA)</p>	8 LABORATORIO FERMI, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México, Distrito Federal: Tercero Autorizado como Laboratorio de Pruebas - Autorización N° TA-19-13 - Vigencia del 2013-06-13 al 2015-06-13 - Rama Alimentos
	9 LABORATORIO FERMI, SA DE CV - Laboratorio Mérida, Yucatán: Tercero Autorizado como Laboratorio de Pruebas - Autorización N° TA-58-14 - Vigencia del 2014-11-13 al 2016-11-13 - Rama Alimentos.
	10 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Tijuana, Baja California: Tercero Autorizado como Laboratorio de Pruebas - Número TA-98-11 - Vigencia del 2011-12-05 al 2013-12-05 Renovación en Trámite - Rama Alimentos
	11 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México, Distrito Federal: Aprobación N° CNA-GCA-1231 - Vigencia del 2015-08-13 al 2017-08-24 - Rama Agua
	12 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Guadalajara, Jalisco: Aprobación N° CNA-GCA-1223 - Vigencia del 2015-08-13 al 2017-02-26 - Rama Agua
<p>PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE (PROFEPA)</p>	13 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Mérida, Yucatán: Aprobación N° CNA-GCA-1225 - Vigencia del 2015-08-13 al 2016-05-21 - Rama Agua
	14 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Tijuana, Baja California: Aprobación N° CNA-GCA-1230 - Vigencia del 2015-08-13 al 2017-09-24 - Rama Agua
	15 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Monterrey, Nuevo León: Aprobación N° CNA-GCA-1236 - Vigencia del 2015-09-08 al 2016-11-20 - Rama Agua
	16 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México, Distrito Federal: Aprobación N° PFFPA-APR-LP-RS-002MS/2014 - Vigencia del 2014-06-23 al 2018-06-23 - Rama Suelos (Muestreo) Aprobación N° PFFPA-APR-LP-RS-002MR/2014 - Vigencia 2014-06-19 al 2016-06-19 - Rama Residuos (Muestreo) Aprobación N° PFFPA-APR-LP-RS-002A/2014 - Vigencia 2014-06-11 al 2018-06-11 - Rama Suelos y Residuos (Análisis)
<p>GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL</p>	22 GAMATEK, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Monterrey, Nuevo León: Aprobación No. PFFPA-APR-LP-FF-07/2013 - Vigencia del 2013-05-08 al 2016-02-24
	17 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México, Distrito Federal: Registro N° PADLA/DFCA/038/AAR - Vigencia del 2015-01-28 al 2016-01-28 - Norma NADF-015-AGUA-2009 - Rama Agua
<p>GOBIERNOS DEL ESTADO DE MEXICO Y QUERÉTARO</p>	18 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México, Distrito Federal: Registro N° MEX/QRO/REDLAMB/06A/EMER/2012-2013 - Vigencia del 2012-04-01 al 2013-04-01 - Rama Fuentes Fijas Los Gobiernos del Estado de México y Querétaro no han vuelto a publicar una Convocatoria para formar parte de la Red de Laboratorios Ambientales. La última Convocatoria fue el 2011-11-25. Se desconoce si se emitirá una nueva Convocatoria.
<p>GOBIERNO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA</p>	20 LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, SA DE CV - Laboratorio Tijuana, Baja California: Registro No. SPA-LAMB-002/04 Vigencia del 2015-05-28 a la próxima convocatoria - Rama Fuentes Fijas y Agua
<p>SECRETARÍA DEL TRABAJO Y PREVISIÓN SOCIAL</p>	23 GAMATEK, SA DE CV - Laboratorio Matriz - Monterrey, Nuevo León: Aprobación No. LPSTPS-029/14 - Vigencia a partir de 2014-10-15
<p>Notas para casos especiales</p>	A Prueba no acreditada ni autorizada o aprobada por alguna institución o dependencia, sin embargo el análisis se realiza de acuerdo a los requerimientos de nuestro Sistema Integrado de Gestión de Calidad, Responsabilidad Social y Tecnología, el cual está basado en la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006. B Parámetro que por ser una preparación de muestra no requiere ser acreditado, ni aprobado o autorizado, de acuerdo con los procedimientos internos tanto de la emsa s.c., como de las respectivas dependencias gubernamentales. Estas preparaciones son parte del proceso analítico. C El resultado reportado en este parámetro profana de un análisis que involucra resultados de otros parámetros que si fueron analizados en la muestra. No se indica ningún reconocimiento ya que esto aplica sólo para los parámetros que se cuantifican a través de una prueba.

Los resultados de las pruebas reportadas, fueron realizados con los métodos y procedimientos aquí asentados.

I.Q. ERNESTO SEGURA GARZA
GERENTE DE REGIÓN CENTRO
REPRESENTANTE AUTORIZADO

En la Columna AA se indica la clave que liga con el laboratorio que realizó la prueba y el reconocimiento legal que lo ampara (ver apartado Reconocimientos Legales)

Versión 13,0

Figura 1-14. Calidad del agua de Milpillas (muestreo del 2-marzo-2016, cont.-3)

A través de la Dirección General de Desarrollo Hidráulico de la CEAG, mediante oficio DGDH/DDFOO/159/2018, se solicitó al H. Ayuntamiento de Victoria, mayor información del pozo de Milpillas, como los niveles estático y dinámico, profundidad de la bomba, curva característica de la bomba, características de la bomba, número de tomas actuales e histórico y mediciones históricas, las respuestas se muestran en el oficio de la Figura 1-15.

En el reporte que presentó la empresa “COTAS” Sierra Gorda A.C., hay una incongruencia en el nivel estático reportado en el año 2014, ya que reportan un nivel mayor en lluvias, además de que la empresa presentó una tabla incompleta de piezometrías de los últimos 5 años. Como interpretación general de los pocos datos reportados, se puede establecer que el pozo de Milpillas de Santiago no ha presentado abatimiento en cinco años (ver Figura 1-16).

"2018. AÑO DE MANUEL DOBLADO, FORJADOR DE LA PATRIA"
**DEPENDENCIA: DIRECCIÓN DE ECOLOGÍA, AGUA POTABLE
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO
OFICIO No. 142/ PMVG-DEAPaYS/2017
ASUNTO: RESPUESTA A OFICIO**

**ING. JAVIER RENÉ PÉREZ ZÁRATE
DIRECTOR GENERAL DE DESARROLLO
HIDRÁULICO DE LA CEA
GUANAJUATO, GTO.
PRESENTE:**

El que suscribe **Ing. Baltazar Zubieta Amador**, - **Director de Ecología, Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento** Me permito dirigirme a usted de la manera más atenta y respetuosa para dar respuesta a oficio no. DGDH/DDFOO/159/2018, donde solicitan información requerida para la continuidad del proyecto "Ingeniería Básica de la planta potabilizadora de la localidad de Milpillas de Santiago. Al respecto le comento lo siguiente:

- **Nivel estático y dinámico del pozo de agua potable.** Se cuenta con un reporte emitido por el COTAS sierra gorda, que nos apoya con estos datos (anexado).
- **Profundidad a la que se encuentra la bomba actualmente.** Este dato se desconoce, no se cuenta con información en archivo y el comité de agua potable de la localidad tampoco tiene datos.
- **Curva característica de la bomba.** Se desconoce esta información ya que no se cuenta con datos del equipo de bombeo.
- **Características de la bomba.** Se desconoce esta información ya que no se cuenta con datos del equipo de bombeo.
- **Número de tomas actualmente.** Anexado el padrón de usuarios facilitado por el comité de agua potable.
- **Histórico del número de tomas.** Anexado
- **Mediciones históricas.** No se cuenta con un registro histórico de la producción del pozo.



Para cualquier duda, favor de comunicarse con el Ing. Baltazar Zubieta Amador, Director de Ecología, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, en el numero móvil 4192708179, así como al correo electrónico b_zubieta@victoria.gob.mx o bien al tel. 4192343100.

Sin más por el momento, me reitero a sus órdenes.

ATENTAMENTE
VICTORIA SOMOS TODOS
VICTORIA, GTO., A 18 DE JUNIO DE 2018



ING. BALTAZAR ZUBIETA AMADOR
DIRECTOR DE ECOLOGIA, AGUA POTABLE,
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO.

C.C.P. Archivo
C.C.P.-Lic. Héctor Teodoro Montes Estrada.- Presidente Municipal de Victoria, conocimiento
C.C.P.-Tec. Joel Alferez Rodriguez.- Director de Desarrollo y Fortalecimiento de O.O., conocimiento
C.C.P.-Ing. Mónica del Carmen Chowell Diosdado, Jefa de departamento de potabilización, conocimiento

BZA/mm



Consejo Técnico de Aguas de Sierra Gorda, A. C.
Calle Hidalgo No. 2
Zona Centro, Victoria, Gto.
C. P. 37920
Teléfono: 419 2 93 90 66

COTAS, SIERRA GORDA, A.C./OFICIO No 2017_0030
Victoria, Gto., 03 de Noviembre del 2017.
Asunto: el que se indica.

ING. BALTAZAR ZUBIETA AMADOR
Director DE DEAPaYS.
PRESENTE.

En respuesta a su Oficio N°2437PMVG-DEAPaYS/2017 del 01 de Noviembre del 2017 girado por la Dirección de Ecología, Agua potable Alcantarillado y Saneamiento. Donde se nos solicita se especifiquen Las piezometricas de 5 años atrás hasta la fecha del pozo Milpilllas de Santiago.

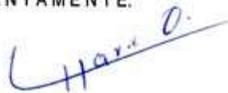
Años	Secas		Lluvias	
	Estático	Dinámico	Estático	Dinámico
2013		26		
2014	12.5		18	
2015	26		23	
2016			22	34
2017			23.5	36.5

Cabe hacer mención que la lectura se realizó el día 03 de Noviembre de 2017

Observaciones: No funciona Macro medidor de agua, no cuenta con válvula contra golpe de ariete, existe una fuga muy grande en el primer tubo galvanizado en la línea de conducción. Le agradeceríamos apoyara al comité de agua potable de la comunidad para subsanar estas observaciones, anexamos fotografías.

Sin más por el momento y en espera de su valiosa consideración, me despido con un cordial saludo.

ATENTAMENTE:



ING. SAVADOR CHARRE OTERO
GERENTE DELCONSEJO TÉCNICO DE AGUAS DE SIERRA GORDA A.C.

COTAS-WD-11-2017-CSG

Figura 1-16. Niveles dinámicos y estático del pozo de Milpilllas medidos por "COTAS".



Consejo Técnico de Aguas de Sierra Gorda, A. C.
Calle Hidalgo No. 2
Zona Centro, Victoria, Gto.
C. P. 37920
Teléfono: 419 2 93 90 66



-WD-11-2017-CSG

Figura 1-17. Macromedidor del pozo de Milpillas (reporte de “COTAS”, Sierra Gorda A.C.)



Consejo Técnico de Aguas de Sierra Gorda, A. C.
Calle Hidalgo No. 2
Zona Centro, Victoria, Gto.
C. P. 37920
Teléfono: 419 2 93 90 66



COTAS-WD-11-2017-CSG

Figura 1-18. Tren de descarga del pozo de Milpillas (reporte de “COTAS”, Sierra Gorda A.C.)



Consejo Técnico de Aguas de Sierra Gorda, A. C.
Calle Hidalgo No. 2
Zona Centro, Victoria, Gto.
C. P. 37920
Teléfono: 419 2 93 90 66



COTAS-WD-11-2017-CSG

Figura 1-19. Fotografía del medidor de flujo (reporte de “COTAS”, Sierra Gorda A.C.).

El padrón de usuarios reportado en el oficio No. 142/PMVG-DEAPAyS/2017 (ver Figura 1-15) fue de 193 usuarios (ver Tabla 1-1), dato que difiere de la primera información reportada que fue de

180 tomas en la localidad de Milpillas, Municipio de Victoria. Para fines de cálculo se consideran las 193 tomas.

Tabla 1-1. Padrón de usuarios de agua potable de Milpillas de Santiago

Número	NOMBRE
1	Miguel A. Conejo González
2	Juana Conejo Martínez
3	María del Refugio Arviu
4	J. Trinidad Martínez Colín
5	Adela Mendieta
6	Héctor Mendieta
7	Yolanda Guerrero
8	Ma. Carmen Reséndiz
9	Celestino Rodríguez
10	Felipe Santos
11	Juliana Casas
12	María Lourdes Vázquez
13	Lidio Guerrero
14	María Isabel Casas
15	Irlanda Quiroz
16	Santiago García
17	María Silvia Quevedo
18	Felicitas García Ramírez
19	Cirilo Zarate
20	Sarita García
21	Miguel García
22	Macrina García
23	Concepción González Cruz
24	Eufrocina Martínez
25	Flor de María Reséndiz
26	Camilo San Juan García
27	Cecilia López Ramírez
28	Victoria López Ramírez
29	Martín López
30	Isidro López
31	Jorge Javier Chávez
32	María Isabel López
33	Albértico Quevedo
34	Alba Nieto
35	Margarita Rodríguez
36	Pedro Conejo González
37	Víctor Huevo Reséndiz A.
38	J. Luis Quiroz Arvizu

Número	NOMBRE
39	Miguel Vázquez
40	Guillermo Reséndiz
41	Camilo San Juan García
42	Alicia García Vizcaíno
43	Noé Casas Guerrero
44	Eleazar Arvizu Conejo
45	Martín Arvizu Mata
46	Desiderio Casas X
47	Erasmus Casas López
48	Pedro Reséndiz 1/2 toma
49	Lidia Quiroz Vázquez
50	Inocencio Quiroz Rocha
51	Clara Vázquez
52	Margariata Ángeles Zarate
53	Graciela Reséndiz Martínez
54	Rubice Casas Quiroz
55	María Diana Reséndiz Mtz.
56	Margarita Durán López
57	Juvencio Ramíres Dorado
58	Juan Quiroz Guerrero
59	J. Guadalupe Dorado Quiroz
60	Silvia Dorado Quiroz
61	Joel López Vázquez
62	Gerardo Quiroz Arvizu
63	Juan Carlos Dorado
64	Evodio Amador Vázquez
65	Claudio López Dorado
66	Melecio Amador Vázquez
67	María Marcelina Guerrero Vázquez
68	Sandra Arvizu Quiroz
69	Gonzalo Arvizu Quiroz
70	Gilberto Arvizu Quiroz
71	Consuelo Quiroz García
72	Leonor Quiroz Reséndiz
73	Aurelia Quiroz Reséndiz
74	Iganacio López García
75	J. Carmen García García
76	Teresa Arvizu Rincón
77	Lidia Quiroz Vázquez
78	Isaac Vázquez Casas
79	Beatriz Vázquez Quiroz
80	Antelmo Vázquez Quevedo
81	Rubén Quiroz Vázquez

Número	NOMBRE
82	Trinidad Quiroz
83	Guillermo Reséndiz
84	Severiano Casas Mendieta
85	Blanca Espinola Copado
86	J. Martin Reséndiz García
87	J. Gabriel Casas
88	Guadalupe Reséndiz
89	Teresa Arvizu
90	Miguel Vázquez
91	Ma. De los Angeles Arvizu Ricón
92	Micaelea Arvizu Ricón
93	Jorge Vázquez
94	Francisco Vázquez
95	J. Juan Arvizu Rincón
96	J. Rogelio Suárez
97	J. Juan Suárez
98	Hermilo Suárez
99	Guadalupe González
100	Juvenio Suárez
101	Erendira González
102	Ignacio López
103	J. José García
104	Inocencio Quiroz Rocha
105	Eva Reséndiz
106	Cimplicio Dorado
107	Rodrigo Vázquez
108	Dolores Guerrero
109	Hipolito Quiroz
110	Inocencio Quiroz Reséndiz
111	Guadalupe Dorado Vázquez
112	Desiderio Dorado
113	Alejandro Espinola
114	René Reséndiz
115	Ramiro Amador
116	Angelica Casas
117	Juan Rincón
118	Hilario Quevedo
119	Rodolfo Quevedo
120	Raúl Quevedo
121	Maribel Zarazúa
122	Roberto Casas
123	Elvira Arredondo
124	Concepción Casas

Número	NOMBRE
125	Juliana Martínez
126	Paz Ramírez
127	Maricela Quiroz
128	Juan Reséndiz
129	Guadalupe Mata
130	Guadalupe Mendita
131	Lourdes Dorado
132	Alicia Zarazúa
133	Carmelo Zarazúa
134	María López
135	Jesús Dorado
136	Cipriano Casas
137	Samuel Ramírez
138	Alfonso Arvízu
139	Demecio Ramírez
140	Francisco Quevedo
141	Santiago Quevedo
142	Tehua Quiroz
143	Belem Vázquez
144	José Luis Quevedo
145	Gudelia Quevedo
146	Martín Zarazúa
147	Abraham López
148	Joel Quiroz
149	Miguel Ramírez
150	Adalberto Dorado
151	Iván Casas
152	Adela Amador
153	Guadalupe Olvera
154	María del Carmen V
155	Filiberto Casas
156	Alberto Dorado Casas
157	Rosalba Ramírez Dorado
158	Lucía Dorado Vázquez
159	Arturo Reséndiz Martínez
160	Cristino Martínez Casas
161	Rogelio Arvízu Quevedo
162	Angela Martínez Salinas
163	Fabiola Mendita García
164	Raquel Ramírez Mendieta
165	Ramiro Zarazúa Reséndiz
166	Roberto Zarazúa Reséndiz
167	J. Carmen Zarazúa Reséndiz

Número	NOMBRE
168	J. Alfredo Zarazúa Reséndiz
169	Juanita Dorado Mejía
170	Juán Pablo Camacho Dorado
171	Alfonso Casas López
172	María Guadalupe Quevedo
173	Paulo Ramírez Casas
174	Amado Ramírez Morales
175	Javier Vizcaya Casas
176	Emilio Guerrero Reséndiz
177	Ana Casas Casas
178	Virginia Casas López
179	Salvador Casas López
180	Reginaldo Arvízu
181	Mayola Ramírez Dorado
182	Juan Montoya
183	Josefa Reséndiz Mendieta
184	Regina Contreras
185	Gloria Ramírez
186	Armando Quevedo López
187	Juan Gabriel Rincón
188	Catalina Granados Espinola
189	Juan Casas Casas
190	J. Inés Arvízu Prado
191	Zenaida Arvízu Velázquez
192	Alfonso Reséndiz
193	Paula Suárez Ramírez

1.1.3 Historial de número de tomas de agua (Milpillas de Santiago)

El historial de numero de tomas de los últimos 10 años en la localidad de Milpillas de Santiago reportado por la dirección de Ecología, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Victoria, Guanajuato mediante oficio No. 142/PMVG-DEAPAyS/2017, se muestra la Tabla 1-2, donde se menciona que en el presente año (2018), la comunidad de Milpillas cuenta con 193 tomas, dato que concuerda con lo reportado en la Tabla 1-1.

Tabla 1-2. Historial de numero de tomas en Milpillas de Santiago, Gto.

Número	Año	Número de tomas
1	2018	193
2	2017	189
3	2016	184
4	2015	179
5	2014	174
6	2013	168
7	2012	164
8	2011	158
9	2010	154
10	2009	149

1.1.4 Reporte de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución

El reporte que presentó la Dirección General de Desarrollo Hidráulico, Dirección de Desarrollo y Fortalecimiento de Organismos Operadores, Departamento de Eficiencia Física de la CEAG, sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas realizado en febrero del año 2016 (ver Figura 1-20 y Figura 1-21), utilizó como base un número de 250 tomas domiciliarias, que difiere a las 184 tomas reportadas (año 2016) por el director de Ecología, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Victoria, Guanajuato mediante oficio No. 142/PMVG-DEAPaYS/2017. Tampoco muestra la metodología que utilizaron para estimar una proyección de población de 953 habitantes, no especifican el tiempo de la proyección, considerando que el censo del año 2010 del INEGI fue de 793 habitantes. Por otro lado, tampoco muestran los datos del aforo del pozo, la fecha en que se midió, el método y equipos utilizados, solo establecen un caudal 8.42 L/s (dato que difiere de un aforo realizado el 19 de febrero del 2016, donde el caudal promedio medido fue de 7.85 L/s, ver Figura 1-26), con un periodo de operación de 6 horas, lo que justamente resulta en un volumen diario de extracción de 181,872 litros y considerando una población de 953 habitantes se tiene una dotación de 190.84 Litros/habitantes-día.

Realizaron varias observaciones sobre la infraestructura del sistema de distribución de agua, resumiendo se puede decir lo siguiente:

- Tiene dos tuberías de hierro galvanizado, una de 3” para la conducción del agua del pozo hacia el tanque elevado y otra de 4” que baja del pozo.
- Dos tramos de tubería de 3” para la distribución a la población, una de hierro galvanizado y otra de PVC.
- Tanque elevado de mampostería de 30 m³ de capacidad.
- Las tomas domiciliarias no cuentan con una estructura adecuada (ramales de gran longitud).
- Tandean la distribución del agua y la misma tubería de distribución tiene una zona central de 150 metros que siempre tiene agua.

-
- La información obtenida fue de forma verbal, de la Sra. Blanca Quevedo, quien opera el pozo.
 - No hay problema de disponibilidad del agua, hay capacidad para no tandearla.
 - Existe gastos excesivos y desperdicios de agua en algunas viviendas, lo que provoca que los usuarios más alejados no cuenten con un servicio adecuado y otros sufran desabasto.
 - No todos pagan el servicio.
 - Existen tomas con más de una vivienda.
 - Recomiendan hacer un video para verificar el estado físico de la estructura del pozo.
 - Recomiendan reparar el tren de descarga del pozo, ya que el manómetro y el flujómetro no funcionan.

Por otro lado, la CEAG elaboró un reporte el 19 de febrero del año 2016 sobre el aforo del pozo de Milpillas (ver Figura 1-26), donde se observa que el gasto promedio es de 7.85 litros por segundo y una velocidad media de 1.56 metros sobre segundo. También entregó un esquema del tren de descarga del mismo pozo, el cual se describe en la Figura 1-27.

Comisión Estatal del Agua de Guanajuato
Dirección General de Desarrollo Hidráulico
Dirección de Desarrollo y Fortalecimiento
de Organismos Operadores
Departamento de Eficiencia Física

Municipio: Victoria, Gto.
Localidades: Milpillas de Santiago
Núm. Tomas registradas: 250
Hacinamiento promedio: 3.81 Hab./Fam
Población estimada: 953 Hab
Caudal de bombeo actual¹ 8.42 lps
Periodo de operación¹ 6 horas
Análisis del caudal extraído 181,872 litros/día
Dotación real 191 litros/habitante/día
Fecha de atención: 09/02/2016
Dotación teórica 150 L/H/D

INEGI 2010

Localidad	Población	VivHab	TotViv	Hacinamiento
Milpillas de Santiago	793	208	293	3.81

Localidad	Núm Tomas	Pob Estimada	Qma (lps)	Qmd (lps)	Qmh (lps)	PerOper (hrs)	Qrb (lps)
Milpillas de Santiago	250	953	1.65	2.32	3.13	6.50	8.55
Total	250	953	1.65	2.32	3.13		

Comentarios Generales

Se realizó visita a la localidad de Milpillas de Santiago, perteneciente al municipio de Victoria, Gto., en atención a la petición realizada por el Lic. Héctor Teodoro Montes Estrada Presidente Municipal de Victoria, Gto., mediante oficio No. PMV/DP/034/2016 en el cual solicita realizar un diagnóstico de la red de agua potable, lo anterior a razón de solicitud de los encargados de el sistema de agua potable de la localidad de Milpillas de Santiago. La localidad de acuerdo al CENSO de población realizado por INEGI para el año de 2010 contaba con una población de 793 habitantes, 208 viviendas habitadas, con un total de 293 viviendas y un hacinamiento por vivienda promedio de 3.81 habitantes.

Aspectos Generales del Sistema:

La infraestructura hidráulica con que se cuenta actualmente en el sistema de agua potable de la localidad está compuesta por una fuente de abastecimiento (Pozo profundo) profundidad del pozo se estima esta a 150 metros y se obtuvo un nivel estático de 26.00 metros, línea de conducción en fierro galvanizado de tres pulgadas de diámetro, línea de alimentación de cuatro pulgadas de diámetro, red de distribución en

Figura 1-20. Reporte técnico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-A



Comisión Estatal del Agua de Guanajuato
Dirección General de Desarrollo Hidráulico
Dirección de Desarrollo y Fortalecimiento
de Organismos Operadores
Departamento de Eficiencia Física

material de fierro galvanizado en 3" de diámetro y un tramo de PVC del mismo diámetro, el almacenamiento es por medio de un tanque superficial de mampostería de 30 m³ de capacidad y su estructura presenta buen estado físico. Las tomas domiciliarias en la localidad no cuentan con una estructura adecuada, ramales de gran longitud debido a que la tubería existe solamente en un costado de la calle, El servicio es tandeado operando válvulas de seccionamiento de acuerdo a la zona a donde se quiera dotar del suministro del agua. Existe una separación de estas válvulas de aproximadamente 150 mts, los usuarios que se encuentran entre la separación de las válvulas tienen agua diario.

Conclusión

Conforme a los datos obtenidos en el sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad y la información proporcionada de manera verbal con personal que opera el pozo, la Señora C. Blanca Quevedo, se concluye lo siguiente:

- 1.- No existe problema de disponibilidad de agua para abastecer a los habitantes de la localidad, con el caudal que actualmente se extrae y el periodo de operación de los equipos de bombeo se está proporcionando una dotación de 191 litros por habitante al día, cantidad de agua suficiente para satisfacer las necesidades del consumo humano.
- 2.- De acuerdo a las condiciones actuales del sistema y a la producción diaria, no se deberían de operar el sistema de forma tandeada, se puede operar el sistema de agua potable al mismo tiempo, pero existe un uso excesivo y desperdicio del agua en algunas viviendas, debido a esto los usuarios más alejados no cuentan con un servicio adecuado y en algunos casos existe el desabasto del agua para los mismos. Un aspecto más es, el servicio no es pagado de forma equitativa, pues existen predios con más de una vivienda y solo se tiene en el padrón un servicio.
- 3.- Realizar video para verificar el estado físico de la estructura del pozo, la indicación de este trabajo se propone debido a la edad de la fuente de abastecimiento y a la ausencia del conducto que ayude a realizar con mayor facilidad la medición de los niveles estático y dinámico con la sonda eléctrica, así mismo conocer la profundidad efectiva del pozo, se requiere adecuación del tren de descarga debido al deterioro de las piezas especiales y principalmente que los dispositivos de presión y medición no funcionan.

Elaboró:


Ing. Martín Valadez Pacheco.
Departamento de Eficiencia Física

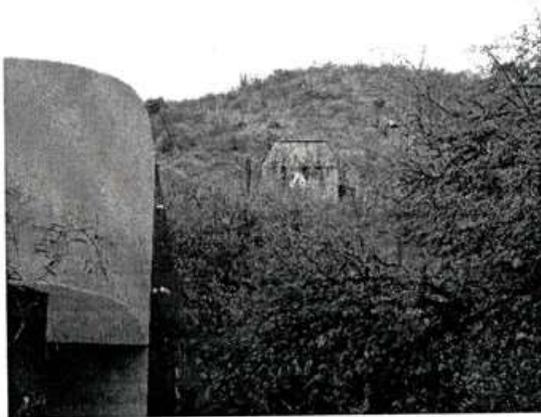
Revisó:


Ing. José Luis López Pérez.
Departamento de Eficiencia Física

Figura 1-21. Reporte técnico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillás-B

Comisión Estatal del Agua de Guanajuato
Dirección General de Desarrollo Hidráulico
Dirección de Desarrollo y Fortalecimiento de Organismos Operadores
Departamento de Eficiencia Física

Reporte fotográfico



Tanque Superficial de Mampostería de 30 m³



Tuberías de fierro galvanizado de 3" para conducción y 4" para alimentación.

Handwritten blue ink scribbles, including a large '3' and a circular mark with an arrow pointing upwards.

Figura 1-22. Reporte fotográfico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-A

Comisión Estatal del Agua de Guanajuato
Dirección General de Desarrollo Hidráulico
Dirección de Desarrollo y Fortalecimiento de Organismos Operadores
Departamento de Eficiencia Física



Cruces que son manipulados para el funcionamiento de la distribución en las dos zonas de la localidad.

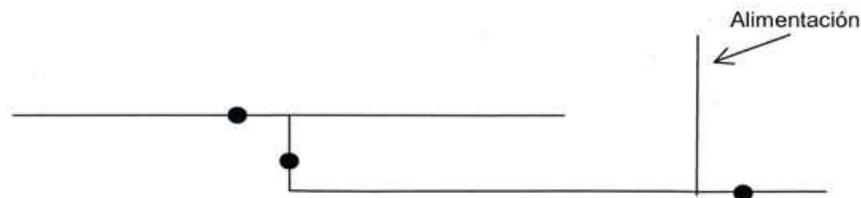


Figura 1-23. Reporte fotográfico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-B



Las imágenes muestran la estructura del tren de descarga, estructura de la caseta para alojamiento del equipo eléctrico y equipo de cloración. Se puede observar que el tren de descarga presenta piezas especiales con un deterioro considerable, existen fugas en algunas de ellas y personal de la CEA en la obtención de parámetros hidráulicos.

Figura 1-24. Reporte fotográfico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-C

Comisión Estatal del Agua de Guanajuato
Dirección General de Desarrollo Hidráulico
Dirección de Desarrollo y Fortalecimiento de Organismos Operadores
Departamento de Eficiencia Física



Las imágenes muestran la estructura y materiales de los ramales de las tomas domiciliarias existentes, no se tienen estructuras que garanticen un uso racional del agua, motivo por el cual existe desperdicio y uso desmedido por los usuarios.

Figura 1-25. Reporte fotográfico de la CEAG sobre el diagnóstico de la red de distribución de agua en Milpillas-D

Comisión Estatal del Agua de Guanajuato
Dirección General de Desarrollo Hidráulico
Dirección de Desarrollo y Fortalecimiento de Organismos Operadores
 Departamento de Eficiencia Física

Día Mes Año

MUNICIPIO:	Victoria	LOCALIDAD:	Milpillas de Santiago	POZO No.	Unico	FECHA:	19	Febrero	2016	Periodo de Bombeo:	6.00 hrs.			
DIAM. NOMINAL (DN en pulg.):	3"	CIRCUNFERENCIA (mm):	280	OD(mm) [DIAM. EXT.]:	89.13	ID MEDIDO (mm):	66.53			de: 6:00 am a 11 am un día	de: 5:00 am a 12 am otro día			
MATERIAL TUBERIA:	Acero	Fo. Fo.	P.V.C.	A.C.	Otro:	Opera el Equipo de Bombeo a:	Red ()	Tanque Elev. ()	Tanque Sup. (X)	Ambos ()				
ESPESOR MEDIDO (mm):	11.30	ESPESOR ESPEC. (mm):		ESPACIO (mm)	90.336	NUMERO DE TRANSVERSAS:	2		DATOS DE EXTRACCION					
MARCA MEDIDOR:	Hannover	MODELO MEDIDOR:	WT-80	MATRICULA MEDIDOR:	2891208-92	FECHA ULTIMA VERIFICACION:			Q_{min} =	7.82	l/s			
PRUEBA #	Lectura Inicial (m³)	Lectura Final (m³)	Volumen m³	% de error	Tiempo de Prueba (mins.)	Q (lps) INST. #1	Vel. INST. #1	Q (lps) INST. #2	Vel. INST. #2	Q (lps) INST. #3	Vel. INST. #3			
1 (medidor)					30	7.82	1.56	7.87	1.56	7.85	1.56			
1 (Transport)				#DIV/0!										
2 (medidor)														
2 (Transport)														
3 (medidor)														
3 (Transport)														
Observaciones:	Tren de válvulas fuera de los lineamientos técnicos establecidos por la CONAGUA El macromedidor no sirve ni el manómetro, no fue posible medir los niveles dinámico y estático, porque no tiene poliducto para introducir el cable de la sonda. El pozo bombea un día hacia la parte de arriba de las 6:00 am a 11:00 am y otro día para la parte baja de 5: am a 12:00 del día									Presión:	8.200	Kg/cm²		
												Temperatura	23	°C

Figura 1-26. Aforo del pozo de Milpillas realizado por la CEAG

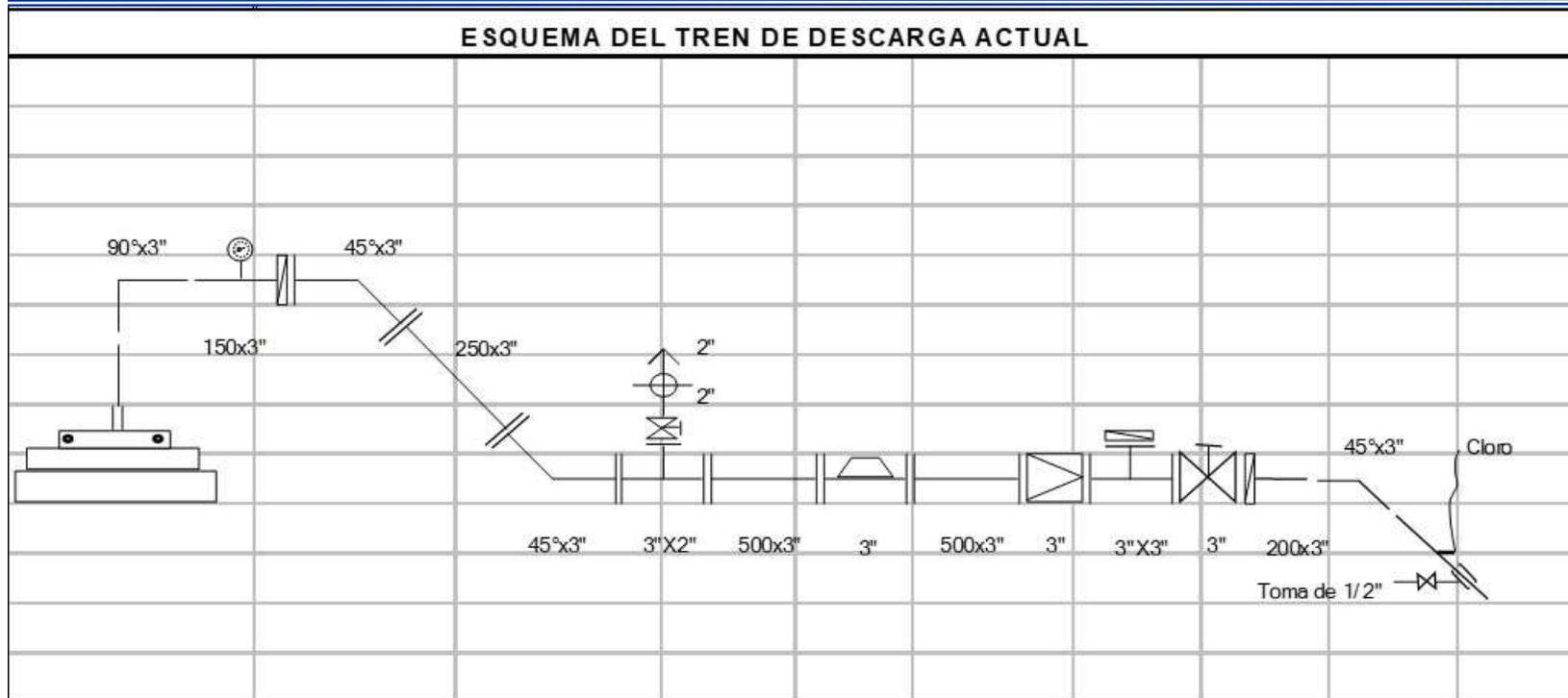


Figura 1-27. Esquema del tren de descarga del pozo de Milpillas (CEAG)

Con los datos de velocidad medidos en campo por la CEAG que se muestran en la Figura 1-26, y considerando el diámetro nominal del tubo de 3 pulgadas cédula 40, se estimó el caudal en 7.44 litros por segundo (ver Tabla 1-3), valor muy similar al medido con el equipo ultrasónico del IMTA, el cual se describe en apartados más adelante.

Tabla 1-3. Estimación del caudal del pozo de Milpillas en función de la velocidad medida

	Diámetro interno (mm)	Área (A) (m ²)	Velocidad medida (V) (m/s) (Tabla-Figura 1-26)	Q _E estimado (L/s) (A*V)	Error de Q (%) (Q _M -Q _E)/Q _M
"Medido"	66.53 (Tabla-Figura 1-26)	0.00348	1.560	5.42	30.9
Corregido	77.83 (89.13 - 11.30)	0.00476	1.560	7.42	5.4
Nominal, STD Ced 40	77.92 (88.9 - 2 * 5.49)	0.00477	1.560	7.44	5.2
Espesor, mm	5.49 (de catálogo*)				
D. ext, mm	88.9 (de catálogo*)				

Caudal medido (Q_M) = 7.85 L/s (ver Figura 1-26)

*Catálogo, ver Figura 1-28

Por otro lado, considerando el caudal y la velocidad medidos en campo por la CEAG, se estimó un diámetro de 80.03 mm (3.15 pulg), como se muestra en la Tabla 1-4, resultando más preciso el valor nominal STD para tubería cédula 40, de 77.92 mm (3.06 pulg) calculado en la Tabla 1-3.

Tabla 1-4. Diámetro de la tubería estimado en función del caudal y velocidad medidos por la CEAG

Q _M Caudal medido (L/s)	Velocidad (m/s)	Área del tubo (m ²)	Diámetro interno (mm)
7.85	1.56	0.00503	80.03
Valores medios medidos		Valores estimados	



TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pe	kg/m	Grado A		Grado B	
										psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160			2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-			2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176

Figura 1-28. Catálogo para tubería de acero al carbono

1.2 Segunda visita a Milpillas, Victoria, Gto.

Se llevó a cabo una segunda visita los días 30 de agosto, 1 y 2 de septiembre del presente año a la localidad de Milpillas de Santiago para realizar las siguientes actividades:

1. Medición de caudal del pozo, muestreo y análisis de parámetros de campo
2. Levantamiento topográfico

Fecha: 30 de agosto de 2018

Se sostuvo una entrevista con la Sra. Blanca Quevedo, quien es la operadora del pozo, y comentó lo siguiente:

1. Arranca la bomba a las 4:30 am y la apaga a las 10 am (5.5 horas de operación).
2. Después de arrancar la bomba, sube al tanque elevado, espera a que se llene (1 hora y 25 minutos aproximadamente si está totalmente vacío) y luego abre la válvula para repartir el agua a la localidad.
3. Al final del día, cierra la válvula del tanque.

Fecha: 1 de septiembre de 2018

Personal del comité del agua de Milpillas excavó un hoyo de aproximadamente 80cm x 40cm para descubrir un tramo de la tubería de 3 pulgadas de descarga del pozo, donde personal del IMTA instaló un medidor ultrasónico marca FLEXIM (inventario IMTA: 38554), como se muestra en las secuencias de las fotografías de la Figura 1-29.



1. Excavación para descubrir la tubería

2. Limpieza de la superficie del tubo



3. Colocación de sensores



4. Instalación del medidor



5. Programación del medidor



6. Toma de lecturas

Figura 1-29. Secuencia de la medición de caudal en tubería de descarga (3") del pozo Milpillas

Una vez instalado y programado el medidor ultrasónico de flujo marca FLEXIM para el diámetro y material de la tubería, se procedió a la lectura de las velocidades de flujo y caudal de agua, además se le programó un almacenamiento de datos en la memoria del equipo.

Los datos introducidos al equipo fueron los siguientes:

1. Temperatura ambiente: 21.0 °C
2. Diámetro externo del tubo (medido con cinta métrica metálica): 89.2 mm
3. Diámetro interno nominal: 76.2 mm
4. Espesor del tubo: 6.5 mm
5. Inició a registrar datos a las 10:15 horas
6. Caudal promedio registrado: 7.68 L/s (ver Figura 1-30)

Las 11:31 horas, se apagó la bomba por un fallo en el suministro eléctrico; se reestableció manualmente la operación a las 11:41 horas.

Lecturas de caudal y velocidades anotadas en bitácora fueron las siguientes:

11:43 horas: Q = 7.88, 7.91, 7.95, 7.81 L/s; velocidad = 171.7, 171.5, 171.1 y 169.9 cm/s

12:43 horas: Q = 7.62, 7.64 L/s

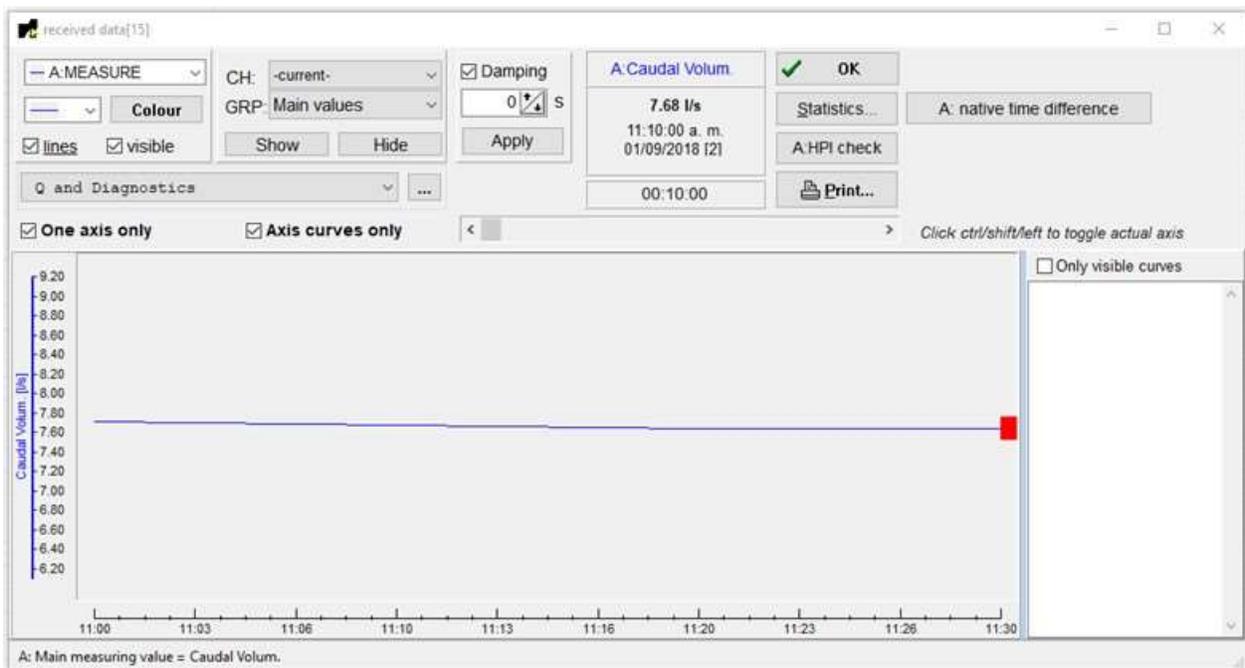


Figura 1-30. Gráfica del caudal medido en equipo ultrasónico FLEXIM (Caudal promedio: 7.68 L/s)

Algunas lecturas instantáneas se muestran en las secuencias de fotografías de la Figura 1-31.

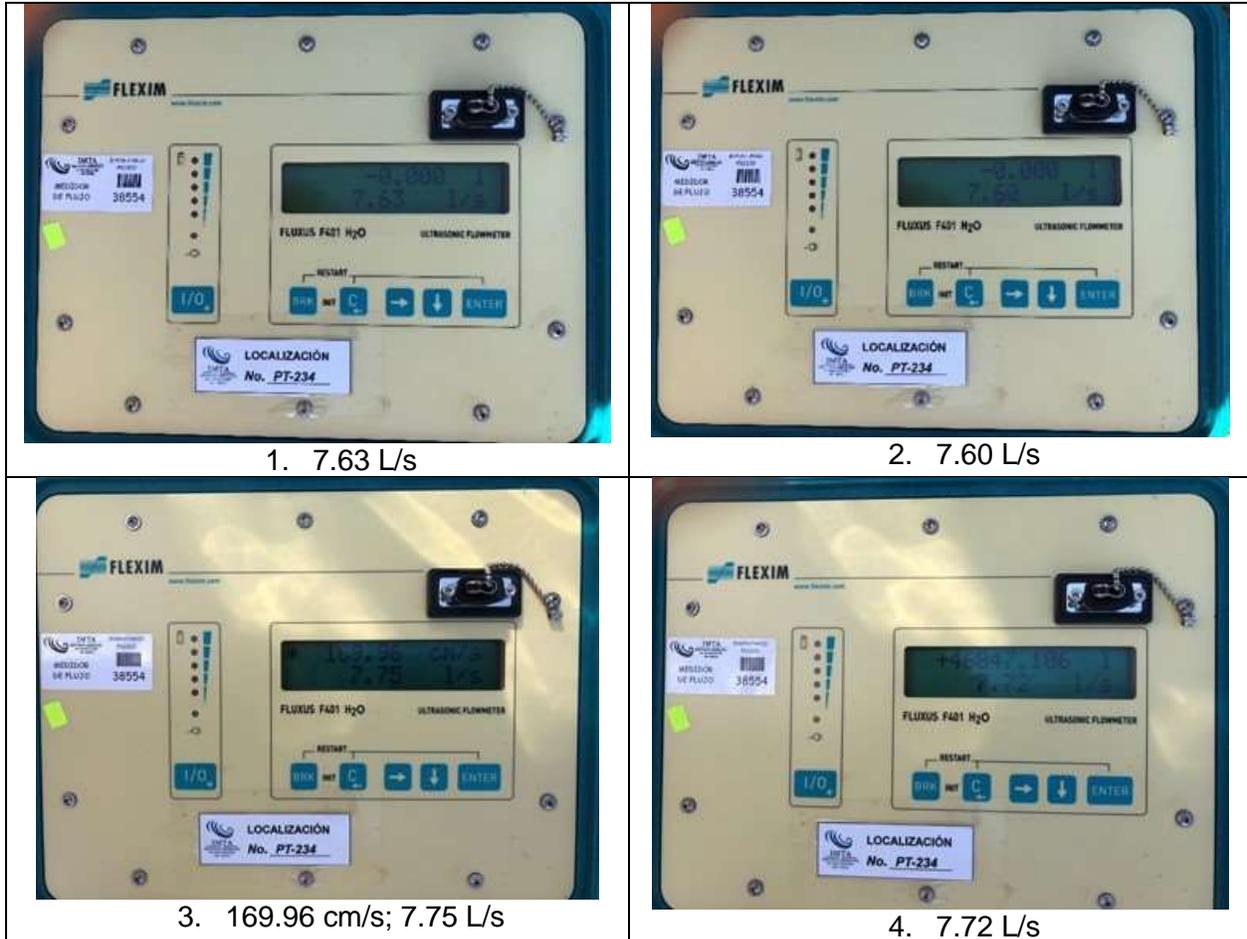


Figura 1-31. Lecturas instantáneas de flujo (pozo Milpillás)

2 MUESTREO Y ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE CAMPO

También el 1ro de septiembre de 2018 se tomaron muestras de agua del pozo Milpillas y se midieron los siguientes parámetros fisicoquímicos:

- pH = 7.12, 7.14; 7.13 (calibrado con buffer de 7.0, Lectura 7.01)
- Conductividad = 741 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- Temperatura del agua = 23.5, 23.5, 23.5°C
- SDT = 360 mg/L
- Arsénico = 43 $\mu\text{g}/\text{L}$

Se tomo una segunda muestra para determinar la concentración de arsénico en el laboratorio de potabilización, se obtuvo como resultado 50 $\mu\text{g}/\text{L}$.

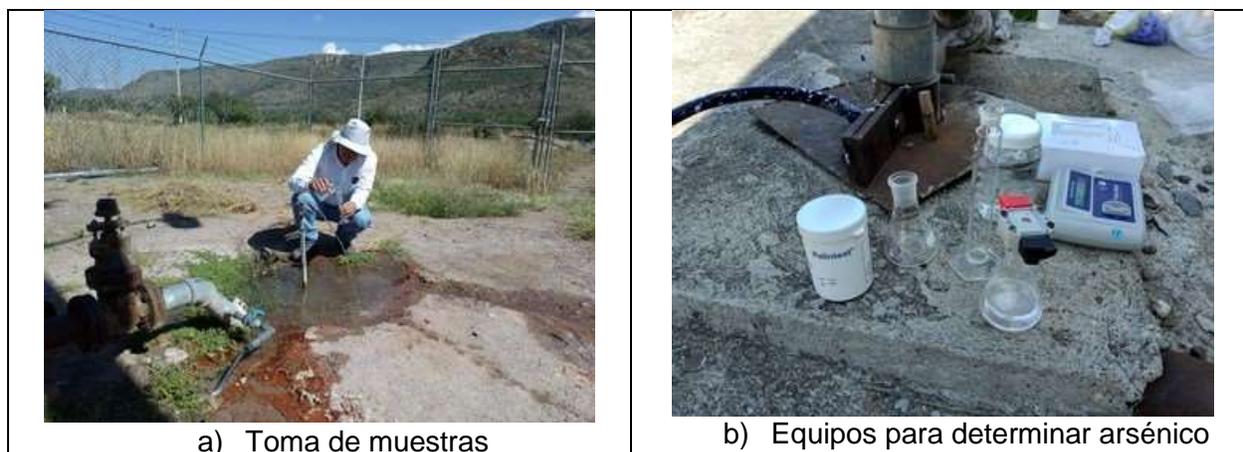
Con los resultados obtenidos se confirma la alta concentración de arsénico en el agua que presentó la CEAG, y para tener una mayor certeza de la calidad del agua, se realizó un análisis de todos los parámetros que contempla la Modificación del año 2000 a la NOM-127-SSA1-1994 (excepto radioactividad), cuyos resultados se presentan en el apartado 5 del presente informe, donde además se propone un sistema de filtración directa para la remoción del arsénico.

2.1 Equipos utilizados

Los equipos utilizados para la determinación de los parámetros de campo fueron los siguientes:

1. pH y temperatura del agua. Potenciómetro marca Thermo Scientific, ORION STAR A 221, Número de serie KO2852, número de localización PT-128
2. Conductividad y SDT. Multiparámetro marca Thermo Scientific, ORION STAR A 329, Número de serie GO5788, número de localización PT-213
3. Medidor para arsénico, marca DIGI PASS (método semi-cuantitativo), número de localización 34335.

El momento del muestreo y lectura de parámetros se muestra en la secuencia de fotografías de la Figura 2-1.



a) Toma de muestras

b) Equipos para determinar arsénico



Figura 2-1. Secuencia de la toma de muestras y análisis

Por otro lado, se estimó el volumen útil del tanque de almacenamiento, de acuerdo a lo reportado por la Sra. Blanca:

Tiempo de llenado = 85 min (60+25) = 5,100 segundos (85*60); Q = 7.68 L/s; **Volumen = 39,168 litros.**

Dato que fue corroborado por el director de Ecología, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Victoria, Guanajuato, que calculó un volumen de 40 metros cúbicos de capacidad de almacenamiento.

2.2 Tratamiento recomendado para la remoción de arsénico

Dada la experiencia que se tiene en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) con estudios previos realizados desde hace más de 10 años relacionados con la remoción de arsénico en agua para uso y consumo humano en la región lagunera de los estados de Coahuila (Torreón) y Durango (Gómez Palacio), y dada la calidad del agua reportada por la CEAG, donde se muestra que el único contaminante a remover en el agua es el arsénico, se recomienda la instalación de una planta potabilizadora a pie de pozo que utilice un proceso de filtración directa (ver Figura 2-2), el cual se ha demostrado ampliamente como el método más económico en operación (\$0.6/m³), muy simple de operar y de alta eficiencia.

El proceso de filtración directa consiste básicamente de las siguientes etapas:

1. Aplicación de cloro en línea para oxidar el arsénico III (arsenito) a arsénico V (arsenato).
2. Aplicación de cloruro férrico (FeCl₃) en línea para propiciar la formación de hidróxidos de hierro insolubles en el agua.
3. Floculación en la tubería y en el medio filtrante.
4. Coprecipitación del arsénico con los hidróxidos de hierro.
5. Separación de los hidróxidos de hierro/As formados mediante filtros rápidos empacados con lechos duales de arena-antracita.
6. Aplicación de retrolavado de filtros para su limpieza
7. Recuperación del agua de retrolavado de filtros en sedimentador.

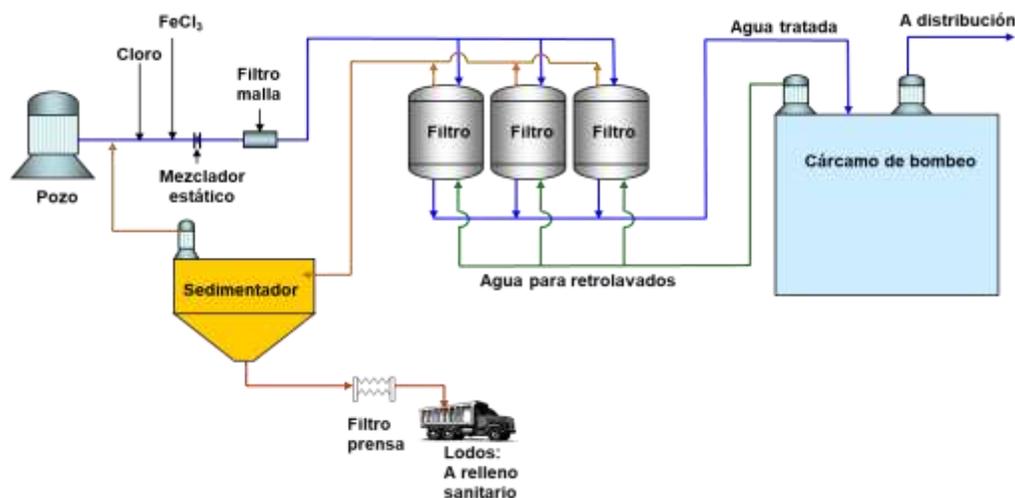


Figura 2-2. Esquema de tratamiento para remoción de As (filtración directa)

2.3 Tercera visita a Milpillas, Victoria, Gto.

La tercera visita a la localidad de Milpillas se realizó los días 17 y 18 de octubre del presente año. El objetivo de la visita fue presentar los avances del proyecto ante la CEA, autoridad del H. Ayuntamiento de Victoria, Gto., a la DEAPAS y a representantes del Comité de Agua de Milpillas, como se muestra en la Figura 2-3.



Figura 2-3. Presentación del primer informe

Se entregó y se presentó el primer informe del proyecto que consta del “elemento 01” de acuerdo al “sistema de control de acciones” (análisis de conceptos por obra con precios), acordado con la CEAG, mismos que se muestran en la Figura 2-4. El “elemento 01” está constituido por el informe de: visitas de campo, análisis estadístico de la población, modulación y proyección del gasto, muestreo y análisis de parámetros de campo, resultados de los parámetros de calidad del agua de la NOM-127, selección del sitio donde ubicar la planta y estudio topográfico.

Al final de la reunión se firmó una minuta de acuerdos, la cual se muestra en la Figura 2-5 a la Figura 2-8

SISTEMA DE CONTROL DE ACCIONES

ANÁLISIS DE CONCEPTOS POR OBRA CON PRECIOS

19/07/2018

03:57 PM

Localidad: MILPILLAS DE SANTIAGO Municipio: VICTORIA
 Obra: SE-201-0299-18 INGENIERÍA BÁSICA PARA PLANTA POTABILIZADORA

ELEMENTO: 01

Partida: 80.5165: » PROYECTOS DE PLANTAS POTABILIZADORAS

Código	Elem.	Descripción	U.M.	Precio Unitario	Cantidad	Importe
80.5165.1000.0020	01	Visitas de campo, obtención y revisión de información complementaria.	ANL	4,000.15	1.00	4,000.15
80.5165.1000.0120	01	Análisis estadístico de la población.	ANL	10,599.56	1.00	10,599.56
80.5165.1000.0220	01	Modulación y Proyecciones de Gasto	EST	10,999.26	1.00	10,999.26
80.5165.1000.0320	01	Muestreo y análisis de parámetros de campo (medición de temperatura ambiente, temperatura del agua, ph y conductividad); Incluye calibración de equipos, preservación y transporte de muestras al laboratorio.	MTO	1,000.00	1.00	1,000.00
80.5165.1000.0420	01	Determinación de los parámetros de conformidad con la modificación a la NOM-127-SSA1-1994 con excepción de radiológicos en laboratorio acreditado ante la EMA.	DET	20,913.75	1.00	20,913.75
80.5165.1000.0520	01	Análisis de los sitios para ubicar la Planta de Tratamiento.	EST	13,199.83	1.00	13,199.83
80.5165.1000.0620	01	Estudio topográfico. Incluye: localización geográfica, planimetría, altimetría con equipo de precisión, así como monumentación y referenciación física del predio donde se ubicará la planta y el recorrido de la tubería de conducción hasta el tanque de almacenamiento, estableciendo bancos de nivel; incluye también levantamiento de la infraestructura hidráulica y eléctrica del pozo, dos planos y memoria fotográfica.	EST	20,550.38	1.00	20,550.38
80.5165.1000.0720	01	Memoria fotográfica.	MEM	828.96	1.00	828.96

Subtotal Partida 80.5165: » PROYECTOS DE PLANTAS 82,091.89

Subtotal Elemento 01 82,091.89

Figura 2-4. Entregables “Elemento 01” del Sistema de control de acciones de la CEAG



COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERADORES

DEPARTAMENTO DE POTABILIZACIÓN

MINUTA DE TRABAJO

FECHA: 17 de octubre del 2018
GRUPO REUNIDO: Comité de Agua de Milpillás de Santiago, Representantes del Municipio, IMTA y CEAG
REUNIÓN CONVOCADA POR: M.A. Karla Iliana Morales Rodríguez
ASUNTO: Confirmación de información para el proyecto de Ingeniería Básica para la Planta Potabilizadora de la localidad Milpillás de Santiago, video y aforo del pozo.
LUGAR DE LA REUNIÓN: Casa de Cultura, Milpillás de Santiago.

NOMBRE DE LOS PARTICIPANTES	CARGO	DEPENDENCIA	FIRMA
Higuel Argo/Corso González	Tesorero	Comite de Agua	
Bianca Rosa Guerrero de la	Proseya	Comite de Agua	Bianca Rosa Guerrero de la
Francisco Quevedo Arce	Presidente	Comite de agua	
Baltazar Zubieta Amador	Director	DEAPAS	
Karla Iliana Morales Rguez	Esp. en Desinf. y Plantas Pot.	CEAG	
Wifral Alvarado Mendicha	Auxiliar DEAPAS	DEAPAS	
José Arturo Flores Mata	Secretario del H. Ayuntamiento	H. Ayuntamiento	
Affaro González Herrera	Tecnólogo de Agua	IMTA	
Martín Piña Seberanis	Tecnólogo del Agua	IMTA	

Figura 2-5. Minuta de acuerdos del 17 de octubre-2018 entre la CEAG, el H. Ayuntamiento de Victoria, la DEAPAS, el IMTA y miembros del comité de agua de Milpillás) - 1



COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERADORES

DEPARTAMENTO DE POTABILIZACIÓN

MINUTA DE TRABAJO

FECHA: 17 de octubre del 2018
GRUPO REUNIDO: Comité de Agua de Milpillas de Santiago, Representantes del Municipio, IMTA y CEAG

No.	ASUNTOS TRATADOS Y ACUERDOS
1.	El IMTA presenta los entregables del proyecto.
2.	Se confirma por el Comité de agua la existencia de 193 tomas domiciliarias
3.	El pozo opera desde 1991
4.	El pozo arranca a las 5:00a.m. y apaga a las 11:00a.m.
5.	Un día abastece a la zona oeste, el otro al este de 5:30 a 10:30
6.	Se prende la bomba del pozo y la válvula del tanque está cerrado para que se llene, el tanque, posteriormente la abre para distribución. el IMTA plantea que exista una válvula en el pozo para que se controle el suministro al tanque.
7.	El IMTA plantea cambiar la línea de conducción de 3" a 4" a demás la bomba es deficiente por lo que se cambiará, esto se considerará
8.	Se plantea la importancia de realizar un video al interior del pozo, determinando el estado de la infraestructura y obtener datos de la bomba actual.

Bianca Rosa Quevedo LO

[Handwritten signatures and initials]

Figura 2-6. Minuta de acuerdos del 17 de octubre-2018 entre la CEAG, el H. Ayuntamiento de Victoria, la DEAPAS, el IMTA y miembros del comité de agua de Milpillas) - 2



COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERADORES

DEPARTAMENTO DE POTABILIZACIÓN

MINUTA DE TRABAJO

FECHA: 17 de octubre del 2018
GRUPO REUNIDO: Comité de Agua de Milpillas de Santiago, Representantes del Municipio, IMTA y CEAG

9. Consumo per-capita es de 1874/día.
10. Al ser tomas a base de manguera, pudiera haber fugas., la mayoría de las casas tienen cisternas
11. Se solicita al Comité de Agua investiguen cuantas domicilios tienen cisterna y qué capacidad.
12. Se plantea la realización de un estudio de distribución de agua, por el IMTA.
13. El Ing Baltazar comenta que ya se está contemplando la realización del proyecto ejecutivo para la sectorización para Milpillas de Santiago.
14. El IMTA comenta la importancia de gestión social,
15. se plantea la importancia de realizar un video al interior del pozo y determinar las rehabilitaciones que se requieran en cuanto a infraestructura del mismo para el proyecto ejecutivo,
16. CEAG realizará mediante oficio la solicitud de Aforo y video del pozo para el proyecto, el cual se gestionará con recursos del municipio.
17. Se comunica que se tienen que cambiar las piezas especiales para el tren de descarga en el proyecto ejecutivo.

Baltazar Rosa quevedo

Figura 2-7. Minuta de acuerdos del 17 de octubre-2018 entre la CEAG, el H. Ayuntamiento de Victoria, la DEAPAS, el IMTA y miembros del comité de agua de Milpillas) - 3



COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERADORES

DEPARTAMENTO DE POTABILIZACIÓN

MINUTA DE TRABAJO

FECHA: 17 de octubre del 2018
GRUPO REUNIDO: Comité de Agua de Milpillás de Santiago, Representantes del Municipio, IMTA y CEAG

18.	En los términos de referencia se considerará la gestión social, rehabilitación del pozo, cambio de bomba del pozo, rehabilitación del tren de descarga. (en los términos de referencia del proyecto ejecutivo). Así como revisión de las condiciones actuales del tanque de almacenamiento.
19.	Se plantea por parte del Ing Baltazar que la planta se opere también de forma manual además de automática por los cambios de voltaje que hay.
20.	Enviar vía correo electrónico los avances del proyecto al Ing. Baltazar Zubieta.

Blanca Rosa Quevedo

Figura 2-8. Minuta de acuerdos del 17 de octubre-2018 entre la CEAG, el H. Ayuntamiento de Victoria, la DEAPAS, el IMTA y miembros del comité de agua de Milpillás) – 4

El día siguiente (18 de octubre) se tomaron muestras por cuadruplicado para ser analizadas en tres diferentes laboratorios acreditados ante la ema, con la finalidad de corroborar los resultados de arsénico y aluminio que estuvieron fuera de los límites permisibles de la NOM-127. El momento del muestreo se aprecia en la

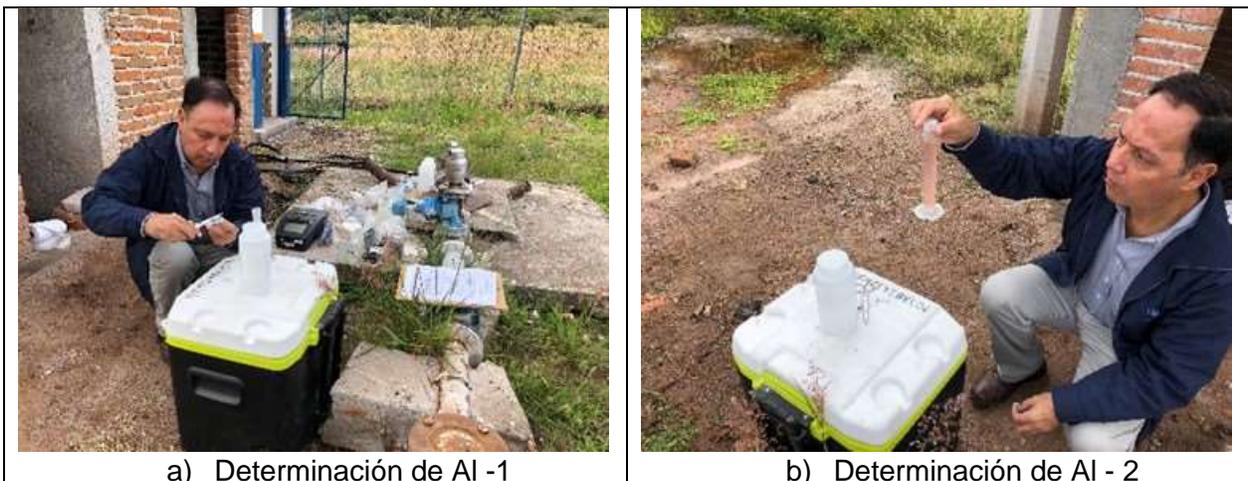


Figura 2-9. Momento del muestreo para analizar en laboratorios acreditados ante la ema

Ese mismo día, utilizando métodos de campo, se determinó la concentración de arsénico y aluminio en el pozo Milpillas, las concentraciones fueron las siguientes:

- Concentración de arsénico = 0.041 mg/L (valor fuera de norma)
- Concentración de aluminio = 0.155 mg/L (valor dentro de norma)

Para el arsénico se utilizó un método semi-cuantitativo, utilizando el equipo DigiPass y para el aluminio el método HACH “aluminon”, con rango de detección de 0.008 a 0.8 mg/L y que utiliza un espectrofotómetro marca HACH DR-2800.



a) Determinación de Al -1

b) Determinación de Al - 2



c) DR-2800, para cuantificación de Al



d) Determinación de As

Figura 2-10. Determinación de aluminio y arsénico

3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA POBLACIÓN

Se consideran dos poblaciones en el presente análisis, población actual y población de proyecto. La población actual, se refiere a los datos que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para el año en que se hizo el levantamiento de la información. La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del proyecto, en este caso el año 2038 (20 años de vida útil de la planta potabilizadora); para determinar esta población, la CONAGUA, en su libro Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado, recomienda que se deberán utilizar los datos de las proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO); que es la única dependencia facultada para hacer las proyecciones de la población en México.

La localidad de Milpillas de Santiago está ubicada en el Municipio de Victoria, en el Estado de Guanajuato, a una altitud de 1705 MSNM. Según el Censo de Población y Vivienda 2010 llevado a cabo por el INEGI, la población contaba con 793 habitantes.

En la Tabla 3-1 se presentan los datos históricos de población de la localidad.

Tabla 3-1. Población censada por el INEGI del año 1990 a 2010

AÑO	POBLACIÓN (Habitantes)	FUENTE
1990	756	INEGI
1995	705	
2000	708	
2005	760	
2010	793	

3.1 Proyección de población CONAPO/NT-011-CNA-2001

De acuerdo a la recomendación hecha por la CONAGUA, en primera instancia se debe tomar en cuenta la proyección elaborada por la CONAPO para la localidad de Milpillas de Santiago. Sin embargo, estas proyecciones no se elaboran para localidades con menos de 2,500 habitantes.

En el caso del Municipio de Victoria, la CONAPO elaboro una proyección para la cabecera municipal, Victoria; y agrupó a las demás localidades en una sola a la que denomina “Resto” para realizar la proyección a 2030.

En la Tabla 3-2, se presenta parte de la proyección para Victoria y el resto de localidades del municipio, de 2010 a 2030.

De los 17,482 habitantes agrupados en “Resto”, 793 corresponden a Milpillas de Santiago; es decir, el 4.53%. Considerando que este porcentaje se mantiene constante en el tiempo, se puede hacer una estimación de la población con base en la población proyectada por la CONAPO como “Resto”.

Tabla 3-2. Proyección de CONAPO¹ para el municipio de Victoria, de 2010 a 2030

Clave entidad	Clave municipio	Clave localidad	Nombre de la localidad	2010	2011	2012	2013	2014
11	043	0001	Victoria	2,598	2,621	2,651	2,687	2,728
11	043	9999	Resto	17,482	17,360	17,285	17,247	17,237
			Milpillas de Santiago (4.53%)	793	787	784	782	782

Cont. Tabla 3-2

2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2,773	2,821	2,872	2,926	2,981	3,039	3,098	3,158	3,220
17,249	17,277	17,318	17,368	17,425	17,486	17,551	17,619	17,690
782	784	786	788	790	793	796	799	802

Cont. Tabla 3-2

2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
3,284	3,348	3,414	3,479	3,546	3,613	3,680
17,762	17,834	17,904	17,972	18,036	18,097	18,154
806	809	812	815	818	821	823

Los años faltantes para alcanzar el horizonte de proyecto se calculan utilizando la metodología descrita en la Norma Técnica NT-011-CNA-2001, la cual se basa en la fórmula (3.1), la cual permite conocer la población que habrá en un lugar, después de pasado determinado número de periodos de tiempo. Esta fórmula requiere conocer la población inicial y sólo cubre el caso de tasa constante durante todo el periodo:

$$P_{i+n} = P_i(1 + T_c)^n \quad (3.1)$$

Donde:

- P_i – Población que existe al iniciar el periodo de tiempo “i”
- P_{i+n} – Población que habrá “n” periodos después de tiempo “i”. Es decir, para el año $i + n$
- T_c – Tasa de crecimiento promedio entre cada par de periodos consecutivos, en valor decimal

¹ La proyección de CONAPO agrupa a todas las localidades de menos de 2,500 habitantes del municipio de Victoria, para obtener la proyección para Milpillas de Santiago se tomó el porcentaje correspondiente de cada valor proyectado, del 4.53%.

Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población. Dirección General de Estudios Sociodemográficos y Prospectiva.

n – Numero de periodos que hay entre P_i y P_{i+n} . Es decir, el tiempo transcurrido entre la condición inicial y final.

La tasa de crecimiento se determina aplicando la formula (3.2); debiéndose emplear en ella los datos de población más recientes de que se disponga.

$$T_c = (P_{i+n}/P_i)^{1/n} - 1 \quad (3.2)$$

Preferentemente se deben analizar los cambios ocurridos en los dos o tres últimos años. No deben emplearse tendencias deducidas de censos de más de 15 años de antigüedad.

3.2 Método aritmético

Se calculan los aumentos absolutos que ha tenido la población y se determina el crecimiento anual promedio para un periodo fijo y se aplica en años futuros.

Este tipo de crecimiento sólo es válido para cortos espacios de tiempo y rara vez se da el caso de una población que presenta este tipo de crecimiento.

Primeramente, se determina el crecimiento anual promedio por medio de la expresión:

$$k_a = \frac{P_f - P_b}{t_f - t_b} \quad (3.3)$$

Donde:

- k_a – Constante de crecimiento de población aritmética
- P_f – Población proyectada o del último censo
- P_b – Población base o inicial
- t_f y t_b – Fechas correspondientes a las poblaciones.

Se puede tomar un valor k_a promedio entre los censos o un k_a entre periodos censales disponibles. La población futura se calcula como:

$$P_f = P_b + k_a(t_f - t_b) \quad (3.4)$$

3.3 Método geométrico

Consiste en considerar que a iguales periodos de tiempo se tiene el mismo porcentaje de incremento de la población, es decir, un incremento de la población de tipo exponencial. Para este cálculo se utiliza la fórmula de interés compuesto:

$$r_g = \left(\frac{P_f}{P_0}\right)^{1/n} - 1 \quad (3.5)$$

Donde:

- r_g – Tasa de crecimiento

- n – Número de años entre P_0 y P_f
- P_0 – Población inicial
- P_f – Población final.

El valor r_g se estima como un promedio entre los censos o se estima entre dos periodos censales. La fórmula para determinar la población de proyecto es:

$$P_f = P_0(1 + r_g)^{t_f - t_b} \quad (3.6)$$

Este cálculo del incremento de crecimiento requiere el conocimiento de al menos tres censos en espacios de tiempo relativamente cortos, a fin de obtener un valor promedio de esta tasa.

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija.

3.4 Métodos estadísticos de ajuste

Las ecuaciones de regresión (lineal, exponencial, potencial o logarítmica) se utilizan para conocer la población futura, solamente cuando se dispone de muchos valores históricos de población.

Línea recta	$y = a + bx$
Curva exponencial ($a > 0$)	$y = ae^{bx}$
Curva logarítmica	$y = a + b \ln(x)$
Curva potencial	$y = ax^b$

Por lo general, los ajustes lineal y logarítmico rara vez representan la tendencia de crecimiento de una comunidad; mientras que el ajuste exponencial generalmente da mayores coeficientes de correlación.

En la Tabla 3-3 y en la Figura 3-1 se presentan los resultados del cálculo de las proyecciones de población por los métodos anteriormente descritos.

Tabla 3-3. Proyecciones de población, Milpillas de Santiago, Gto.

AÑO	FUENTE	POBLACIÓN	CONAPO/NT-011-CNA-2001		MÉTODO ARITMÉTICO		MÉTODO GEOMÉTRICO		CURVA EXPONENCIAL
			T _c	POBLACIÓN	k _a	POBLACIÓN	r _g	POBLACIÓN	POBLACIÓN
1990	INEGI	756							
1995		705			-10.20		-0.014		
2000		708			0.60		0.001		
2005		760			10.40		0.014		
2010		793			6.60		0.009		
2011	CONAPO	787		787		795		795	772
2012		784		784		797		797	775

AÑO	FUENTE	POBLACIÓN	CONAPO/NT-011-CNA-2001		MÉTODO ARITMÉTICO		MÉTODO GEOMÉTRICO		CURVA EXPONENCIAL
			T _c	POBLACIÓN	k _a	POBLACIÓN	r _g	POBLACIÓN	POBLACIÓN
2013		782		782		799		799	777
2014		782		782		800		801	780
2015		782		782		802		803	783
2016		784		784		804		805	785
2017		786		786		806		807	788
2018		788		788		808		809	791
2019		790		790		810		811	793
2020		793		793		812		813	796
2021		796		796		813		815	799
2022		799		799		815		817	802
2023		802		802		817		819	804
2024		806		806		819		821	807
2025		809		809		821		823	810
2026		812		812		823		825	813
2027		815		815		824		827	815
2028		818		818		826		829	818
2029		821		821		828		831	821
2030		823	0.0031	823		830		833	824
2031			0.0031	826		832		835	827
2032			0.0031	829		834		837	829
2033			0.0031	831		836		839	832
2034			0.0031	834		837		841	835
2035			0.0031	837		839		843	838
2036			0.0031	839		841		845	841
2037			0.0031	842		843		847	844
2038			0.0031	844		845		849	847

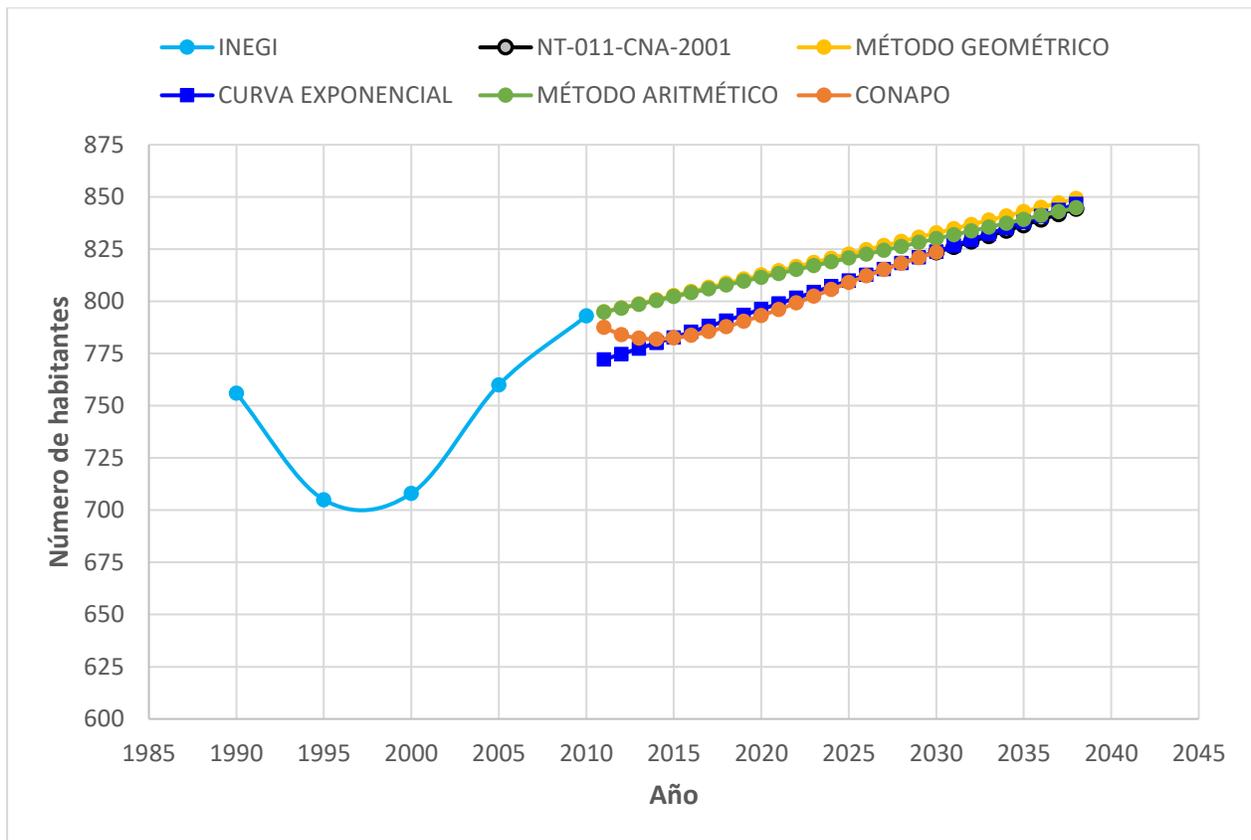


Figura 3-1. Proyección de la población al año 2038

Se encontró muy poca variación en el la proyección de población en los cuatro métodos utilizados, especialmente el método geométrico con el método aritmético. Para el cálculo de la dotación actual y futura se analizarán los resultados de los cuatro métodos utilizados.

4 MODULACIÓN Y PROYECCIONES DEL GASTO

La localidad de Milpillas de Santiago tiene como única fuente de abastecimiento un pozo localizado en las coordenadas: latitud norte 21°12'17.77", longitud oeste 100°11'19.95" y elevación 1,720.15 msnm. El cual alimenta a un tanque superficial de 40 m³ mediante una tubería galvanizada de 3".

El tanque se localiza a una elevación de 1,755.15 msnm y coordenadas: latitud norte 21°12'01.54", longitud oeste 100°10'50.82". Distribuye a las tomas domiciliarias por gravedad mediante una línea principal de 4" de diámetro.

4.1 Consumo

De acuerdo con la CONAGUA, el consumo en zonas rurales varía con respecto a la región. Las condiciones climatológicas e hidrológicas, las costumbres locales y la actividad de los habitantes tienen una influencia directa en la cantidad de agua consumida. Para zonas rurales se recomienda considerar un consumo promedio diario de 100 L/hab-día, el cual está en función del uso doméstico de acuerdo a la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Consumo doméstico en el medio rural. CONAGUA, 2015

Uso	Consumo diario L/hab
Bebida, cocina y limpieza	30
Eliminación de excretas	40
Aseo personal	30

Al tratarse de una localidad rural sin actividad industrial, se considera que únicamente existe consumo doméstico en la red.

4.2 Demanda

La demanda es la suma de los consumos de todos los usuarios de la red de distribución más las pérdidas físicas. El municipio de Victoria, no cuenta con información histórica de consumos y no existe facturación del consumo de los usuarios de la localidad de Milpillitas de Santiago, únicamente pagan una cuota fija. Debido a esto, no es posible determinar las pérdidas por fugas en la red; por lo que se considera que la demanda se debe solo al consumo de los usuarios.

4.3 Oferta

Mediante mediciones realizadas por el IMTA, se determinó que el caudal actual del pozo es de 7.68 L/s en promedio; y de acuerdo a la información de operación del mismo, está en funcionamiento durante 5.5 horas al día. Por lo tanto, el pozo tiene la capacidad de ofertar actualmente 152,064 L/día.

4.4 Proyección de la demanda

Para efectos de diseño es importante determinar la demanda futura. Esta demanda se calcula con base en los consumos de los usuarios y el pronóstico de crecimiento de la población. En este caso, se proyectará la demanda considerando una dotación de 100 L/hab-día y las proyecciones de población estimadas por los diferentes métodos utilizados.

De la Tabla 4-2 a la Tabla 4-5, se presentan las proyecciones calculadas.

Tabla 4-2. Proyección de la demanda con datos poblacionales de CONAPO/NT-011-CNA-2001

CONAPO/NT-011-CNA-2001					
Año	Población (Habitantes)	Oferta (L/día)	Demanda, para una dotación de 100 L/hab-día (L/día)	Balance Oferta - Demanda (L/día)	Dotación real suministrada (L/hab-día)
2018	788	152,064.00	78,782.44	73,281.56	193.02
2019	790	152,064.00	79,039.48	73,024.52	192.39
2020	793	152,064.00	79,316.84	72,747.16	191.72
2021	796	152,064.00	79,612.00	72,452.00	191.01
2022	799	152,064.00	79,923.73	72,140.27	190.26
2023	802	152,064.00	80,244.24	71,819.76	189.50
2024	806	152,064.00	80,569.45	71,494.55	188.74
2025	809	152,064.00	80,895.20	71,168.80	187.98
2026	812	152,064.00	81,214.54	70,849.46	187.24
2027	815	152,064.00	81,521.48	70,524.52	186.53
2028	818	152,064.00	81,814.23	70,249.77	185.86
2029	821	152,064.00	82,091.23	69,972.77	185.24
2030	823	152,064.00	82,349.24	69,714.76	184.66
2031	826	152,064.00	82,608.06	69,455.94	184.08
2032	829	152,064.00	82,867.69	69,196.31	183.50
2033	831	152,064.00	83,128.14	68,935.86	182.93
2034	834	152,064.00	83,389.41	68,674.59	182.35
2035	837	152,064.00	83,651.50	68,412.50	181.78
2036	839	152,064.00	83,914.41	68,149.59	181.21
2037	842	152,064.00	84,178.15	67,885.85	180.65
2038	844	152,064.00	84,442.71	67,621.29	180.08

Tabla 4-3. Proyección de la demanda con datos poblacionales del método aritmético

MÉTODO ARITMÉTICO					
Año	Población (Habitantes)	Oferta (L/día)	Demanda, para una dotación de 100 L/hab-día (L/día)	Balance Oferta - Demanda (L/día)	Dotación real suministrada (L/hab-día)
2018	808	152,064.00	80,780.00	71,284.00	188.24
2019	810	152,064.00	80,965.00	71,099.00	187.81
2020	812	152,064.00	81,150.00	70,914.00	187.39
2021	813	152,064.00	81,335.00	70,729.00	186.96
2022	815	152,064.00	81,520.00	70,544.00	186.54
2023	817	152,064.00	81,705.00	70,359.00	186.11
2024	819	152,064.00	81,890.00	70,174.00	185.69
2025	821	152,064.00	82,075.00	69,989.00	185.27
2026	823	152,064.00	82,260.00	69,804.00	184.86
2027	824	152,064.00	82,445.00	69,619.00	184.44
2028	826	152,064.00	82,630.00	69,434.00	184.03
2029	828	152,064.00	82,815.00	69,249.00	183.62
2030	830	152,064.00	83,000.00	69,064.00	183.21
2031	832	152,064.00	83,185.00	68,879.00	182.80
2032	834	152,064.00	83,370.00	68,694.00	182.40
2033	836	152,064.00	83,555.00	68,509.00	181.99
2034	837	152,064.00	83,740.00	68,324.00	181.59
2035	839	152,064.00	83,925.00	68,139.00	181.19
2036	841	152,064.00	84,110.00	67,954.00	180.79
2037	843	152,064.00	84,295.00	67,769.00	180.40
2038	845	152,064.00	84,480.00	67,584.00	180.00

Tabla 4-4. Proyección de la demanda con datos poblacionales del método geométrico

MÉTODO GEOMÉTRICO					
Año	Población (Habitantes)	Oferta (L/día)	Demanda, para una dotación de 100 L/hab-día (L/día)	Balance Oferta - Demanda (L/día)	Dotación real suministrada (L/hab-día)
2018	809	152,064.00	80,866.22	71,197.78	188.04
2019	811	152,064.00	81,064.16	70,999.84	187.58
2020	813	152,064.00	81,262.59	70,801.41	187.13
2021	815	152,064.00	81,461.50	70,602.50	186.67
2022	817	152,064.00	81,660.90	70,403.10	186.21
2023	819	152,064.00	81,860.78	70,203.22	185.76
2024	821	152,064.00	82,061.16	70,002.84	185.31
2025	823	152,064.00	82,262.02	69,801.98	184.85
2026	825	152,064.00	82,463.38	69,600.62	184.40
2027	827	152,064.00	82,665.23	69,398.77	183.95
2028	829	152,064.00	82,867.58	69,196.42	183.50
2029	831	152,064.00	83,070.42	68,993.58	183.05
2030	833	152,064.00	83,273.75	68,790.25	182.61
2031	835	152,064.00	83,477.58	68,586.42	182.16
2032	837	152,064.00	83,681.92	68,382.08	181.72
2033	839	152,064.00	83,886.75	68,177.25	181.27
2034	841	152,064.00	84,092.08	67,971.92	180.83
2035	843	152,064.00	84,297.92	67,766.08	180.39
2036	845	152,064.00	84,504.26	67,559.74	179.95
2037	847	152,064.00	84,711.11	67,352.89	179.51
2038	849	152,064.00	84,918.46	67,145.54	179.07

Tabla 4-5. Proyección de la demanda con datos de la curva exponencial

CURVA EXPONENCIAL					
Año	Población (Habitantes)	Oferta (L/día)	Demanda, para una dotación de 100 L/hab-día (L/día)	Balance Oferta - Demanda (L/día)	Dotación real suministrada (L/hab-día)
2018	791	152,064.00	79,077.33	72,986.67	192.30
2019	793	152,064.00	79,347.74	72,716.26	191.64
2020	796	152,064.00	79,619.07	72,444.93	190.99
2021	799	152,064.00	79,891.33	72,172.67	190.34
2022	802	152,064.00	80,164.52	71,899.48	189.69
2023	804	152,064.00	80,438.64	71,625.36	189.04
2024	807	152,064.00	80,713.70	71,350.30	188.40
2025	810	152,064.00	80,989.71	71,074.29	187.76
2026	813	152,064.00	81,266.65	70,797.35	187.12
2027	815	152,064.00	81,544.54	70,519.46	186.48
2028	818	152,064.00	81,823.39	70,240.61	185.84
2029	821	152,064.00	82,103.18	69,960.82	185.21
2030	824	152,064.00	82,383.94	69,680.06	184.58
2031	827	152,064.00	82,665.65	69,398.35	183.95
2032	829	152,064.00	82,948.33	69,115.67	183.32
2033	832	152,064.00	83,231.97	68,832.03	182.70
2034	835	152,064.00	83,516.58	68,547.42	182.08
2035	838	152,064.00	83,802.17	68,261.83	181.46
2036	841	152,064.00	84,088.73	67,975.27	180.84
2037	844	152,064.00	84,376.28	67,687.72	180.22
2038	847	152,064.00	84,664.80	67,399.20	179.61

Con los resultados obtenidos, se observa claramente un área de oportunidad para hacer un estudio a fondo de cómo se encuentra operando actualmente el sistema y de cómo deberá de operar para evitar el derroche de agua en algunas zonas (centro) y el desabasto en otras, específicamente estos últimos en los lugares más alejados, con lo que se reducirá sustancialmente el consumo de energía eléctrica y como consecuencia el costo por la distribución del agua.

4.5 Dotación futura

Como se puede observar en las proyecciones de la demanda, en todos los casos se presenta un balance positivo entre la oferta y la demanda; es decir, se tiene un excedente en el suministro. Si se divide la oferta suministrada por el pozo entre el número de habitantes proyectados para cada año de proyecto, se puede obtener la dotación real que se estará suministrando al usuario.

Como se observa de la Tabla 4-2 a la Tabla 4-5, la dotación suministrada supera los 175 L/hab-día. De acuerdo con el Compendio de Información Geográfica Municipal para el municipio de Victoria, elaborado por el INEGI, el clima predominante en la región es el templado. Tomando como referencia la Tabla 4-6, se observa que la dotación satisface el consumo promedio alto de agua potable per cápita para este clima, considerando además, que la CONAGUA los estima para zonas urbanas.

Tabla 4-6. Promedio del consumo de agua potable estimado por clima predominante. CONAGUA, 2015

Clima	Consumo L/hab-día			Subtotal por clima
	Bajo	Medio	Alto	
Cálido Húmedo	198	206	243	201
Cálido Subhúmedo	175	203	217	191
Seco o Muy seco	184	191	202	190
Templado o Frio	140	142	145	142

5 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA NOM-127-SSA1-1994 (MOD 2000)

El día lunes 24 de septiembre se realizó el muestreo para analizar en un laboratorio acreditado ante la “entidad mexicana de acreditación” (ema) todos los parámetros (excepto radiactividad) que contempla la **Modificación del año 2000 a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994** (NOM-127), “Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”.

La secuencia de las fotografías en la Figura 5-1 muestran el momento del muestreo en el pozo Milpillás de Santiago. Una vez realizado el muestreo los recipientes fueron colocados en una hielera para su conservación a temperatura $\pm 4^{\circ}\text{C}$.

La preservación de las muestras se realizó de acuerdo a lo mostrado en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1. Métodos para preservación de muestras

PARÁMETRO			VOL.REQ. (mL)	RECIPIENTE	PRESERVACIÓN	TIEMPO LÍMITE DE ANÁLISIS
NOMBRE	ABREVIATURA	UNIDADES				
CIANUROS	CN ⁻	mg/L	1000	P, V ÁMBAR	NaOH (6 N) pH>12, 4°C	14 Días
CLORUROS	Cl ⁻	mg/L	400	P, V	4°C	7 Días
COLOR APARENTE Y/O VERDADERO	COLOR V. COLOR A.	UPtCo	150	P, V	4°C	48 Hrs
COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES POR PURGA Y TRAMPA (TRIALOMETANOS, BTEX, OTROS)	THM's BTEX	µg/L	2 Viales de 40 ml (Tapa roscada y septa de teflón)	V, Ámbar (Ejuagar con acetona) Sin espacio de aire	HCl a pH<2, Adicionar Tiosulfato de sodio si presentar Cloro. 4°C	14 Días
COLIFORMES TOTALES/FECALES	C. totales C. fecales	UFC/100mL NMP/100mL	300	P, V Esterilizados	4°C y Tiosulfato de sodio (cuando la muestra presenta cloro)	24 Hrs.
DUREZA TOTAL Y DE CALCIO	DUREZA T. DUREZA Ca	mg/L CaCO ₃	200 200	P, V	HNO ₃ pH<2	6 Meses
ESTREPTOCOCOS TOTALES/FECALES	Estrep. t. Estrep. f.	UFC/100mL NMP/100mL	100	P, V Esterilizados	4°C	24 Hrs.
FLUORUROS	F ⁻	mg/L	1000	P	4°C	28 Días
METALES	Símbolo de cada metal	mg/L	1000	P, V	4°C, HNO ₃ pH<2	6 Meses
METALES: Arsénico y Selenio	As Se	mg/L	250	Sin espacio de aire P, V	4°C, HNO ₃ pH<2	6 Meses
MERCURIO	Hg	mg/L	250	Sin espacio de aire P, V	4°C, HNO ₃ pH<2	28 Días
NITRÓGENO AMONICAL	N-NH ₃	mg/L	200 (AGUA RESIDUAL) 1000 (AGUA CLARA)	P	H ₂ SO ₄ , pH<2, 4°C	28 Días
NITRÓGENO DE NITRATOS	N-NO ₃ ⁻	mg/L	50	P, V Ámbar	4°C	48 Hrs.
NITRÓGENO DE NITRITOS	N-NO ₂ ⁻	mg/L	100	P, V Ámbar	4°C	24 Hrs.
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	pH	--	100	P, V	4°C Sin espacio de aire	6 Hrs.
PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADO S Y 2,4-D BIFENILOS POLICLORADOS	OCI's Y 2,4-D PCB's	mg/L	1000/ CADA UNO	V. Ámbar (con contratapa de papel de aluminio o teflón) (3)	Adicionar Tiosulfato de sodio si presenta Cloro. 4°C	7 Días sin extracción 40 Días con extracción
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	SDT	mg/L	400 (AGUA RESIDUAL) 2000	P, V	4°C	7 Días

PARÁMETRO			VOL.REQ. (mL)	RECIPIENTE	PRESERVACIÓN	TIEMPO LÍMITE DE ANÁLISIS
NOMBRE	ABREVIATURA	UNIDADES				
			(AGUA CLARA)			
SULFATOS	SO ₄ ²⁻	mg/L	400	P, V ÁMBAR	4°C	28 Días
SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO	SAAM	mg/L	400	P, V	H ₂ SO ₄ 4°C pH<2	7 Días
TURBIEDAD	-	UNT	100	P, V P, V Ámbar	4°C	24 Hrs.

(2) Solución de sulfato de cobre pentahidratado 100 gr/L (Disolver 100g de reactivo en 1 litro de agua destilada)



a) Preparación de material



b) Rotulado de frascos



c) Toma de muestras (1)



d) Toma de muestras (2)



Figura 5-1. Muestreo en el pozo Milpillas para analizar los parámetros de la NOM-127

5.1 Resultados de calidad del agua

Los resultados de calidad del agua del pozo Milpillas de Santiago realizado por el laboratorio LACC S.A de C.V. el pasado mes de septiembre, se presentan en la Tabla 5-2, donde se muestra que la concentración de arsénico es mayor al límite permisible de la NOM-127, situación que es consistente con los resultados presentados por la CEAG en los años 2016 y 2017, solo que a una menor concentración, como se muestra en la Tabla 5-3.

Del análisis de calidad del agua realizado por el laboratorio LACC, muestra que la concentración de aluminio es superior al límite permisible de la NOM-127, elemento que no fue detectado en los resultados reportados por la CEAG. Dado lo anterior, se repetirán los análisis de dichos elementos.

Tabla 5-2. Resultados de la Calidad del agua del pozo de Milpillas (NOM-127)

NÚM.	PARÁMETROS	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
Características microbiológicas (UFC/100 ml.)			
1	Coniformes totales	Ausencia o no detectable	0
2	Coniformes fecales	Ausencia o no detectable	0
Características físicas y organolépticas			
1	Color verdadero (Upt/Co)	20	< 3*
2	Olor y Sabor	Agradable	
3	Turbiedad (UNT)	5	0.30
Características químicas (mg/L, excepto que se especifique otra unidad)			
1	Aluminio	0.20	0.2963
2	Arsénico	0.025	0.0252
3	Bario	0.70	< 0.5
4	Cadmio	0.005	<0.0010
5	Cianuros (como CN ⁻)	5	< 0.02
6	Cloro residual libre	0.2 – 1.50	< 0.05
7	Cloruros (como Cl ⁻)	250	11.4

NÚM.	PARÁMETROS	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADOS
8	Cobre	2.00	< 0.10
9	Cromo total	9	0.0196
10	Dureza total (como CaCO ³)	500.00	247.2
11	Fenoles	0.3	< 0.010
12	Hierro	0.30	< 0.1
13	Fluoruros (como F ⁻)	1.50	0.81
14	Manganeso	0.15	< 0.10
15	Mercurio	0.001	< 0.0005
16	Nitratos (como N)	10.00	3.29
17	Nitritos (como N)	1.00	< 0.020
18	Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50	< 0.10
19	pH (unidades de pH)	6.5 – 8.5	7.0
20	Plomo	0.01	< 0.0050
21	Sodio	200.00	52.01
22	SDT	1000.00	497
23	Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	400.00	31.33
24	SAAM	0.50	< 0.10
25	Trihalometanos totales	0.20	< 0.032
27	Zinc	5.00	< 0.10
Hidrocarburos aromáticos en µg/L			
1	Benceno	10.00	< 8.00
2	Etilbenceno	300.00	< 8.00
3	Tolueno	700.00	< 8.00
4	Xileno	500.00	< 24.0
Plaguicidas en µg/L			
1	Aldrín	0.03	< 0.0091
2	Dieldrín	0.03	< 0.0091
3	Clordano (total de isómeros)	0.20	< 0.0182
4	DDT (total de isómeros)	1.00	< 0.0091
5	Gama-HCH (lindano)	2.00	< 0.0091
6	Hexaclorobenceno	1.00	< 0.0091
7	Heptacloro	0.03	< 0.0182
8	Epóxido de heptacloro	0.03	< 0.0182
9	Metoxicloro	20.00	< 0.0091
10	2,4-D	30.00	< 12.5

*A pH de 7.3

Tabla 5-3. Comparación de los resultados de calidad del agua (CEAG-ABC-LACC)

PARÁMETROS	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADOS CEAG/ABC (marzo - 2016)	RESULTADOS CEAG/ABC (diciembre - 2017)	RESULTADOS LACC (septiembre -2018)
Coniformes totales	Ausencia o no detectable	0	1	0
Coniformes fecales	Ausencia o no detectable	0	0	0
Color verdadero (Upt/Co)	20	0	0.0	< 3*
Olor y Sabor	Agradable	---	---	---
Turbiedad (UNT)	5	0.36	0.42	0.30
Aluminio	0.20	N.D.	N.D.	0.2963
Arsénico	0.025	0.0322	0.056	0.0252
Bario	0.70	0.05197	0.083	< 0.5
Cadmio	0.005	N.D.	N.D.	<0.0010
Cianuros (como CN ⁻)	5	---	---	< 0.02
Cloro residual libre	0.2 – 1.50	0.0	0.03	< 0.05

PARÁMETROS	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADOS CEAG/ABC (marzo - 2016)	RESULTADOS CEAG/ABC (diciembre - 2017)	RESULTADOS LACC (septiembre -2018)
Cloruros (como Cl ⁻)	250	10.12	15.78	11.4
Cobre	2.00	N.D.	N.D.	< 0.10
Cromo total	9	N.D.	N.D.	0.0196
Dureza total (como CaCO ₃)	500.00	227.69	233.11	247.2
Fenoles	0.3	---	---	< 0.010
Hierro	0.30	0.06 / N.D.	0.04 / N.D.	< 0.1
Fluoruros (como F ⁻)	1.50	0.79	0.78	0.81
Manganeso	0.15	N.D.	N.D.	< 0.10
Mercurio	0.001	N.D.	N.D.	< 0.0005
Nitratos (como N)	10.00	2.12	1.96	3.29
Nitritos (como N)	1.00	N.D.	N.D.	< 0.020
Nitrógeno amoniacal (como N)	0.50	N.D.	N.D.	< 0.10
pH (unidades de pH)	6.5 – 8.5	7.56	7.38	7.0
Plomo	0.01	N.D.	N.D.	< 0.0050
Sodio	200.00	32.109	60.81	52.01
SDT	1000.00	479	436	497
Sulfatos (como SO ₄ ⁼)	400.00	33.86	39.28	31.33
SAAM	0.50	N.D.	N.D.	< 0.10
Trihalometanos totales	0.20	---	---	
Zinc	5.00	N.D.	0.0221	< 0.10

*A pH de 7.3

Debido a que en los resultados de los análisis de calidad del agua del laboratorio LACC (septiembre-2018), las concentraciones de aluminio y arsénico presentaron valores diferentes a los reportados por la CEAG, en todos los casos sobrepasando los límites permisibles de la NOM-127, se decidió realizar un segundo muestreo el día 18 de octubre-2018 y enviar las muestras a TRES diferentes laboratorios acreditados ante la **ema**, enviando además un ESTÁNDAR de arsénico (muestra de concentración conocida) de 0.050 mg/L.

Los resultados muestran consistencia con el arsénico, es decir, el agua del pozo Milpillas contiene arsénico por arriba del límite permisible de la NOM-127, no así el aluminio, que se encuentra dentro del límite permisible de la NOM-127, de acuerdo a los resultados de los laboratorios ABC y LACC, como se muestra en la Tabla 5-4.

Tabla 5-4. Resultados de arsénico y aluminio del segundo muestreo

PARÁMETROS	LÍMITE PERMISIBLE (NOM-127)	RESULTADOS LABORATORIO ABC	RESULTADOS LABORATORIO LACC	RESULTADOS LABORATORIO IMTA
Aluminio (muestra)	0.20	0.0071	0.0509	NA
Arsénico (muestra)	0.025	0.056	0.0396	0.0401
Aluminio (duplicado de muestra)	0.20	0.0106	---	---
Arsénico (duplicado de muestra)	0.025	0.058	---	---
Estándar de arsénico (0.050 mg/L)	---	0.056 Error: +12%	0.0406 Error: -18.8%	0.0419 Error: -16.2%

NA = No Analizado

6 ANÁLISIS DE LOS SITIOS PARA UBICAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Previo a la firma del convenio entre el IMTA y la CEAG para llevar a cabo el presente proyecto denominado: *“Ingeniería básica para planta potabilizadora, en la localidad de Milpillas de Santiago, en el municipio de Victoria, Guanajuato”*, el personal del comité del agua, tenía dos opciones para elegir un terreno donde instalar la planta potabilizadora, la primera en el predio donde se ubica el pozo y la segunda en un predio de 400 m² ubicado a una distancia aproximada de 350 metros hacia la zona centro de la localidad (ver Figura 6-1), pero dada la recomendación del personal técnico del IMTA, de ubicar la planta potabilizadora en el mismo predio donde se encuentra el pozo, cuya ventaja principal es básicamente tener un control simultáneo del pozo y la planta potabilizadora, personal del comité del agua adquirió un terreno adjunto al pozo, con salida a la carretera Victoria - Santa Catarina, ambos terrenos suman una superficie total de 440.83 m², como se muestra en el esquema de la Figura 6-2. En dicho terreno se realizó un levantamiento topográfico para proyectar la planta potabilizadora. El contrato de compra-venta del terreno se muestra en las Figura 6-3, Figura 6-4 y Figura 6-5.



Figura 6-1. Pozo Milpillas, terreno alterno y tanque elevado de mampostería

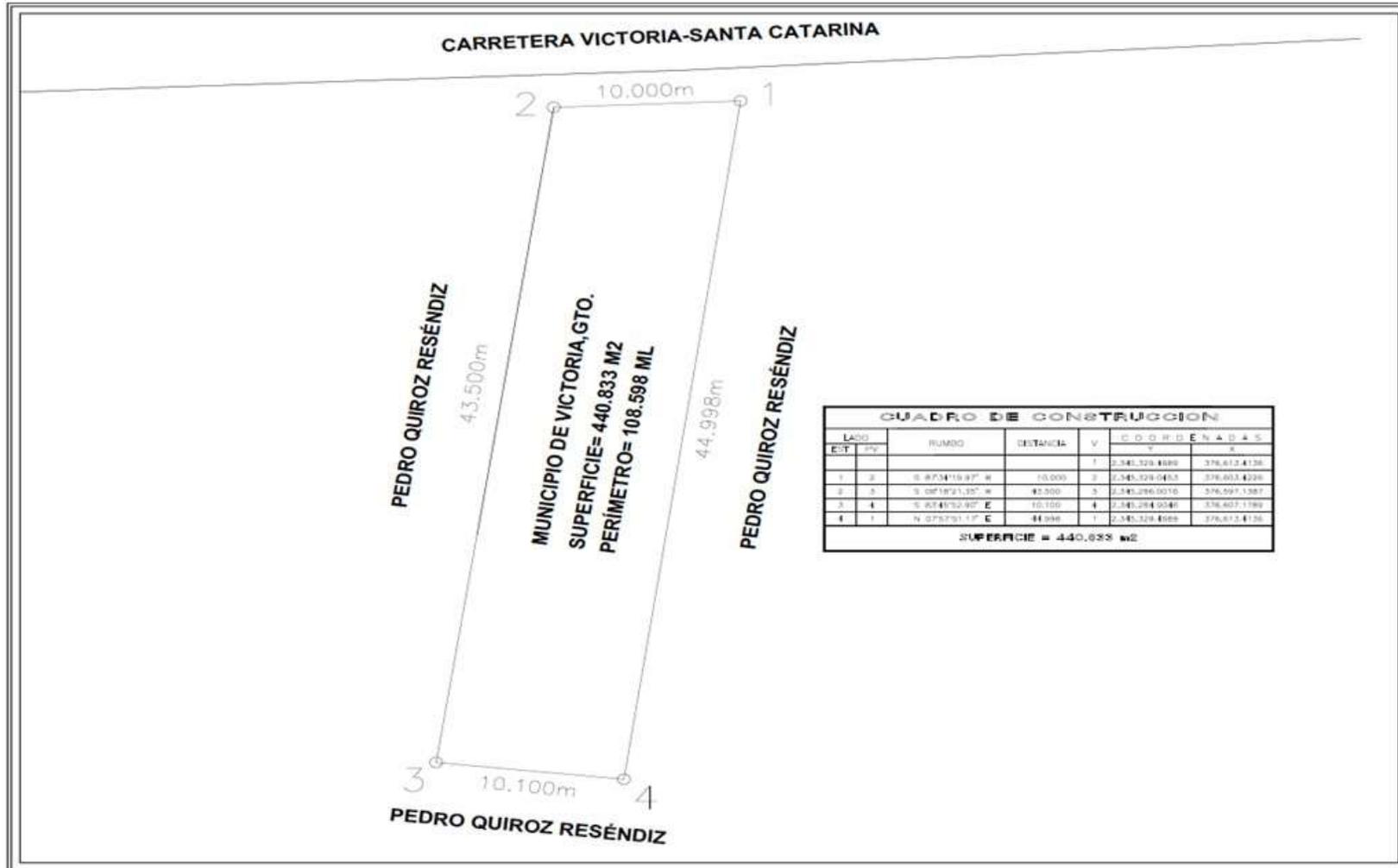


Figura 6-2. Croquis del terreno donde se construirá la planta potabilizadora (440.83 m²)

-----**CONTRATO DE COMPRA-VENTA:**-----

EN LA CIUDAD DE VICTORIA, ESTADO DE GUANAJUATO, SIENDO LAS 10:00 HRS (DIEZ DE LA MAÑANA CON CERO MINUTOS) DEL DÍA **20 (VEINTE) DEL MES DE JUNIO DEL AÑO 2018 (DOS MIL DIECIOCHO)**, COMPARECEN POR UNA PARTE EL **C. PEDRO QUIRÓZ RESÉNDIZ** QUIEN TIENE SU DOMICILIO CONOCIDO EN LA COMUNIDAD DE MILPILLAS DE SANTIAGO, PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE VICTORIA, ESTADO DE GUANAJUATO A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ “**EL VENDEDOR**” Y POR LA OTRA PARTE EL **COMITÉ DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MILPILLAS DE SANTIAGO SIENDO EL PRESIDENTE DEL MISMO EL PROFR. J. FRANCISCO QUEVEDO ARVIZU Y EL PROFR. MIGUEL ANGEL CONEJO GONZÁLEZ ÉSTE ÚLTIMO COMO TESORERO** A QUIENES EN LO SUCESIVO SE LES DENOMINARÁ “**EL COMPRADOR**”; MISMOS QUE ACUDEN A CELEBRAR EN ÉSTE ACTO EL “**CONTRATO DE COMPRA-VENTA POR MUTUO CONSENTIMIENTO**”, AL TENOR DE LAS SIGUIENTES DECLARACIONES Y CLAUSULAS SUBSECUENTES: -----

-----**DECLARACIONES**-----

PRIMERA.- MANIFIESTA EL C. PEDRO QUIRÓZ RESÉNDIZ, EN EL CARÁCTER DE “VENDEDOR”, QUE ES LEGÍTIMO PROPIETARIO DE UN PREDIO RÚSTICO DE TEMPORAL DENOMINADO “EL ARENAL”, MISMO QUE ACREDITA MEDIANTE ESCRITURA PÚBLICA N° 1/A, DE FECHA 10 DE MAYO DEL AÑO 1976, EN EL QUE SE ENCUENTRA SITUADO EL POZO DE AGUA POTABLE QUE UBICADO EN CARRETERA VICTORIA-SANTA CATARINA, PERTENECIENTE A LA COMUNIDAD DE MILPILLAS DE SANTIAGO, MUNICIPIO DE VICTORIA, GUANAJUATO. MISMO QUE TIENE LAS SIGUIENTES MEDIDAS Y COLINDANCIAS: -----

AL NORTE: MIDE 10.000 METROS (DIEZ METROS) Y COLINDA CON CARRETERA VICTORIA-SANTA CATARINA.

AL SUR: MIDE 10.100 METROS (DIEZ METROS Y DIEZ CENTÍMETROS) Y COLINDA CON EL SR. PEDRO QUIRÓZ RESÉNDIZ.

AL ESTE: MIDE 44.998 METROS (CUARENTA Y CUATRO METROS Y NOVENTA Y NUEVE CENTÍMETROS) Y COLINDA CON EL SR. PEDRO QUIRÓZ RESÉNDIZ.

AL OESTE: MIDE 43.500 METROS (CUARENTA Y TRES METROS Y CINCUENTA CENTÍMETROS) Y COLINDA CON EL SR. PEDRO QUIRÓZ RESÉNDIZ.



Figura 6-3. Contrato de compra-venta de terreno para ubicar la potabilizadora (página 1)

SEGUNDA.- MANIFIESTA EL COMITÉ DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MILPILLAS DE SANTIAGO, EN EL CARÁCTER DE “COMPRADOR”, QUE SABE Y CONOCE LA UBICACIÓN DEL PREDIO SEÑALADO EN LA DECLARACIÓN ANTERIOR DE ÉSTE CONTRATO.-----

-----CLAUSULAS-----

PRIMERA.- MANIFIESTA EL C. PEDRO QUIRÓZ RESÉNDIZ, ESTAR EN PLENO USO DE SUS FACULTADES MENTALES, LIBRE Y VOLUNTARIAMENTE SIN PRESIÓN ALGUNA PARA CELEBRAR EL PRESENTE INSTRUMENTO Y “VENDE” POR PROPIO DERECHO DE MANERA REAL, MATERIAL, JURÍDICA Y DEFINITIVAMENTE, UNA FRACCIÓN DEL PREDIO DESCRITO EN LA DECLARACIÓN PRIMERA DE ÉSTE CONTRATO EN FAVOR DEL COMITÉ DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MILPILLAS DE SANTIAGO, POR UN VALOR ECONÓMICO QUE ASCIENDE A LA CANTIDAD DE \$ 100,000.00 (CIEN MIL PESOS 00/100 M.N.), A PAGAR EN 2 (DOS) EXHIBICIONES: -----

PRIMER PAGO: EN FECHA 25 DE JUNIO DEL AÑO 2018, POR LA CANTIDAD DE \$50,000.00 (CINCUENTA MIL PESOS 00/100 M.N.).-----

SEGUNDO PAGO: EN FECHA 19 DE DICIEMBRE DEL AÑO 2018, POR LA CANTIDAD DE \$50,000.00 (CINCUENTA MIL PESOS 00/100 M.N.).-----

SEGUNDA.- MANIFIESTA EL “COMPRADOR”, QUE “ACEPTA” UNA FRACCIÓN DEL PREDIO QUE “VENDE” EL C. PEDRO QUIRÓZ RESÉNDIZ CON TODOS LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES QUE CONLLEVE, ASÍ MISMO, EL COMITÉ DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MILPILLAS DE SANTIAGO ACEPTA PAGAR AL “VENDEDOR” LA CANTIDAD DESCRITA EN LA CLAÚSULA PRIMERA DE ÉSTE CONTRATO LOS DÍAS 25 (VEINTICINCO) DE JUNIO Y 19 (DICINUEVE) DE DICIEMBRE DEL AÑO 2018 (DOS MIL DIECIOCHO).-----

TERCERA.- MANIFESTO YO EL C. PEDRO QUIRÓZ RESÉNDIZ, QUE RECIBIRÉ EN LAS CITADAS FECHAS EL PAGO TOTAL EN 2 (DOS) EXHIBICIONES POR PARTE DE EL COMITÉ DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE MILPILLAS DE SANTIAGO POR LA CANTIDAD PACTADA CON MOTIVO DE LA PRESENTE OPERACIÓN, POR LO CUAL NO ME RESERVO ACCIÓN NI DERECHO ALGUNO QUE HACER VALER CON POSTERIORIDAD EN CONTRA DEL “COMPRADOR”. -----

CUARTA.- MANIFESTAMOS LAS PARTES QUE EN EL PRESENTE CONTRATO DE COMPRA-VENTA. NO EXISTE ERROR, DOLO, MALA FE, LESIÓN, VIOLENCIA, O CUALQUIER OTRO VICIO DEL CONSENTIMIENTO.-----



Figura 6-4. Contrato de compra-venta de terreno para ubicar la potabilizadora (página 2)

QUINTA.- MANIFESTAMOS LAS PARTES QUE EL PRESENTE CONTRATO DE COMPRA-VENTA, DE SER POSIBLE, LO RATIFICAREMOS CON POSTERIORIDAD ANTE LA PRESENCIA DE NOTARIO PÚBLICO.-----

SEXTA.- EL PRESENTE CONTRATO DE COMPRA-VENTA LO FIRMAMOS POR DUPLICADO LOS QUE EN ÉL INTERVENIMOS, TANTO AL MARGEN COMO AL CALCE, PARA DEBIDA CONSTANCIA LEGAL, EN LA CIUDAD DE VICTORIA, GUANAJUATO, SIENDO LAS 10:27 HORAS (DIEZ DE LA MAÑANA CON VEINTISIETE MINUTOS) DEL DÍA 20 (VEINTE) DE JUNIO DEL AÑO 2018 (DOS MIL DIECIOCHO).-

“EL VENDEDOR”



C. PEDRO QUIROZ RESENDIZ

“EL COMPRADOR”

**COMITÉ DE AGUA POTABLE
DE LA COMUNIDAD DE
MILPILLAS DE SANTIAGO**



**ROFR. J. FRANCISCO QUEVEDO
ARVIZU
PRESIDENTE DEL COMITÉ**



**PROFR. MIGUEL ANGEL
CONEJO GONZÁLEZ
TESORERO DEL COMITÉ**

“TESTIGO”

**PROFR. JUAN GABRIEL RINCÓN ARVIZU
DELEDADO DE LA COMUNIDAD DE
MILPILLAS DE SANTAIGO**

Figura 6-5. Contrato de compra-venta de terreno para ubicar la potabilizadora (página 3)

7 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

El estudio topográfico tuvo por objeto tener los elementos físicos del terreno disponible junto al pozo para el definir el arreglo general de la planta potabilizadora (distribución de las unidades de tratamiento e infraestructura auxiliar), así como contar con la longitud de la tubería de conducción y desnivel entre el pozo y el tanque de almacenamiento que distribuye el agua en la localidad para determinar la carga total del equipo de bombeo.

El estudio incluyó los siguientes trabajos y/o actividades: localización geográfica, planimetría, altimetría con equipo de precisión, así la referenciación física suficiente del predio donde se ubicará la planta y el recorrido de la tubería de conducción hasta el tanque de almacenamiento, estableciendo bancos de nivel, y levantamiento de la infraestructura hidráulica y eléctrica del pozo, dos planos y memoria fotográfica.

La localización de construcciones casas, escuelas, templos, puentes; paramentos, guarniciones, banquetas, líneas de alta tensión; cajas de válvulas, pozos visita, árboles, postes de comunicación, cruces de ríos, arroyos, caminos, y cualquier otro elemento representativo del terreno;

Se establecieron dos bancos de nivel para construcción en el predio donde se construirá la potabilizadora, sin referenciación a un banco de nivel de INEGI porque no fue posible. Los planos cuentan con croquis de macro localización y micro localización.

En el levantamiento del sitio de la planta, se ubicaron la infraestructura arquitectónica, hidráulica y electro-mecánica del pozo (caseta de dosificación y cuarto de control eléctrico), con cotas de la tubería de descarga del pozo en cada cambio de nivel. Además, se calculó la superficie del terreno.

El trazo del eje de la conducción del pozo hasta el tanque de almacenamiento, se realizó mediante una poligonal abierta y un cadenamiento con estaciones suficientes y secciones transversales extendidas a cada 7 m del eje de trazo.

La superficie levantada del predio donde está el pozo y se construirá la planta potabilizadora tiene una superficie de 444.54 m². El terreno en general, es muy plano, con altura sobre el nivel del mar promedio de 1719.25 m; tiene desnivel hacia el lado de la calle de 1 metro (pendiente de 2.5%); aunque en los últimos tres metros hay un bordo con pendiente del 33% hasta llegar a la calle.

Se utilizaron dos bancos de nivel en el predio de la planta: uno está sobre la válvula de admisión/expulsión de aire del tren de descarga del pozo, y el otro sobre el terreno a un costado de la calle, indicado por una varilla enterrada (ver álbum fotográfico).

El levantamiento de la franja del recorrido de la tubería de conducción, desde la planta hasta el tanque de almacenamiento, dio como resultado, que la longitud es de 1311m, con desnivel total de 43.20m. En el recorrido, sólo hay una derivación, que es la toma de agua de la escuela "", no hay ningún cruce con alcantarillado

7.1 Equipo utilizado:

Se utilizó equipo topográfico de precisión:

1 GPS base marca Trimble RTK Modelo 5700 con radio externo Pacific Crest modelo PDL de 450 – 470 Mhz

1 GPS móvil marca Trimble RTK modelo 5700, con radio interno de tiempo real.

1 Estación total marca Sokkia modelo 630 RK3 con puntero laser y sensor de proximidad.

1 Lote de accesorios como, balizas, tripeé, bipode de precisión y todo lo necesario para su correcta ejecución.

7.2 Metodología del trabajo

7.2.1 Protocolo de geo-referenciación

Para determinar el arranque de los trabajos de topografía se tomó en cuenta una medición satelital promedio de 150 épocas con DATUM de 14n wgs84; una vez que el GPS base estaba en proceso de lectura, se realizaron las tomas de puntos con el GPS móvil para dicho levantamiento, con las siguientes coordenadas:

X=376606.4248; Y=2345323.8088; Z=1719.8981

Una vez que la base GPS estaba tomando lecturas con un aproximado de 2.5 horas, se procedió a realizar el post-proceso de las lecturas satelitales leídas en campo, a lo que dicho post-proceso nos determinó la siguiente coordenada:

X=376610.3650; Y=2345325.2853; Z=1719.9000

Estas coordenadas se representan en los dos planos topográficos como BN2.

Debido a que cayó un aguacero muy fuerte cuando se estaba en el cadenamamiento 0+880.00, el GPS no recibía señal de los satélites, pero cuando paró la lluvia, se continuó el levantamiento con el equipo estación total, ligando después los puntos con el GPS. El cadenamamiento 0+780.00, se utilizó como punto de liga entre el levantamiento con GPS y estación total (ver Figura 7-17).

Al día siguiente, ya cerca al pozo, se realizó el levantamiento utilizando el GPS, a partir del cadenamamiento 1+120.00.

7.2.2 Descripción del método

RTK. Significa en sus siglas en inglés (Real Time Kinematic): esto significa que los datos satelitales son post – procesados automáticamente y enviados vía radio al lugar donde se colectan los datos topográficos con una precisión no mayor a los 2cm en horizontal y no mayor de 4cm en vertical, dicho de otra manera que sin el sistema RTK los datos en campo

pueden llegar a tener variaciones de precisión de hasta 5mts dependiendo la zona geográfica y ya que estos datos se pueden ajustar después con el software haciendo un procesamiento de datos del distribuidor de la marca Trimble (trabajo de gabinete después de tomar datos para tener la misma precisión de RTK).

PRECISIÓN DE RTK.

Esta se determina por el número de satélites y las especificaciones de la marca de GPS. La precisión puede variar de 0.2 a 20 mm en horizontal, y en vertical de los 0.10 a los 40 mm en vertical.

EQUIPO UTILIZADO GPS RTK

La base. Se compone de un equipo GPS de doble banda (L1 y L2) y un radio Emisor de datos topográficos correccionales en tiempo real, el cual su función principal es mandar los datos recibidos desde la cantidad de satélites adecuados al móvil el cual se encarga de recibir esos datos con la precisión adecuada. Su posición es estar fijo en un punto con coordenadas conocidas.

El móvil. Es muy similar a la base pero su principal función es recibir los datos procesados en tiempo real y poder sobre escribir qué tipo de elemento se está levantando, ejemplo, poste eléctrico, vialidad, terreno natural, construcciones existentes, tuberías, etc. Su posición es moverse a los puntos a coleccionar.

SOFTWARE UTILIZADO

Fieldgenius. Es el software para la recolección de datos de campo. (Pocket pc)

Trimble Busines Center. Es el software de vectoramiento para el procesamiento de datos topográficos.

7.2.3 Referenciación, monumentación y croquis de localización referenciado a un mismo banco de nivel

La referenciación se estableció mediante el empleo de coordenadas geográficas y coordenadas UTM.

7.2.4 Croquis Macro-localización

La localidad de Milpillas se encuentra en el municipio de Victoria, estado de Guanajuato, a 4 Km al este de la cabecera municipal (ver Figura 7-1).

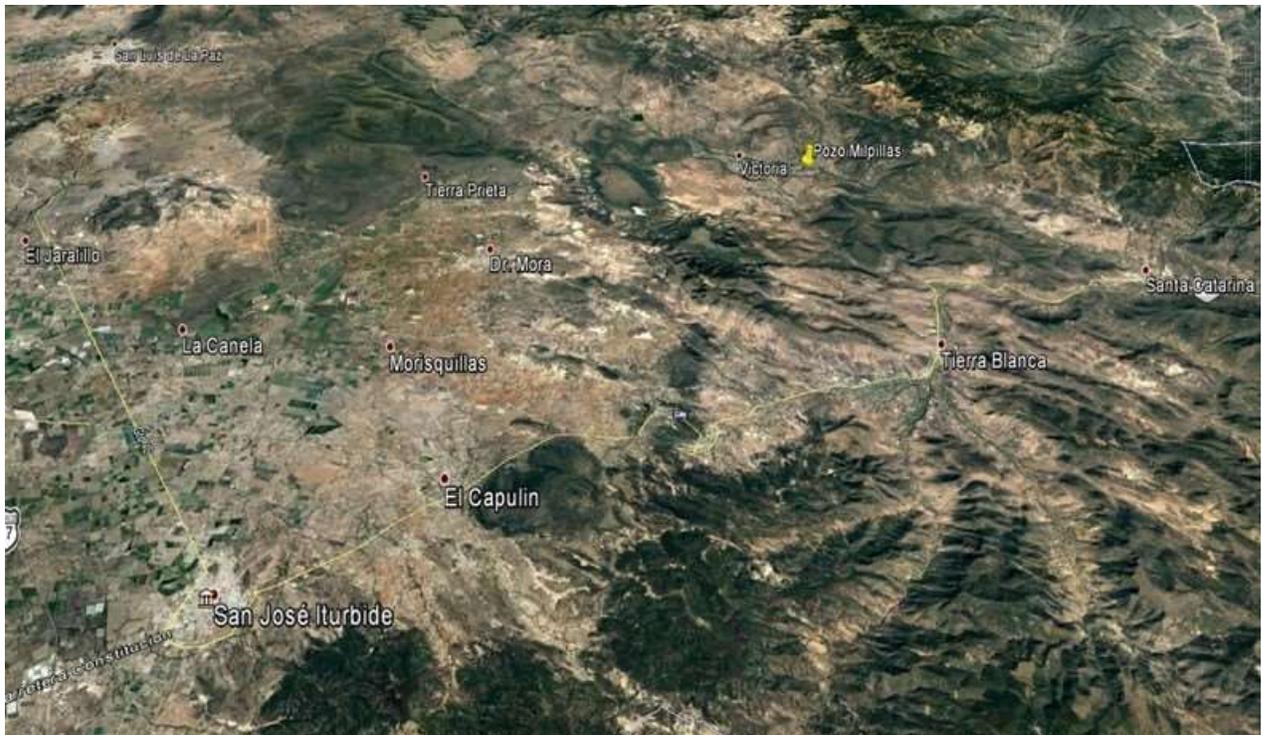


Figura 7-1. Localidad de Milpillas

7.2.5 Croquis Micro-localización

El predio donde se encuentra el pozo y donde también se construirá la planta potabilizadora, se ubica en la entrada de la localidad Milpillas, a la altura de la desviación de la carretera Milpillas – Santa Catarina, y junto al Bachillerato SABES.

Las coordenadas del pozo (BN-1), son: latitud N 21°12'17.77", y longitud W 100°11'19.05" (ver Figura 7-2).



Figura 7-2. coordenadas del pozo y bancos de nivel

7.3 Registros, cálculos y planos

7.3.1 Ficha técnica de puntos estáticos GPS

Marco Geodésico de Referencia Horizontal ITRF 92 WGS84

Denominación:	BN2	Latitud:	21° 12' 18.85846"	Fecha de medición:	01/09/2018
Post proceso:	tbc 3.50	Longitud:	100° 11' 19.75506"	Hora de inicio:	10:17:18
Estación RGNA:	Dgo-Mty	Altura elipsoidal:	1,719.90	Hora de termino:	00:33:44
Proyecto:	Milpillas	UTM X	376610.365	Observaciones:	Aire moderado
Modo:	Estático	UTM Y	2345325.285	Clima:	28 °C
Instrumento		Altura elipsoidal:	1,719.90	Fecha de Post proceso:	18/09/2018
GPS:	Trimble 5700				

Transformación a Marco de referencia Horizontal ITRF 08 Epoca 2010 TRANITRF INEGI

Latitud:	21° 12' 18.85652"	Variación en las coordenadas por la transformación ITRF92 época 1988.000 a ITRF2008 época 2010.000 (considerando un arco-segundo equivalente a 30 metros)			
Longitud:	100° 11' 19.76243"	ID	Lat (N)	Long (W)	Alt
Altura elipsoidal:	1,719.91		(metros)	(metros)	(metros)
UTM X	376610.152	BN2	0.058	0.221	0.008
UTM Y	2345325.227				
Altura elipsoidal:	1,719.91				

El BN-2 está marcado con una varilla de acero de 25cm enterrada en suelo; la punta superior es el banco de nivel.



Figura 7-3. Instalación de equipos estático y móvil en Banco de Nivel 2

7.4 Memoria fotográfica

La memoria fotográfica incluye una galería con las fotografías de ubicación del predio para la planta potabilizadora, bancos de nivel para construcción, vértices del predio, recorrido de la línea de conducción, cajas de válvulas, tanque de almacenamiento, etc., así como momentos del personal trabajando.



Figura 7-4. Predio actual del pozo de agua de Milpillas



Figura 7-5. Predio del pozo y terreno adicional para la construcción de la planta potabilizadora



Figura 7-6. Banco de Nivel 1 (1720.30 msnm), sobre la válvula de expulsión de aire, en el tren de descarga del pozo



Figura 7-7. Iniciando el levantamiento en el tren de tubería del pozo, cadenamamiento 0+003.00



Figura 7-8. Banco de Nivel 2 (1719.90 msnm), punto inicial del levantamiento



Figura 7-9. Límite del predio del pozo, junto a la calle



Figura 7-10. Inicio de recorrido siguiendo la calle, cadenamamiento 0+040.00



Figura 7-11. Banco de Nivel 3 está sobre el pavimento representado por un clavo de acero sobre roldana



Figura 7-12. Siguiendo la línea de conducción, aguas abajo, cadenamamiento 0+110.00



Figura 7-13. Cadenamiento 0+180.00 punto localizado sobre el concreto



Figura 7-14. Cadenamiento 0+280.00, camino al tanque elevado



Figura 7-15. Cadenamiento 0+680.00 (válvula de control)



Figura 7-16. Cadenamiento 0+880.00, punto en el que se continuó con la estación total, ligando después los puntos con el GPS



Figura 7-17. Cadenamiento 0+780.00, punto que se utilizó como liga entre el levantamiento con GPS y estación total.



Figura 7-18. Cadenamiento 1+120.00, ya cerca al pozo, se realizó al siguiente día utilizando el GPS



Figura 7-19. Cadenamiento 1+140.00 cambio de dirección de la tubería para subir al tanque de almacenamiento



Figura 7-20. Cadenamiento 1+280.00, tubería en ascenso al tanque



Figura 7-21. Cadenamiento 1+297.00 llegada de la tubería al tanque de almacenamiento

8 SISTEMA DE TRATAMIENTO

8.1 Sitio donde se construirá la planta

La planta potabilizadora se construirá en el predio donde se ubica el pozo profundo que actualmente utiliza la Comunidad de Milpillás, Municipio de Victoria, Guanajuato como única fuente de abastecimiento. Como ya se especificó en el apartado 6 del presente informe.

8.2 Descripción general

El proyecto funcional de la planta potabilizadora para el agua del pozo se basa en tratar el caudal del pozo, donde la información de la calidad del agua que fue entregada por la CEAG y corroborada por el IMTA en dos muestreos, muestran que el agua es de buena calidad y el único elemento que no cumple con el límite permisible de la NOM-127 es el arsénico.

La concentración de arsénico encontrada varió de 0.0322 a 0.058 mg/L por la CEAG/lab ABC (2016) y por el laboratorio ABC (2018) respectivamente.

El proceso de remoción de arsénico ya se mencionó en el apartado 2.2 del presente informe, el cual consiste en el uso de la filtración directa en arena y antracita utilizando filtración a presión, con el empleo de hipoclorito de sodio a la entrada de los filtros para oxidar al arsénico y la aplicación de cloruro férrico (FeCl_3) como coagulante para finalmente co-precipitarlo con los hidróxidos de hierro formados.

Para el arsénico se considera una remoción cercana al 100%, lo que asegura que la concentración residual será inferior a los 0.01 mg/L que establecen las guías internacionales y muy por debajo de la normatividad mexicana vigente que establece como límite permisible 0.025 mg/L.

El agua se extrae del pozo Milpillás por medio de un equipo de bombeo que la manda directamente a la batería de filtros y de ahí a un tanque de agua tratada (cárcamo de bombeo). Hay una válvula de derivación por si se requiere parar el sistema y mandar directamente el agua al tanque sin pasar por los filtros.

En el plano Diagrama de Proceso y Balance de Masa se presentan a nivel general las operaciones unitarias que componen la planta, sus relaciones, los caudales y concentraciones que los comunican.

En el plano Perfil Hidráulico se tienen los desniveles que guardan las diferentes estructuras que componen el sistema.

En el plano de Arreglo General aparecen los elementos de la planta ubicados en el terreno que se seleccionó para ubicar la potabilizadora.

Las interconexiones de los diferentes elementos de la potabilizadora se muestran en el plano de líneas de interconexión y aparecen de acuerdo al arreglo de conjunto las tuberías que conectan los diferentes tanques y sistemas de la potabilizadora, en este plano se incluye también la línea que conduce el agua recuperada en el proceso de espesado y

deshidratado de lodos, la de recuperación de agua de lavado de filtros y de ayuda del sistema de cloración.

Se tienen también las líneas de drenaje de tanques en el plano Líneas de Interconexión y los de drenajes de aguas negras.

8.3 Filtración

El agua proveniente del pozo se conduce por una tubería de 4" de diámetro hasta los filtros. En el tren de descarga del pozo se cuenta con un juego de válvulas que permiten derivar el agua cruda, sin pasar por los filtros hasta el cárcamo de bombeo, en caso de parar el proceso por reparación o mantenimiento.

Para llevar a cabo la filtración se proponen tres tanques a presión, empacados con 70 cm de arena y 30 cm de antracita.

Cada filtro cuenta con cuatro válvulas de control para la entrada de agua cruda, salida de agua tratada, entrada de agua de retrolavado y salida de agua de retrolavado. El agua cruda entra por la tapa superior y sale por el fondo del filtro; el agua de retrolavado entra por el fondo del filtro y sale por la parte superior.

El fondo de cada filtro está conformado por una placa perforada, en la cual se fijan toberas de acero inoxidable para retrolavado con agua.

El retrolavado se hace a presión mediante bombeo del agua del tanque de agua tratada, y mientras un filtro se lava, los otros dos siguen trabajando. El agua para el retrolavado entra por la misma tubería por la que sale el agua filtrada cuando están en fase de operación e ingresa al filtro a través de las toberas para repartirse a lo largo y ancho del filtro.

La planta tiene un caudal de diseño de 8 L/s, para la filtración se establecieron tres filtros de 1.37 m de ancho por 3.05 m de alto (incluidas las tapas torresféricas), con un área de 1.48 m² por filtro. El retrolavado se propone con una tasa de 60 m/h, por lo que se requiere un caudal de 24.6 L/s que se extraerá del tanque de agua tratada.

Los filtros trabajan a flujo descendente; como no tienen mucha restricción en la entrada a cada uno de ellos, todos los filtros tienen aproximadamente el mismo nivel del agua sobre el medio filtrante y como salen también a una tubería común, la pérdida de carga que vencen es aproximadamente la misma en todos.

Aunque son a presión, el agua se reparte a cada uno de los cuatro filtros según su estado de limpieza, el más limpio es el que tiene mayor capacidad y filtra más caudal, el más sucio es el que filtra menos, los que tienen una suciedad intermedia filtran un caudal intermedio.

Este comportamiento se denomina de tasa declinante porque al irse tapando por la suciedad que van reteniendo, van filtrando menos caudal y esa diferencia la van pasando a los otros filtros que están más limpios.

Mientras se lava un filtro, como el caudal que entra a la planta es el mismo, el total se reparte entre los filtros en operación, por lo tanto, el caudal que filtran los que quedan en

operación aumenta. Durante el retrolavado de un filtro, los dos restantes estarán operando a una tasa de 11.0 m/h; en condiciones normales los cuatro operarán a 7.0 m/h.

El retrolavado de los filtros se llevará a cabo por tiempo, el cual se programará y ajustará cuando entren en operación. En principio se espera que se retro laven cada 48 horas, siempre y cuando el nivel del tanque de agua tratada lo permita. Para el correcto lavado de los filtros se requiere que el tanque de agua tratada tenga al menos 22.1 m³, por lo cual se contempló un volumen de almacenamiento total de 44.3 m³/día para asegurar el retrolavado y media hora de operación en caso de paro del pozo.

8.4 Precloración y desinfección

La precloración se realizará con hipoclorito de sodio directamente en la tubería de llegada a los filtros, dado que actualmente es el sistema que utilizan para desinfectar el agua que sale directamente del pozo. Para el tamaño de la planta y por seguridad de la población, se recomienda seguir utilizando el hipoclorito de sodio líquido al 13%.

Aplicación de cloro en línea para oxidar el arsénico III (arsenito) a arsénico V (arsenato).

Aplicación de cloruro férrico (FeCl₃) en línea para propiciar la formación de hidróxidos de hierro insolubles en el agua

El objetivo principal de la precloración es para oxidar el arsénico III (arsenito) a arsénico V (arsenato), pero se contempla además dejar un residual que permita cumplir con la norma para desinfección. Se prevé reducir el arsénico de 0.05 mg/L (valor máximo detectado en el agua problema) a 0.001 mg/L. Para un factor de eficiencia en la oxidación del arsénico por el HOCl de 1.42, más un residual de 0.5 mg/L, se tiene contemplado una dosis de 6.61 mg/L de NaOCl.

Con relación a la dosificación del cloruro férrico se tiene un factor de eficiencia de 40 y la dosis para una concentración de arsénico de 0.050 mg/L será de 14.52 mg/L.

Posterior a los filtros se tiene el Tanque de Agua Tratada, al cual llegará el agua ya con el residual de cloro para asegurar el proceso de la desinfección. No se contempla la poscloración, dado que el tiempo de residencia en el tanque es corto y es suficiente para llegar al tanque elevado de distribución.

Con las dosificaciones de 6.61 mg/L de NaOCl en precloración, el consumo que se tiene es de 1.01 kg/d y para la dosis de 14.52 mg/L de FeCl₃, el consumo será de 2.30 kg/día.

8.5 Procesamiento de los lodos y aguas de desecho

8.5.1 Recuperación de agua de lavado de filtros

El diseño de las instalaciones de recuperación de agua de lavado de filtros se basó en una carrera de filtración de 48 horas, lo que permite que el tanque de agua tratada se pueda recuperar en tres horas durante la recirculación del agua clarificada.

La carrera de los filtros esperada, la mayor parte del tiempo estará en 48 horas, esto representa que para los tres filtros que forman la planta, se tendrían un lavado cada 16 horas, y se pueden desfazar las carreras de los retrolavados de tal manera que se lave un filtro cada 2 días.

Si tomamos en cuenta que por la secuencia de lavado se tendría la descarga del agua de lavado de un filtro durante 10 minutos, más el tiempo de sedimentación en el espesador de 120 minutos, más el tiempo de recirculación de 3 horas, más el tiempo de extracción de lodos del espesador de 10 minutos, se tiene una carrera de 5 horas y media, debiendo considerar además el vaciado del filtro.

La velocidad de lavado de 60 m/h multiplicada por el área de cada filtro corresponde a un caudal de 0.0246 m³/s, el tiempo que se puede mantener un lavado es de 10 minutos, lo que arroja un volumen total de 14.78 m³ por filtro. Este volumen se descargaría cada 5.5 horas en un tanque espesador de acero al carbón, con fondo cónico, que está diseñado para un volumen total de 16.38 m³, un diámetro de 2.5 m y una altura total de 3.93 m.

Los lodos se espesarán en el fondo del tanque, del cual se extraerán periódicamente por gravedad a un cárcamo de lodos, hasta un volumen de 1.33 m³/d.

De acuerdo a lo anterior, si se almacena y deja sedimentar el agua de lavado, la bomba de recirculación deberá ser para un caudal de 1.35 L/s, para un tiempo de 3 horas. Sólo se está considerando una bomba

Del cárcamo de lodos, estos se mandarían al filtro prensa mediante una bomba neumática, con gasto de 0.44 m³/día. Tampoco se contempla una bomba de reserva

8.6 Diagrama de flujo del proceso

La figura Figura 8-1 presenta un esquema general y en la Figura 8-2 el arreglo de conjunto del sistema de tratamiento para remoción de arsénico por filtración directa. El sistema consistirá de las siguientes unidades:

- Bomba de pozo
- Medidor de flujo
- Filtros a presión
- Tanque de almacenamiento y cárcamo de bombeo de agua filtrada y retrolavado
- Sedimentador de agua de retrolavado (incluye bombeo para la recirculación del agua de retrolavado)
- Cárcamo de bombeo de lodos
- Filtro prensa

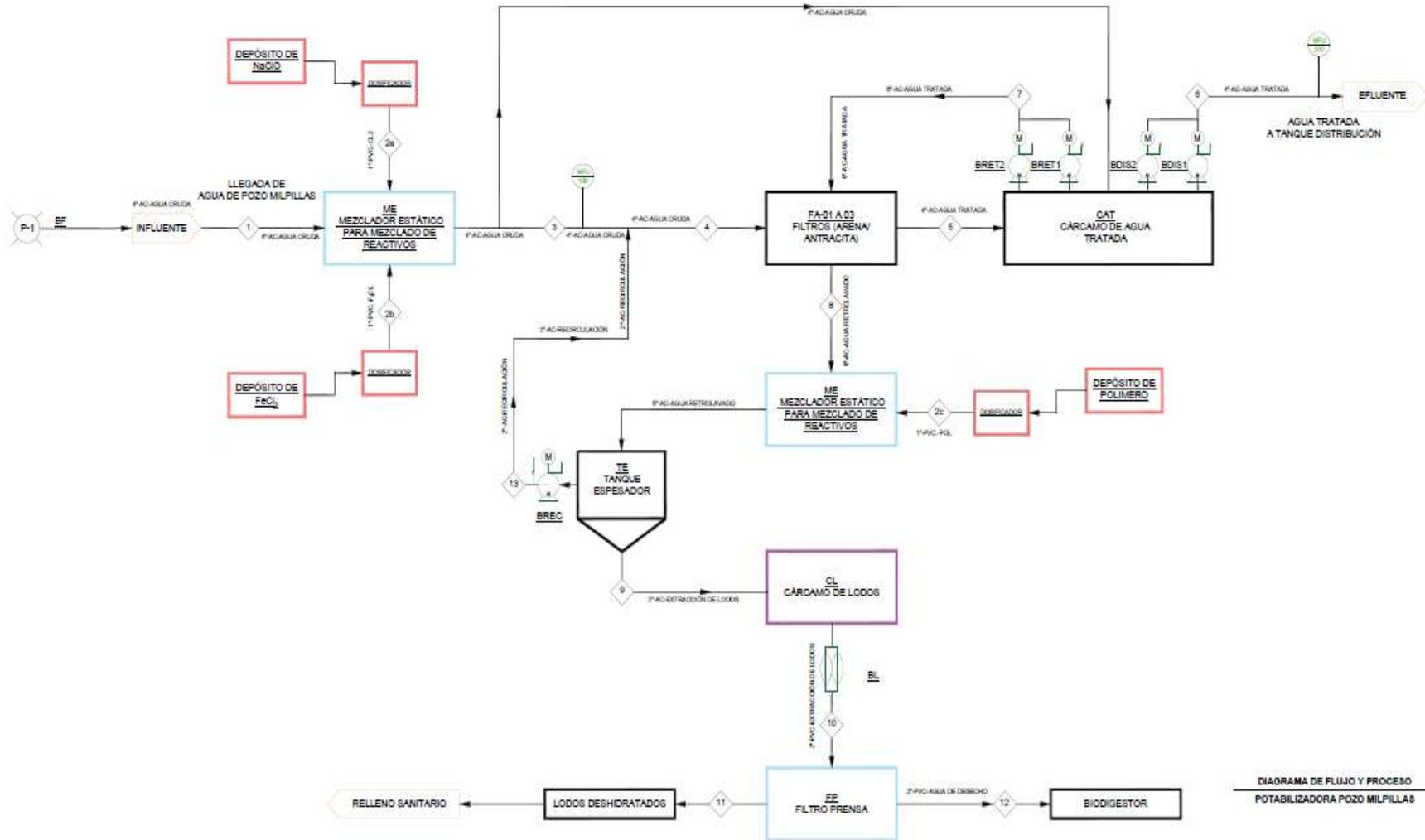


Figura 8-1. Diagrama de flujo para la potabilizadora de Pozo Milpillal

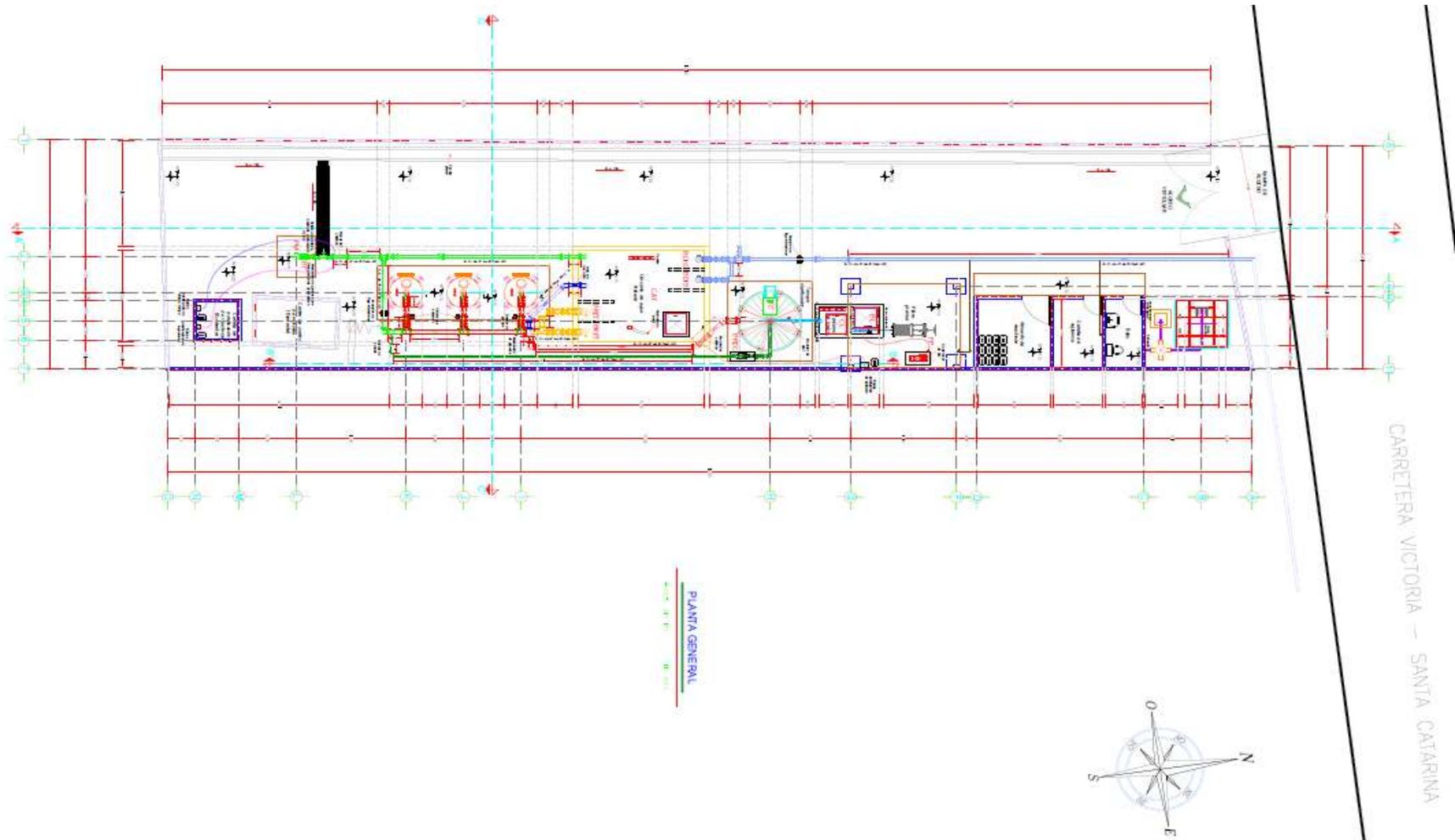


Figura 8-2. Arreglo de conjunto de la planta potabilizadora del pozo Milpillás

9 MEMORIA DE CÁLCULO DEL DISEÑO FUNCIONAL

El diseño funcional, se presenta en una serie de hojas de cálculo que resumen el proceso de selección y dimensionamiento de los principales equipos y estructuras que conforman la planta potabilizadora para remoción de arsénico. En cada hoja se presentan los datos y formulas utilizadas en el cálculo.

9.1 Datos generales

En la Tabla 9-1 se muestra la hoja de Datos Generales que contiene todos los datos y constantes requeridas para el cálculo de la planta potabilizadora.

Tabla 9-1 Datos generales

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD
DATOS DE OPERACIÓN			
Caudal de diseño	Q_D	0.008	m ³ /s
Frecuencia de retrolavado de filtros (revisar hoja de retrolavado)	$FRECRET$	3	días
Tiempo de retrolavado	t_{RET}	10.0	min
Tiempo de sedimentación de agua retrolavada	t_{SED}	2.0	h
Tiempo de recirculación de agua clarificada	t_{REC}	3.0	h
Tiempo de extracción de lodos del espesador	t_{LE}	10.0	min
Tiempo de extracción de lodos del cárcamo al filtro prensa	t_{LC}	120.0	min
Tiempo de almacenamiento en tanque de agua tratada	t_{TAT}	0.50	h
Tiempo de operación de la planta por día	t_{OP}	5.50	h
Temperatura del agua	T_{AGUA}	20.0	°C
Número de operadores/semana	-	1.00	Personas
DATOS DE DISEÑO			
Tipo del cambio	-	19.9	\$/dólar
Inflación (de 2017 a la fecha de cálculo)	-	9.46%	-
Zona del país en donde se encuentra la planta	-	Bajío	-
Incluye cárcamo de agua cruda	-	No	-
Incluye cárcamo de agua tratada	-	Si	-
Incluye distribución a red o carga a la salida de la planta	-	Si	-
Incluye filtrado de lodos	-	Si	-
Fuente de alimentación a la batería de filtros	-	Pozo	-
Agua para retrolavado	-	Tratada	-
Criterio de selección de la configuración del sistema	-	Menor costo total	-
CALIDAD DEL AGUA			
Contaminante a remover	-	Arsénico	-
Tipo de tratamiento	-	Filtración directa	-

Tabla 9-1 Datos generales

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD
Concentración de arsénico	C_{As}	0.050	mg/L
REACTIVOS			
Desinfectante a utilizar	-	Hipoclorito de Sodio	-
Ácido hipocloroso residual	$HOCl_{RESIDUAL}$	1.50	mg/L
Tiempo de almacenamiento del desinfectante	$t_{A CI}$	14.00	días
Tiempo de almacenamiento de coagulante y/o polímero	$t_{A OTROS}$	14.00	días
VELOCIDADES Y TASAS			
Tasa de filtración de trabajo mínima	v_{FTMIN}	6.00	m/h
Tasa de filtración de trabajo recomendada	v_{FTR}	7.00	m/h
Tasa de filtración de trabajo máxima	v_{FTMAX}	8.00	m/h
Tasa de filtración de trabajo máxima durante el retrolavado	v_{FTRMAX}	11.00	m/h
Tasa de retrolavado recomendada	v_{RETR}	60.00	m/h
Velocidad máxima en tuberías de agua cruda o tratada	v_{AMAX}	1.25	m/s
Velocidad máxima en tuberías de retrolavado	v_{DMAX}	2.50	m/s
Velocidad máxima de succión en cárcamo	v_{SMAX}	1.70	m/s
MEDIO FILTRANTE			
Material filtrante (1)	-	Antracita	-
Material filtrante (2)	-	Arena Sílice	-
Medio soporte	-	Grava	-
Espesor del medio filtrante (1)	L_1	0.30	m
Espesor del medio filtrante (2)	L_2	0.70	m
Espesor del medio soporte	L_S	0.30	m
Porosidad del medio filtrante (1)	n_1	0.58	-
Porosidad del medio filtrante (2)	n_2	0.45	-
Porosidad del medio soporte	n_S	0.50	-
Coeficiente de esfericidad medio filtrante (1)	CE_1	0.53	-
Coeficiente de esfericidad del medio filtrante (2)	CE_2	0.75	-
Coeficiente de esfericidad medio soporte	CE_{MS}	0.60	-
Factor de forma del medio filtrante (1)	φ_1	0.73	-
Factor de forma del medio filtrante (2)	φ_2	0.70	-
Densidad real del medio filtrante (1)	ρ_{R1}	1473.00	kg/m ³
Densidad aparente del medio filtrante (1)	ρ_{A1}	972.00	kg/m ³
Densidad real del medio filtrante (2)	ρ_{R2}	2650.00	kg/m ³
Densidad aparente del medio filtrante (2)	ρ_{A2}	1540.00	kg/m ³
Densidad del medio soporte	ρ_S	2400.00	kg/m ³
Porcentaje de expansión máxima del medio filtrante	exp	74.00	%

Tabla 9-1 Datos generales

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD
CUERPO DE FILTROS			
Presión de Trabajo (máxima 14 kg/cm ² con eficiencia de soldadura del 100 % en tapas y material ASME SA-612)	P_T	3	kg/cm ²
Material mínimo requerido para el cuerpo del filtro	-	ASME SA-36	-
Esfuerzo máximo de tensión del material requerido para el filtro	S_F	1167.40	kg/cm ²
Material mínimo requerido para el cuerpo del espesador	-	ASME SA-283 Gr C	-
Esfuerzo máximo de tensión del material requerido para el espesador	S_E	1104.10	kg/cm ²
Eficiencia de soldadura para juntas a tope del cuerpo del filtro	E_C	0.85	-
Eficiencia de soldadura para juntas a tope de la tapa del filtro	E_T	1.00	-
Espesor por corrosión	e_C	1.59E-03	m
TOBERAS			
Material de Toberas para bajo dren	-	AI 304 o 316	-
Caudal máximo de retrolavado por tobera	Q_{TOBMAX}	9.19E-04	m ³ /s
Diámetro de conexión de tobera	D_{TOB}	0.0254	m
Diámetro del elemento microrranurado	D_{MICRO}	0.0500	m
Área total de la tobera para el flujo	A_{FLUJO}	6.50	cm ²
Apertura de microrranura	a_{MICRO}	3.00E-04	m
Distancia óptima de colocación entre centros de dos toberas	L_{OTOB}	0.12	m
Distancia máxima de colocación entre centros de dos toberas	L_{MTOB}	0.30	m
Longitud de conexión de tobera	L_{CTOB}	0.08	m
Longitud de microrranurado	L_{MICRO}	0.060	m
ESPEADOR Y CÁRCAMOS			
Bordo libre	B_L	0.20	m
Altura propuesta del cuerpo del espesador	h_{CE}	2.50	m
Ángulo de fondo del espesador	θ_{FE}	45.00	° Grados
Profundidad propuesta del cárcamo de lodos	h_{CL}	1.00	m
Profundidad o altura total del cárcamo de agua tratada (se debe considerar un bordo libre de 20 cm: profundidad total 2.20 m)	h_{CMAX}	2.00	m
Profundidad aproximada de la plantilla del cárcamo con respecto a la cota de terreno	$h_{PLANTILLA}$	2.00	m
Espesor aproximado de los muros	E_{SMC}	0.30	m
Espesor aproximado de las mamparas de las cámaras de succión	E_{SMCS}	0.15	m
LONGITUDES Y PIEZAS ESPECIALES			
Nivel dinámico del pozo (fijar en cero si la alimentación es de cárcamo)	ND	36.50	m
Cota de terreno de la planta	-	1719.75	msnm

Tabla 9-1 Datos generales

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD
Longitud de tubería de alimentación (pozo o tanque) al múltiple de la batería de filtros		5.00	m
No. de codos de 90° en la tubería de alimentación al múltiple de la batería de filtros		2.00	-
No. de codos de 45° en la tubería de alimentación al múltiple de la batería de filtros		0.00	-
No. de tees en la tubería de alimentación al múltiple de la batería de filtros		1.00	-
No. de válvulas en la tubería de alimentación al múltiple de la batería de filtros		1.00	-
Longitud de tubería del múltiple de agua tratada al tanque de agua tratada		9.00	m
No. de codos de 90° en la tubería del múltiple de agua tratada al tanque de agua tratada		4.00	-
No. de codos de 45° en la tubería del múltiple de agua tratada al tanque de agua tratada		1.00	-
No. de tees en la tubería del múltiple de agua tratada al tanque de agua tratada		0.00	-
No. de válvulas en la tubería del múltiple de agua tratada al tanque de agua tratada		0.00	-
Longitud de tubería del tanque al múltiple de entrada de retrolavado		1.00	m
No. de codos de 90° en la tubería del tanque al múltiple de retrolavado de entrada		0.00	-
No. de codos de 45° en la tubería del tanque al múltiple de retrolavado de entrada		0.00	-
No. de tees en la tubería del tanque al múltiple de retrolavado de entrada		0.00	-
No. de válvulas en la tubería del tanque al múltiple de retrolavado de entrada		0.00	-
Longitud de tubería de la salida del múltiple de retrolavado al tanque espesador		12.00	m
No. de codos de 90° en la tubería de salida del múltiple de retrolavado al tanque espesador		5.00	-
No. de codos de 45° en la tubería de salida del múltiple de retrolavado al tanque espesador		2.00	-
No. de tees en la tubería de salida del múltiple de retrolavado al tanque espesador		0.00	-
No. de válvulas en la tubería de salida del múltiple de retrolavado al tanque espesador		0.00	-
Longitud de tubería de recirculación del tanque espesador a la tubería de alimentación o tanque		17.00	m
No. codos en la tubería de recirculación del tanque espesador a la tubería de alimentación o tanque		6.00	-
Longitud de tubería de extracción de lodos del tanque espesador al cárcamo de lodos		2.00	m
No. codos en la tubería de extracción de lodos del tanque espesador al filtro prensa		2.00	-
DATOS DE EQUIPOS			
Carga a la salida de la planta* *Calculado mediante modelo hidráulico	H_{DIS}	70.00	m
Eficiencia del equipo de bombeo	η	75.00	%

Tabla 9-1 Datos generales

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD
Equipos de bombeo de repuesto para filtración	-	No	-
Número de equipos de repuesto para filtración	-	0	-
Equipos de bombeo de repuesto para retrolavado	-	Si	-
Número de equipos de repuesto para retrolavado	-	1	-
Equipos de bombeo de repuesto para distribución	-	Si	-
Número de equipos de repuesto para distribución	-	1	-
Filtro malla en tubería de alimentación a filtros	-	No	-
Presión de operación del filtro malla	P_{FMALLA}	2.50	kg/cm ²
Pérdida de carga en mezclador estático	h_{MEST}	0.20	m
Presión de operación del sistema de deshidratación	P_{FP}	8.00	kg/cm ²
Concentración en peso esperada de deshidratación	C_{DESH}	30	%
Tipo de motor de la bomba para filtración	-	Externo	-
Tipo de motor de la bomba para retrolavado	-	Externo	-
Tipo de motor de la bomba para distribución	-	Externo	-
Tipo de motor de la bomba para recirculación	-	Externo	-
Tipo de motor de la bomba para lodos	-	Externo	-
DATOS CONSTANTES			
Densidad del agua	ρ_{AGUA}	998.20	kg/m ³
Viscosidad cinemática del agua	ν_{AGUA}	1.00E-06	m ² /s
Peso específico del agua	γ_{AGUA}	9792.34	N/m ³
Gravedad específica del agua	SG	1.00	-
Presión de vapor del agua	H_{VAP}	0.24	m
Peso específico del lodo	γ_L	9890.27	N/m ³
Presión atmosférica	H_{ATM}	8.43	m
Aceleración de la gravedad	g	9.81	m/s ²
Rugosidad absoluta del material de tobera	ϵ_{TOB}	6.00E-07	m
Rugosidad absoluta del material de las tuberías	ϵ_T	5.00E-05	m
Pérdida de carga adicional en filtro sucio	h_{FS}	0.40	m

9.2 Selección del número y diámetro de filtros

Para la selección del número y diámetro de filtros más adecuado para la planta, primeramente, se realizó una comparativa general, considerando costo de materiales, consumo energético y área requerida por las estructuras para diferentes tamaños y números de filtros. Se seleccionaron las configuraciones que cumplieron los criterios establecidos en la hoja de Datos Generales y posteriormente, mediante el criterio de menor costo de inversión, se seleccionó la mejor opción para la planta, resultando en tres filtros de 1.37 m de diámetro interior (4.5 ft).

En la Tabla 9-2 se presenta el cuadro resumen del proceso de selección, la secuencia completa puede revisarse en la versión en Excel de la hoja de cálculo.

Una vez seleccionada la configuración de filtros para la planta, se procede al dimensionamiento de las estructuras, el cual se presenta en las secciones siguientes.

Tabla 9-2 Selección de número de filtros

RESUMEN OPERACIÓN					
Numero de filtros	Diámetro comercial (m)	Área total de la Planta (m ²)	Costo de energía por retrolavado (\$/año)	Costo de inversión (\$)	Costo total (\$)
3	1.37	51.57	1,249.18	752,938.68	754,187.86
4	1.22	48.58	1,425.55	788,131.75	789,557.30
6	0.91	42.04	866.52	854,599.42	855,465.94
8	0.76	40.52	652.84	997,633.08	998,285.91
10	0.76	45.72	682.08	1,191,902.07	1,192,584.14
14	0.61	45.59	514.22	1,398,802.12	1,399,316.33
16	0.61	49.66	537.52	1,568,369.71	1,568,907.23

9.3 Dimensionamiento de filtros

En esta sección se calcula la altura del cuerpo de los filtros, así como de las tapas torisféricas de los mismos. Igualmente, se calcula la altura libre bajo los filtros para la instalación de tuberías y se determina el diámetro de la válvula de admisión y expulsión de aire requerida para el filtro (ver Tabla 9-3).

Tabla 9-3. Dimensionamiento de filtros

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
DATOS				
Caudal de diseño	Q_D	0.008	m ³ /s	
Caudal de recirculación	Q_{REC}	0.0014	m ³ /s	
Caudal por filtro durante el retrolavado de uno de ellos	Q_{FTR}	0.0040	m ³ /s	
Espesor mínimo con corrosión	e_{TF}	0.006	m	
Diámetro comercial tubería de retrolavado	D_{RET}	6.00	plg	
Longitud de codo de 90°	L_{CODO}	0.2032	m	
Tasa de filtración de trabajo recomendada	V_{FTR}	7.00	m/h	

Tabla 9-3. Dimensionamiento de filtros

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Espesor del medio filtrante (1)	L_1	0.30	m	
Espesor del medio filtrante (2)	L_2	0.70	m	
Espesor del medio soporte (Grava)	L_S	0.30	m	
Porcentaje de expansión máxima del medio filtrante	exp	74.00	%	
RESULTADOS				
Área de filtración total requerida	A_T	4.1	m ²	$A_T = \frac{Q_D}{v_{FTR}}$
Número de filtros	N_F	3	-	
Diámetro comercial	D_{CF}	1.37	m	
Diámetro exterior del filtro	D_{EF}	1.38	m	$D_{EF} = D_{CF} + 2e_{TF}$
Área filtro comercial	A_{FC}	1.48	m ²	$A_{FC} = \frac{\pi \cdot D_{CF}^2}{4}$
Caudal de trabajo	Q_T	0.0094	m ³ /s	$Q_T = Q_D + Q_{REC}$
Tasa de filtración de diseño	v_{FD}	6.50	m/h	$v_{FD} = \frac{Q_D}{(A_{FC} \cdot N_F)}$
Tasa de filtración de trabajo	v_{FT}	7.60	m/h	$v_{FT} = \frac{Q_T}{(A_{FC} \cdot N_F)}$
Tasa de filtración de trabajo durante el retrolavado	v_{FTR}	9.75	m/h	$v_{FTR} = \frac{Q_D}{(A_{FC}(N_F - 1))}$
Altura recta de filtro (cuerpo cilíndrico)	h_{CF}	2.462	m	$h_{CF} = L_1 + L_2 + L_S + exp + 0.2$ 0.2m = Espacio para colocación de soleras de soporte de falso fondo
Altura de tapa toriesferica (Fondos Klopper)	h_{TF}	0.293	m	$h_{TF} = (0.1935D_{CF} - 0.455e_{TF}) + 3.5e_{TF} + e_{TF}$
Altura del filtro (cuerpo cilíndrico más tapas). La altura libre bajo el filtro varía 3 cm de memoria a plano debido a que en el plano debe ajustarse al arreglo total del conjunto.	h_F	3.05	m	$h_F = h_{CF} + (2 * h_{TF})$

Tabla 9-3. Dimensionamiento de filtros

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Altura libre entre tapa inferior del filtro y piso	h_{LIBREF}	0.529	m	$h_{LIBREF} = 0.15 + L_{CODO} + \frac{D_{RET}}{2} + 0.1$
Altura total del filtro con apoyos. La altura del filtro con apoyos es 3.577 en memoria y 3.61 en plano, varía 3 cm debido a lo que se explicó antes en "Altura del filtro"	h_{FTOTAL}	3.577	m	$h_{FTOTAL} = h_F + h_{LIBREF}$
Diámetro de las válvulas de admisión y expulsión de aire	-	0.75	plg	De tablas

Los filtros se diseñan tomando como base la Figura 9-1, de donde las tapas toriesféricas se diseñan bajo el estándar DIN 28011, el cual se representa en la Figura 9-2. La válvula de admisión y expulsión de aire, se calcula tomando como base la Figura 9-3 proporcionada por VAMEX.

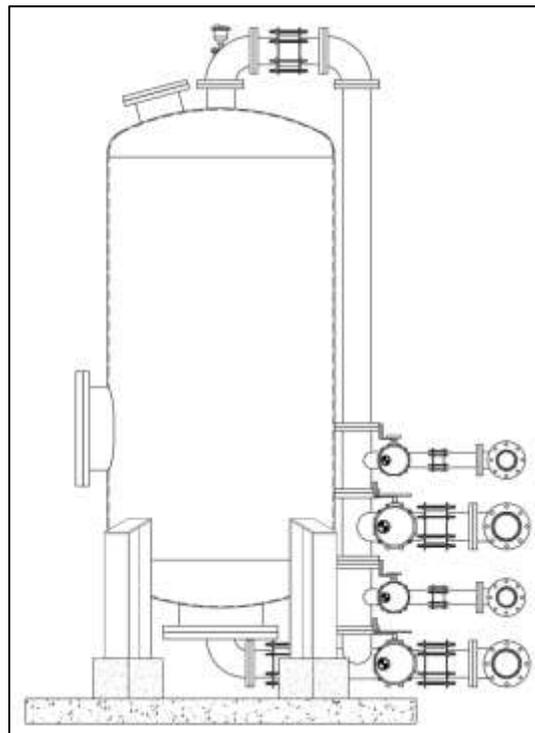


Figura 9-1. Configuración estándar para filtros a presión

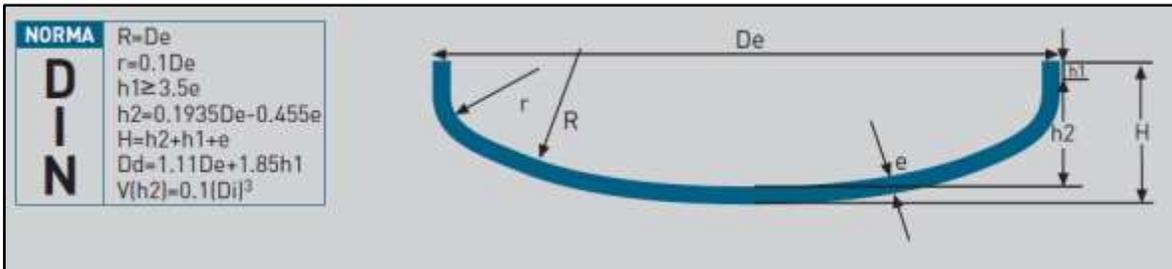


Figura 9-2. Tapa toriesférica bajo el estándar DIN 28011

SELECCIÓN DE DIÁMETROS PARA LA DESCARGA DE LA BOMBA:

Tabla para seleccionar las válvulas de admisión y expulsión de aire en la descarga a bombas de pozo profundo

Gasto en lps de la bomba sin carga	13	20	30	75	125	310	500	1260	2250	3150
Diámetro de la válvula	½	¾	1	2	3	4	6	8	10	12

EQUIPO DE BOMBEO

CLASE	BRIDA ANSI/ASME	PRESIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN	MATERIALES
125	B16.1	200 PSI (14.0 Kg/cm ²)	Hierro Gris ASTM A126 Gr B
250	B16.1	300 PSI (21.1 Kg/cm ²)	Hierro Gris ASTM A126 Gr B
150	B16.42	250 PSI (17.5 Kg/cm ²)	Hierro Dúctil ASTM A536 Gr 6545-12
300	B16.42	640 PSI (45.0 Kg/cm ²)	Hierro Dúctil ASTM A536 Gr 6545-12
150	B16.5	284 PSI (20.0 Kg/cm ²)	Acero al Carbono ASTM A216 Gr WC8
300	B16.5	742 PSI (52.0 Kg/cm ²)	Acero al Carbono ASTM A216 Gr WC8
400	B16.5	988 PSI (69.4 Kg/cm ²)	Acero al Carbono ASTM A216 Gr WC8
600	B16.5	1,481 PSI (104 Kg/cm ²)	Acero al Carbono ASTM A216 Gr WC8

Figura 9-3. Tabla para selección de válvulas de expulsión y admisión de aire

9.4 Retrolavado y tratamiento de lodos

El lavado de los filtros es una parte importante del proceso de operación de la planta, que tiene como fin evitar tasas de filtración inadecuadas debido al ensuciamiento, además del consecuente aumento en el consumo energético debido al aumento de pérdidas de carga.

En cada retrolavado se busca que la capa formada en los medios filtrantes se desprenda, sea arrastrada por el agua de lavado hasta el clarificador y sedimente para ser enviada al cárcamo de lodos, para posteriormente deshidratarse en un filtro prensa.

Los lodos generados durante el tratamiento están conformados por óxidos de arsénico principalmente, por lo que deberán ser dispuestos con forme a la normativa aplicable.

En la Tabla 9-4 se presenta el dimensionamiento del tanque clarificador y el cárcamo de lodos, así como el flujo másico de lodos esperado.

Tabla 9-4. Retrolavado y lodos

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
DATOS				
Número de filtros	N_F	3	-	
Área filtro comercial	A_{FC}	1.48	m ²	
Caudal de diseño	Q_D	0.008	m ³ /s	
Tasa de retrolavado recomendada	V_{RETR}	60.0	m/h	
Tiempo de retrolavado	t_{RET}	10	min	
Tiempo de sedimentación de agua retrolavada	t_{SED}	120	min	
Tiempo de recirculación de agua clarificada	t_{REC}	3	h	
Ángulo de fondo del espesador	θ_{FE}	45	Grados	
Altura propuesta del cuerpo del espesador	h_{CEO}	2.50	m	
Profundidad propuesta del cárcamo de lodos	h_{CL}	1.00	m	
Bordo libre	B_L	0.20	m	
Diámetro de tubería de extracción de lodo del espesador	D_L	2.00	plg	
Longitud del cono de 90° de la tubería de extracción de lodos del espesador	L_{codoE}	0.11	m	
Densidad del lodo seco	ρ_{Lodo}	5.03	g/cm ³	
RESULTADOS				
Volumen de agua y lodo de retrolavado y a recircular				
Ciclo completo de retrolavado de un filtro	C_{RET}	5.17	h	$C_{RET} = (t_{RET} + t_{SED} + t_{REC})$

Tabla 9-4. Retrolavado y lodos

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Número máximo de filtros retrolavados por día	F_{RET}	1	-	$F_{RET} = \frac{24 \text{ horas}}{C_{RET}}$
Días necesarios para retrolavar todos los filtros	-	3	días	
Caudal de retrolavado	Q_{RET}	0.0246	m ³ /s	$Q_{RET} = A_{FC} \cdot v_{RETR}$
Volumen de agua de retrolavado por filtro	V_{RET}	14.78	m ³	$V_{RET} = Q_{RET} \cdot t_{RET}$
Volumen de agua de retrolavado total por día	V_{RETT}	14.78	m ³ /día	$V_{RETT} = V_{RET} \cdot F_{RET}$
Volumen de lodo líquido por retrolavado	V_L	0.148	m ³	$V_L = V_{RET} \cdot 1\%$
Volumen de lodo líquido por día	V_{LPD}	0.15	m ³	$V_{lpd} = V_L \cdot F_{RET}$
Volumen mínimo del espesador	V_{EMIN}	14.78	m ³	$V_{EMIN} = V_{RET}$
Volumen de agua a recircular por retrolavado	V_{REC}	14.63	m ³	$V_{REC} = V_{RET} - V_L$
Volumen de agua a recircular por día	V_{RPD}	14.63	m ³ /día	$V_{RPD} = V_{REC} \cdot F_{RET}$
Tiempo y caudal de recirculación hacia tubería de agua cruda				
Caudal de recirculación desde el espesador	Q_{REC}	1.35	L/s	$Q_{REC} = \frac{V_{REC}}{t_{REC}}$
Porcentaje de recirculación (<20% de Q _D)	$\%REC$	16.93	%	$\%_{rec} = \frac{Q_{REC}}{Q_D}$
Tanque espesador				
Diámetro del espesador circular	D_E	2.5	m	$D_E = \sqrt{\frac{4 \cdot V_{EMIN}}{\pi \cdot h_{CEO}}}$
Altura de la tolva. En el plano la altura de la tolva es 1.22 m, hay una diferencia de 3 cm debido a que la tolva se calculó como un cono	h_{TOL}	1.25	m	$h_{TOL} = (Tan \theta_{FE}) \left(\frac{D_E}{2}\right)$

Tabla 9-4. Retrolavado y lodos

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
completo para facilitar el cálculo, en el plano se recorta la punta hasta coincidir con el diámetro de la tubería de lodos				
Volumen de la tolva	V_{TOL}	2.05	m ³	$V_{TOL} = \frac{h_{TOL} \cdot \pi \cdot (D_E/2)^2}{3}$
Volumen de la tolva disponible para agua de retrolavado	V_{DTOL}	1.90	m ³	$V_{DTOL} = V_{TOL} - V_{LPD}$
Volumen requerido en el cuerpo del cilindro	V_{RCE}	12.88	m ³	$V_{RCE} = V_{EMIN} - V_{DTOL}$
Altura final del cilindro. El bordo libre se incluye en el cuerpo recto del espesador, mide 2.62 m (memoria) más 20 cm de bordo libre, igual a 2.82 m. En el plano es 2.88 m dado que se proyectó para una operación de la planta de 24 horas	h_{CE}	2.62	m	$h_{CE} = \frac{4 \cdot V_{RCE}}{\pi \cdot D_E^2}$
Altura libre entre la parte inferior del cono y el piso	h_{LIBREE}	0.39	m	$h_{LIBREE} = 0.15 + L_{CODO} + \frac{D_L}{2} + 0.10$
Altura total del espesador. En la memoria de cálculo no se considera la altura de la tapa, ya que eso queda a criterio del proyectista, puede ser sin tapa, de tapa plana, etc. En el plano la altura del espesador, sin considerar la tapa, es 4.52 m y en la memoria se redujo a 4.46 dada la altura de la tolva en plano y la condición especial de operación de 6 horas diarias	h_E	4.46	m	$h_E = h_{CE} + h_{TOL} + B_L + h_{LIBREE}$
Cárcamo de lodos				
Volumen del cárcamo. Se modifico para almacenar la descarga de 9 días, es más adecuada su construcción de mayor tamaño ya que facilita el procedimiento de mantenimiento y limpieza para el acceso de una persona	V_{CL}	1.33	m ³	$V_{CL} = 9 * V_{LPD}$ 9 - Número de descargas
Área de la superficie del cárcamo	A_{CL}	1.33	m ²	$A_{CL} = \frac{V_{CL}}{h_{CL}}$

Tabla 9-4. Retrolavado y lodos

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Largo del cárcamo de lodos (a)	b_{CL}	1.2	m	$b_{CL} = \sqrt{A_{CL}}$
Ancho del cárcamo de lodos (b)	a_{CL}	1.2	m	$a_{CL} = b_{CL}$
Salida Filtro Prensa				
Volumen de sólidos secos por día	V_{SSPD}	0.0001	m ³ /día	$V_{SSPD} = V_{LPD} * 0.1\%$
Masa de sólidos secos por día. Tanto la concentración de arsénico, coagulante y polímero no afecta significativamente la densidad del lodo.	M_{SSPD}	0.7432	Kg/día	$M_{SSPD} = V_{SSPD} * \rho_{Lodo}$
Masa de sólidos secos por mes	M_{SSPM}	22.3	Kg/mes	$M_{SSPM} = M_{SPD} * 30$

En la Figura 9-4 se muestra un esquema del tanque clarificador y del cárcamo de lodos y en la Figura 9-5 se observa el esquema del cárcamo de lodos y el filtro prensa.

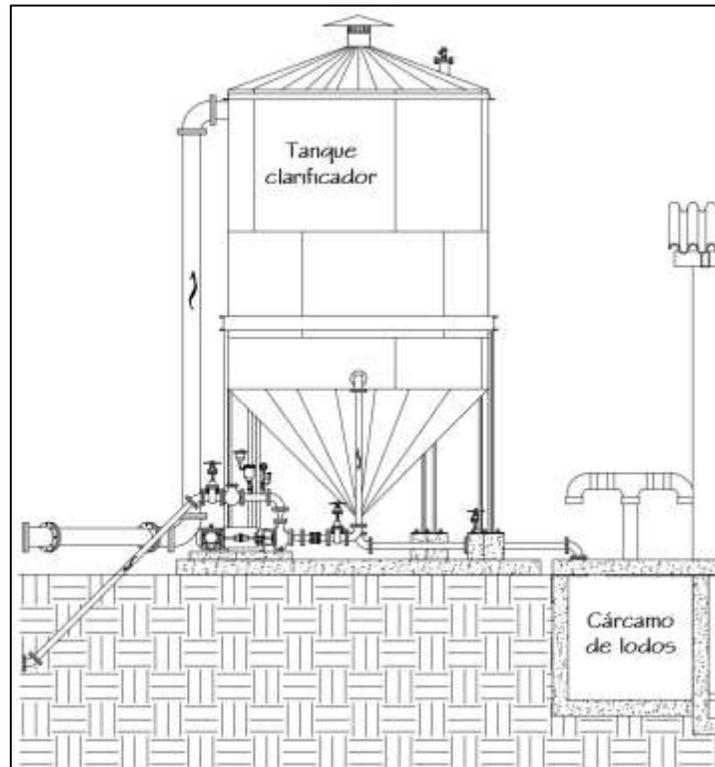


Figura 9-4. Tanque clarificador cilíndrico fabricado en acero A-283 Grado C y cárcamo de lodos

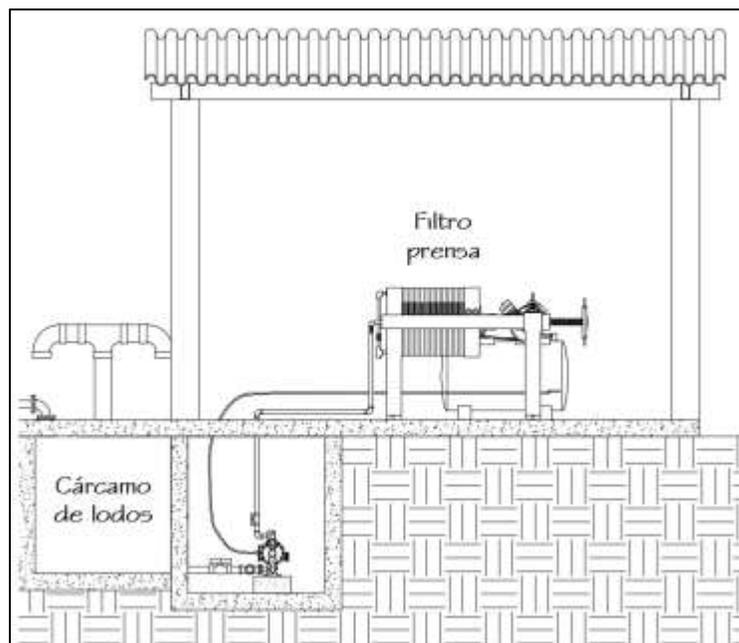


Figura 9-5. Cárcamo de lodos, bomba neumática y filtro prensa

9.5 Tuberías

A continuación, se presenta el cálculo de los diámetros de las diferentes tuberías que componen el sistema de la planta.

Tabla 9-5. Cálculo de diámetros de tuberías

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	
DATOS				
Caudal de diseño	Q_D	0.0080	m ³ /s	
Caudal de recirculación	Q_{REC}	0.0014	m ³ /s	
Caudal de trabajo	Q_T	0.0094	m ³ /s	
Caudal de retrolavado	Q_{RET}	0.0246	m ³ /s	
Velocidad máxima en tuberías de agua cruda o tratada	V_{AMAX}	1.25	m/s	
Velocidad máxima en tuberías de retrolavado	V_{DMAX}	2.50	m/s	
Número de filtros	N_F	3	-	
Volumen de lodo líquido por día	V_{LPD}	0.15	m ³	
Volumen del cárcamo de lodos	V_{CL}	1.33	m ³	
Tiempo de extracción de lodos del espesador	t_{LE}	10.00	min	
Tiempo de extracción de lodos del cárcamo al filtro prensa	t_{LC}	120.00	min	
RESULTADOS				
Diámetro del múltiple de agua cruda o agua tratada				
Diámetro comercial	$D_{MAC/AT}$	4.00	plg	$D_{MAC/AT} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_T}{\pi v_{AMAX}}}$
Área de tubería	A_M	0.0081	m ²	$A_M = \frac{\pi (D_{MAC/AT})^2}{4}$
Velocidad	v_M	1.15	m/s	$v_M = \frac{Q_T}{A_M}$

Tabla 9-5. Cálculo de diámetros de tuberías

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	
Diámetro de tubería de filtros agua cruda o agua tratada, durante retrolavado de uno de ellos				
Caudal por filtro durante el retrolavado de uno de ellos	Q_{FTR}	0.0040	m ³ /s	$Q_{FTR} = \frac{Q_D}{(N_F - 1)}$
Diámetro comercial	$D_{FAC/AT}$	3.0	plg	$D_{FAC/AT} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{FTR}}{\pi v_{AMAX}}}$
Área de tubería	A_F	0.0046	m ²	$A_F = \frac{\pi (D_{FAC/AT})^2}{4}$
Velocidad	v_F	0.88	m/s	$v_F = \frac{Q_{FTR}}{A_F}$
Diámetro de tubería de retrolavado				
Diámetro comercial	D_{RET}	6.0	plg	$D_{RET} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{RET}}{\pi v_{DMAX}}}$
Área de tubería	A_{RET}	0.0182	m ²	$A_{RET} = \frac{\pi (D_{RET})^2}{4}$
Velocidad	v_{RET}	1.35	m/s	$v_{RET} = \frac{Q_{RET}}{A_{RET}}$
Tubería de recirculación de agua clarificada				
Diámetro comercial	D_{REC}	2.0	plg	$D_{REC} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{REC}}{\pi v_{DMAX}}}$
Área de tubería	A_{REC}	0.0020	m ²	$A_{REC} = \frac{\pi D_{REC}^2}{4}$
Velocidad	v_{REC}	0.67	m/s	$v_{REC} = \frac{Q_{REC}}{A_{REC}}$
Tubería de extracción de lodos del espesador al cárcamo de lodos				
Caudal de lodos del espesador	Q_{LE}	0.0002	m ³ /s	$Q_{LE} = \frac{V_{LPD}}{t_{LE}}$
Diámetro comercial	D_{LE}	2.0	plg	$D_{LE} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{LE}}{\pi v_{DMAX}}}$
Área de tubería	A_{LE}	0.0020	m ²	$A_{LE} = \frac{\pi D_{LE}^2}{4}$

Tabla 9-5. Cálculo de diámetros de tuberías

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	
Velocidad	v_{LE}	0.12	m/s	$v_{LE} = \frac{Q_{LE}}{A_{LE}}$
Tubería de extracción de lodos del cárcamo de lodos al filtro prensa				
Caudal de lodos del cárcamo	Q_{LC}	0.0002	m ³ /s	$Q_{LC} = \frac{v_{CL}}{t_{LC}}$
Diámetro comercial	D_{LC}	2.0	plg	$D_{LC} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{LC}}{\pi v_{DMAX}}}$
Área de tubería	A_{LC}	0.0020	m ²	$A_{LC} = \frac{\pi D_{LC}^2}{4}$
Velocidad	v_{LC}	0.09	m/s	$v_{LC} = \frac{Q_{LC}}{A_{LC}}$

En la Figura 9-6 y la Figura 9-7 se presentan de manera esquemática las tuberías que conforman la batería de filtros.

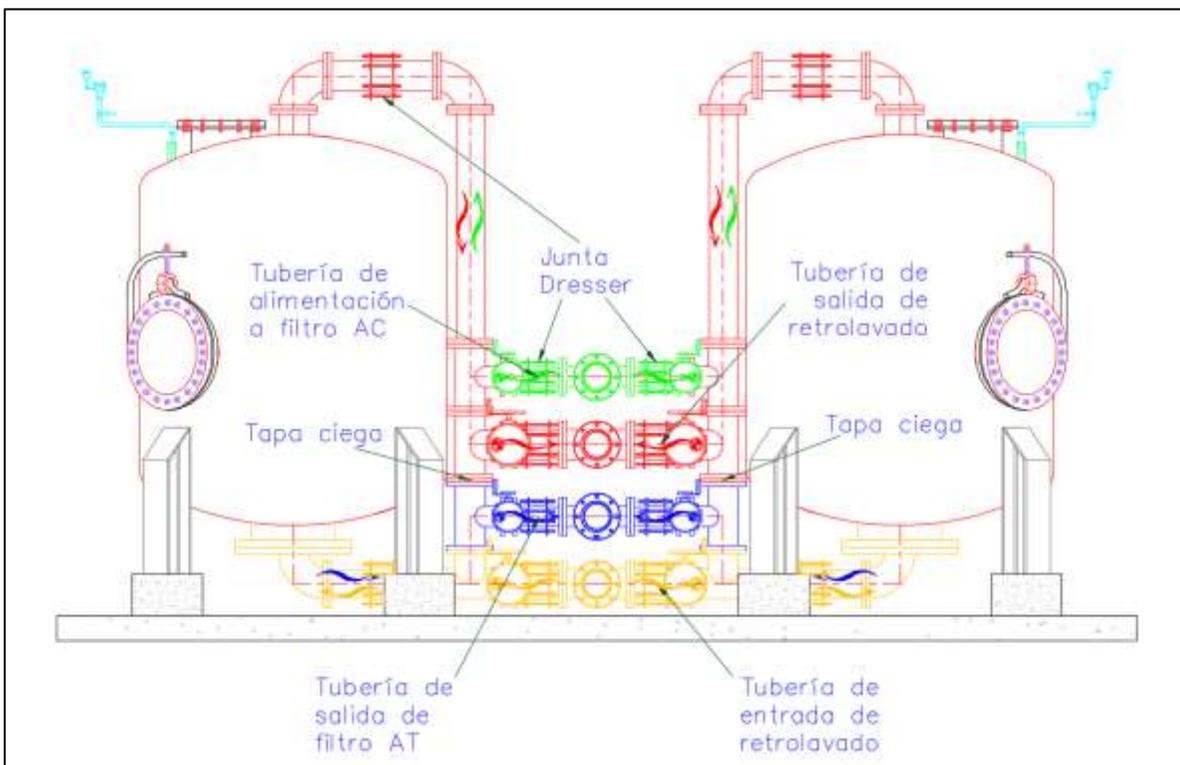


Figura 9-6. Distribución de tuberías, vista frontal de un arreglo cuadrado

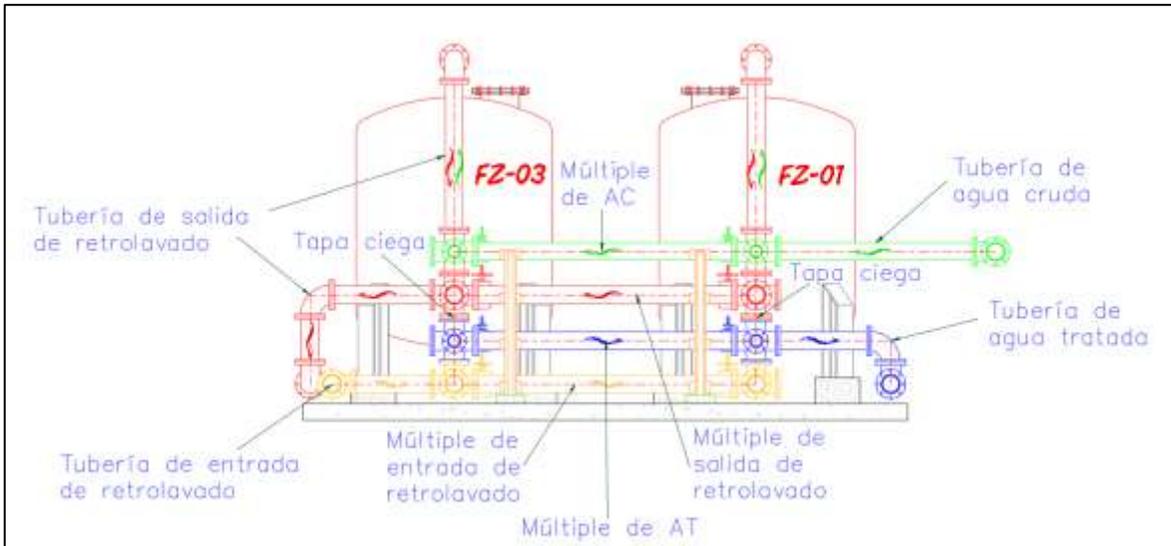


Figura 9-7. Distribución de tuberías, vista lateral de un arreglo cuadrado

9.6 Espesores

En esta sección se calcula el espesor requerido en el cuerpo de los filtros, las tapas torisféricas y el tanque clarificador mediante los estándares del ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Sección VIII, División 1 y la norma API-650 (ver Tabla 9-6).

Tabla 9-6. Cálculo de espesores

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
DATOS				
Presión de trabajo	P_T	3.00	kg/cm ²	
Esfuerzo máximo a tensión del acero cuerpo filtros	S_F	1,167.40	kg/cm ²	
Esfuerzo máximo a tensión del acero cuerpo espesador	S_E	1,104.10	kg/cm ²	
Eficiencia de soldadura para juntas a tope del cuerpo del filtro	E_C	0.85	-	
Eficiencia de soldadura para juntas a tope de la tapa del filtro	E_T	1.00	-	
Espesor por corrosión	e_C	1.59E-03	m	
Altura recta de filtro (cuerpo cilíndrico)	h_{CF}	2.46	m	
Espesor del medio filtrante (1)	L_1	0.30	m	
Espesor del medio filtrante (2)	L_2	0.70	m	

Tabla 9-6. Cálculo de espesores

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Espesor del medio soporte	L_S	0.30	m	
Diámetro interno del filtro o radio de abombado de la tapa	D_{CF}	1.372	m	
Diámetro del espesador circular	D_E	2.50	m	
Altura final del cilindro	h_{CE}	2.62	m	
Gravedad específica del agua	SG	1.00	-	
Densidad real del medio filtrante (1)	ρ_{R1}	1473.00	kg/m ³	
Densidad real del medio filtrante (2)	ρ_{R2}	2650.00	kg/m ³	
Densidad real del medio soporte	ρ_S	2400.00	kg/m ³	
Densidad del agua	ρ_{agua}	998.20	kg/m ³	
RESULTADOS				
Presión de Diseño para cuerpo del filtro (MAPAS " Diseño estructural de recipientes", 2007 pág. 178)	P_{DC}	5.65	kg/cm ²	$P_{DC} = (P_T + \rho_{agua} * h_{CF} + \rho_{R1} * L_1 + \rho_{R2} * L_2 + \rho_S * L_S) * 1.1$ $P_{DC} = P_T + \rho_{agua} * h_{CF} + \rho_{R1} * L_1 + \rho_{R2} * L_2 + \rho_S * L_S + 2.1$
Presión de Diseño para tapas toriesféricas (MAPAS " Diseño estructural de recipientes", 2007 pág. 178)	P_{DT}	5.10	kg/cm ²	$SI P_T > 21.1 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow P_{DT} = 1.1P_T$ $SI P_T \leq 21.1 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow P_{DT} = P_T + 2.1$
Cuerpo de filtros				
Radio interior del filtro	R_F	0.69	m	$R_F = \frac{D_{CF}}{2}$
Espesor mínimo sin corrosión (2015 ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Sección VIII, División 1. Pág. 19)	$e_{CF S/C}$	0.15	plg	$e_{CF S/C} = \frac{P_{DC} R_F}{S_{FEC} - 0.6P_{DC}}$
Espesor mínimo con corrosión	$e_{CF C/C}$	0.22	plg	$e_{CF C/C} = e_{CF S/C} + e_C$
Espesor mínimo comercial del cuerpo del filtro	e_{CF}	1/4	plg	
Tapa toriesférica inferior				
Espesor mínimo sin corrosión (2015 ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Sección VIII, División 1. Pág. 28)	$e_{TF S/C}$	0.20	plg	$e_{TF S/C} = \frac{P_{DC} D_{CF} M}{2S_{FET} - 0.2P_{DC}}$ <p>Donde $M = 1.54$ para $L/r = 10$</p>
Espesor mínimo con corrosión	$e_{TF C/C}$	0.26	plg	$e_{TF C/C} = e_{TF S/C} + e_C$

Tabla 9-6. Cálculo de espesores

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Espesor mínimo comercial de la Tapa toriesférica	e_{TF}	1/4	plg	
Tapa toriesférica superior				
Espesor mínimo sin corrosión (2015 ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Sección VIII, División 1. Pág. 28)	$e_{TF S/C}$	0.182	plg	$e_{TF S/C} = \frac{P_{DT} D_{CFM}}{2 S_F E_T - 0.2 P_{DT}}$ Donde $M = 1.54$ para $L/r = 10$
Espesor mínimo con corrosión	$e_{TF C/C}$	0.244	plg	$e_{TF C/C} = e_{TF S/C} + e_c$
Espesor mínimo comercial de la Tapa toriesférica	e_{TF}	1/4	plg	
Tanque espesador				
Espesor mínimo del cuerpo con corrosión (método de un pie API-650, pg. 5-15)	$e_{CE C/C}$	0.062	plg	$\frac{e_{CE C}}{C} = \frac{2.6 D_E (h_{CE} - 1) S_G}{S_E}$ $+ e_c$
Espesor mínimo comercial del cuerpo	e_{CE}	3/16	plg	

9.7 Cárcamo de agua tratada

El diseño del cárcamo de agua tratada se realiza con base en lo establecido en el estándar ANSI-HI 9.8-2012, tomando las consideraciones necesarias para evitar la cavitación en los equipos de bombeo (ver Tabla 9-7).

Tabla 9-7. Cárcamo de agua tratada

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
DATOS				
Caudal de diseño	Q_D	0.008	m ³ /s	
Caudal de retrolavado	Q_{RET}	0.025	m ³ /s	
Velocidad máxima de succión en cárcamo	V_{SMAX}	1.70	m/s	
Volumen de agua de retrolavado	V_{RET}	14.78	m ³	
Aceleración de la gravedad	g	9.81	m/s ²	
Tiempo de almacenamiento en tanque de agua tratada	t_{TAT}	0.50	h	

Tabla 9-7. Cárcamo de agua tratada

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Profundidad máxima de los cárcamos de agua cruda y tratada (sin bordo libre)	h_{CMAX}	2.00	m	
RESULTADOS				
Número de equipos de bombeo para retrolavado	-	1	-	por equipo de bombeo
Caudal por equipo de retrolavado	Q_{ER}	0.025	m ³ /s	
Número de equipos de bombeo para distribución	-	1	-	
Caudal por equipo de distribución	Q_{ED}	0.008	m ³ /s	
Dimensiones de la cámara de succión				
Diámetro de succión de bomba de AC/AT	$D_{SAC/AT}$	0.077	m	$D_{SAC/AT} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{EF/ED}}{\pi \cdot v_{SMAX}}}$
Diámetro comercial de succión de bomba de AC/AT	$D_{CSAC/AT}$	0.0762	m	
		3.0	plg	
Diámetro de succión de bomba de retrolavado	D_{SRET}	0.136	m	$D_{SRET} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{ER}}{\pi \cdot v_{SMAX}}}$
Diámetro comercial de succión de bomba de retrolavado	D_{CSRET}	0.1524	m	
		6.0	plg	
Numero de Froude para AC/AT	$F_{AC/AT}$	2.029	-	$F_{AC/AT} = \frac{4 \cdot Q_{EF/ED}}{\pi \cdot D_{CSAC/AT}^2 \cdot (g \cdot D_{CSAC/AT})^{0.5}}$
Numero de Froude para retrolavado	F_{RET}	1.104	-	$F_{RET} = \frac{4 \cdot Q_{ER}}{\pi \cdot D_{CSRET}^2 \cdot (g \cdot D_{CSRET})^{0.5}}$
Sumergencia para AC/AT	$S_{AC/AT}$	0.432	m	$S_{AC/AT} = D_{CSAC/AT} (1 + 2.3F_{AC/AT})$
Sumergencia para retrolavado	S_{RET}	0.539	m	$S_{RET} = D_{CSRET} (1 + 2.3F_{RET})$

Tabla 9-7. Cárcamo de agua tratada

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Distancia entre la entrada de la succión para AC/AT y la plantilla del cárcamo	$C_{AC/AT}$	0.038	m	$C_{AC/AT} = 0.5D_{CS AC/AT}$
Distancia entre la entrada de la succión para retrolavado y la plantilla del cárcamo	C_{RET}	0.076	m	$C_{RET} = 0.5D_{CS RET}$
Nivel mínimo para la bomba de AC/AT	$H_{AC/AT}$	0.470	m	$H_{AC/AT} = S_{AC/AT} + C_{AC/AT}$
Nivel mínimo para la bomba de retrolavado	H_{RET}	0.616	m	$H_{RET} = S_{RET} + C_{RET}$
Nivel mínimo requerido en el cárcamo AT	$H_{MIN AT}$	0.616	m	$H_{MIN AT} = Mayor (H_{AC/AT}; H_{RET})$
Ancho mínimo de la cámara de succión del cárcamo AT Las dimensiones calculadas en la memoria son las mínimas requeridas, es decir, pueden ser mayores mas no menores; igualmente, por acomodo de los equipos y disponibilidad de espacio se consideraron dimensiones mayores en los planos	$a_{MIN AT}$	1.669	m	$a_{MIN AT} = \left(\sum 2 \cdot D_{CS} \right) + \left(\sum \frac{Espesor}{paredes\ divisorias} \right)$
Largo mínimo de la cámara de succión del cárcamo AT	$b_{MIN AT}$	0.876	m	$b_{MIN AT} = 0.75D_{CS MAX} + 5D_{CS MAX}$
Cárcamo de agua tratada				
Profundidad útil del cárcamo En la memoria se indica que 1.38 es la profundidad útil del cárcamo, el resto es volumen muerto debido a la sumergencia mínima de los equipos de bombeo, la profundidad efectiva es 2.20 m, las dimensiones de los lados se calculan considerando que el cárcamo tendrá forma cuadrada, sin embargo al acomodar las estructuras en el terreno no hay espacio suficiente para mantener esa forma cuadrada, por lo que se le dio una forma rectangular de 5.25 x 4.00 m, manteniendo el mismo volumen útil requerido	h_{UCAT}	1.38	m	$h_{UCAT} = h_{CMAX} - H_{MIN AT}$

Tabla 9-7. Cárcamo de agua tratada

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Volumen de agua tratada	V_{AT}	29.18	m ³	$V_{AT} = (Q_D \cdot t_{TAT}) + V_{RET}$ $V_{AT} = (Q_D \cdot t_{TAT})$
Área de superficie del cárcamo	A_{SCAT}	21.07	m ²	$A_{SCAT} = \frac{V_{AT}}{h_{UCAT}}$
Ancho del cárcamo	a_{CAT}	4.60	m	$a_{CAT} = \sqrt{A_{SCAT}}$
Largo del cárcamo	b_{CAT}	4.60	m	$b_{CAT} = \frac{A_{SCAT}}{a_{CAT}}$

En la Figura 9-8 y la Figura 9-9 se observan las medidas de referencia para el diseño de la cámara de succión del cárcamo.

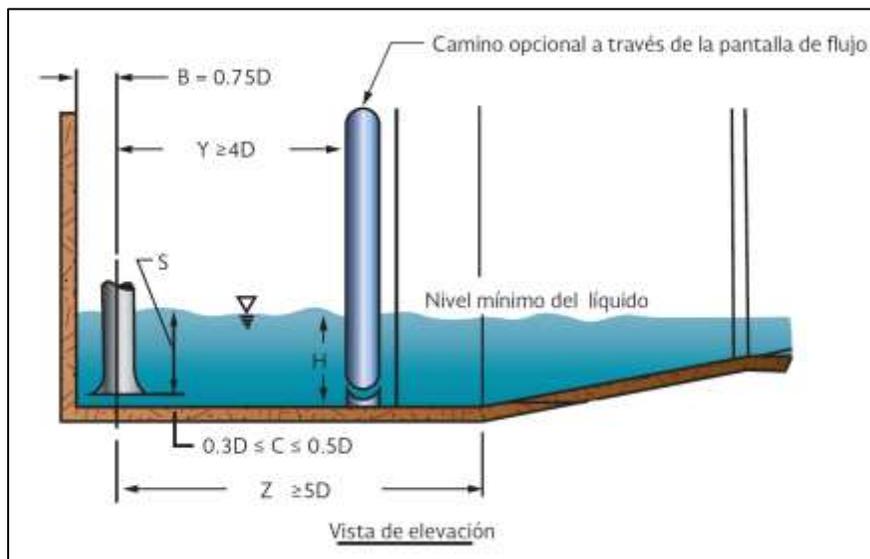


Figura 9-8. Diseño de la cámara de succión del cárcamo, vista de elevación

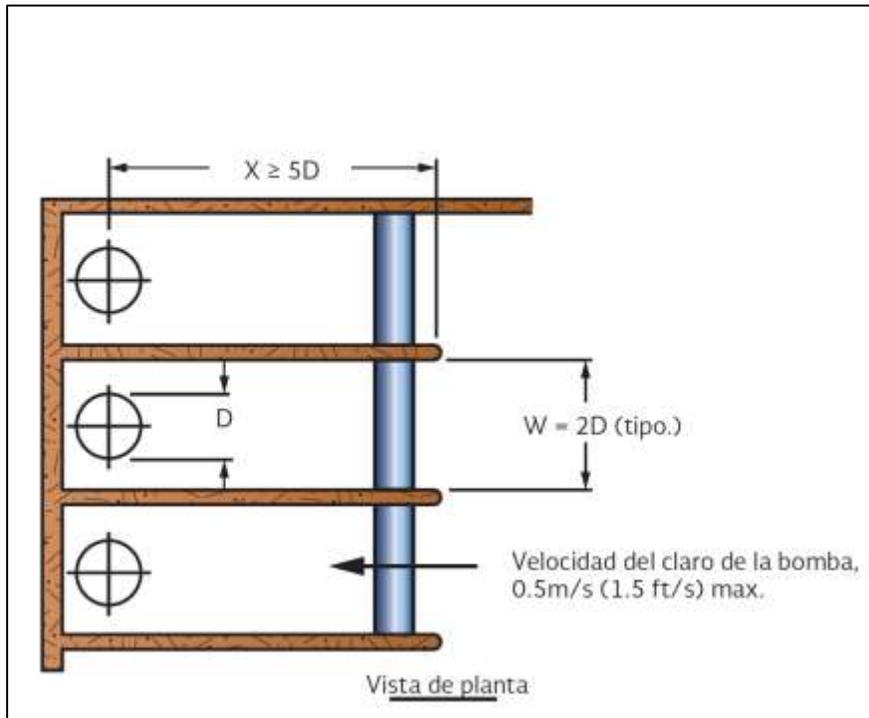


Figura 9-9. Diseño de la cámara de succión del cárcamo, vista en planta

9.8 Pérdidas en toberas

En los filtros a presión, la salida del agua tratada y la entrada del agua para el retrolavado, se puede realizar mediante un múltiple de tuberías perforadas o mediante una placa perforada que actúe como falso fondo. En ambos casos, en las perforaciones se colocan toberas ranuradas que impiden que el material filtrante se salga durante la filtración y además distribuyen homogéneamente el flujo en toda el área del filtro durante el retrolavado. En esta sección se desarrolla el procedimiento de cálculo cuando se utiliza placa perforada con toberas de acero inoxidable; para este caso se recomienda que la placa perforada también sea en acero inoxidable, para evitar la corrosión galvánica, o poner un material aislante entre el cuerpo de la tobera y la placa. Este tipo de elementos son los más recomendables, debido a que las toberas de plástico son menos durables.

Para maximizar el área de influencia de las toberas y así evitar en lo posible la generación de zonas muertas y cortos circuitos en el interior del filtro, se considera un arreglo hexagonal concéntrico. En la Figura 9-10 se muestra un detalle del arreglo propuesto.

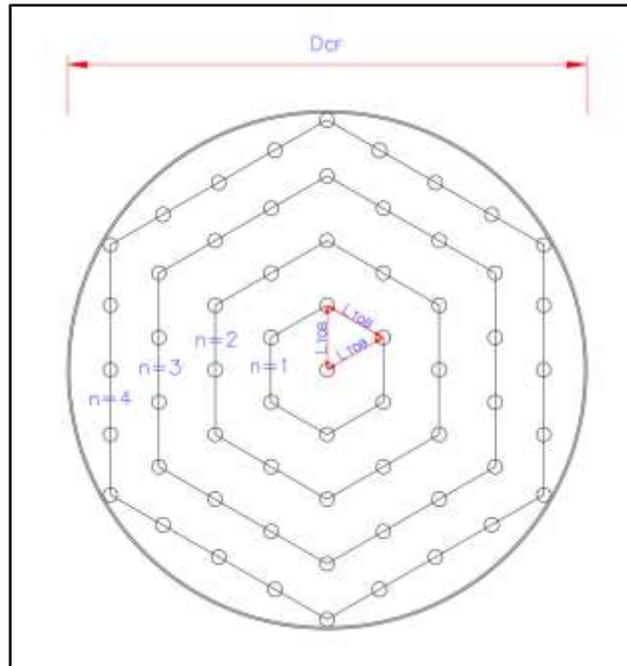


Figura 9-10. Distribución de toberas en la placa del falso fondo

Tabla 9-8. Pérdidas de carga en toberas

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
DATOS DE INICIO				
Diámetro comercial del filtro	D_{CF}	1.37	m	<p>Numero de toberas en arreglo hexagonal</p> $N_{TOB} = 3n \cdot (n + 1) + 1$ <p>Reacomodando</p> $3n^2 + 3n + (1 - N_{TOB}) = 0$ <p>$n =$ Numero de capas concéntricas en el arreglo</p> <p>Resolviendo como ecuación cuadrática</p> $n = \frac{-3 + \sqrt{9 - 12(1 - N_{TOB})}}{6}$
Área filtro comercial	A_{FC}	1.48	m ²	
Diámetro de conexión de tobera	D_{TOB}	0.0254	m	
Diámetro del elemento microrranurado	D_{MICRO}	0.0500	m	
Longitud de conexión de tobera	l_{CTOB}	0.08	m	
Área total para el flujo	A_{TFLUJO}	6.50E-04	m ²	
Caudal máximo de retrolavado por tobera	Q_{TOBMAX}	9.19E-04	m ³ /s	
Distancia máxima de colocación entre centros de dos toberas	L_{MTOB}	0.30	m	
Gasto de retrolavado	Q_{RET}	0.0246	m ³ /s	
Caudal por filtro durante el retrolavado de uno de ellos	Q_{FTR}	0.0040	m ³ /s	
Aceleración de la gravedad	g	9.81	m/s ²	
Viscosidad cinemática del agua	V_{AGUA}	1.00E-06	m ² /s	

Tabla 9-8. Pérdidas de carga en toberas

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Rugosidad del material de tobera	ϵ_{TOB}	6.00E-07	m	
RESULTADOS				
Número de toberas				
Número mínimo de toberas con relación al caudal máximo durante el retrolavado	N_{TOBMIN}	27	-	$N_{TOBMIN} = \frac{Q_{RET}}{Q_{TOBMAX}}$
Número de capas concéntricas en arreglo hexagonal (redondeado al entero superior)	n	4	-	$n = \frac{-3 + \sqrt{9 - 12(1 - N_{TOB})}}{6}$
Número de toberas para el número de capas calculado	N_{TOB}	61	-	$N_{TOB} = 3n \cdot (n + 1) + 1$
Distancia entre centros de toberas (máx. 30 cm)	L_{TOB}	0.17	m	$L_{TOB} = \frac{D_{CF}}{2n}$
Pérdidas de carga por toberas durante filtración				
Pérdida por entrada al elemento microrranurado				
Caudal por tobera durante la filtración	Q_{TOBF}	6.56E-05	m ³ /s	$Q_{TOBF} = \frac{Q_{FTR}}{N_{TOB}}$
Velocidad en el elemento microrranurado	v_{MICROF}	0.1009	m/s	$v_{MICROF} = \frac{Q_{TOBF}}{A_{TFLUJO}}$
Pérdida por entrada	$h_{EMICROF}$	2.59E-04	m	$h_{EMICROF} = k \cdot \frac{v_{MICROF}^2}{2g}$ $k = 0.5$ entrada recta
Pérdida por contracción en el tubo de la tobera				
Área del tubo de la tobera	A_{TTOB}	5.07E-04	m ²	$A_{TTOB} = \frac{\pi D_{TOB}^2}{4}$
Velocidad en el tubo de la tobera	v_{TTOBF}	0.129	m/s	$v_{TTOBF} = \frac{Q_{TOBF}}{A_{TTOB}}$

Tabla 9-8. Pérdidas de carga en toberas

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Pérdida por contracción en el tubo	h_{CTTOBF}	2.78E-04	m	$h_{CTTOBF} = k \frac{v_{TTOBF}^2}{2g}$ $k = \text{Ver ecuación en Tablas y gráfica}$
Pérdida por fricción en el tubo de la tobera				
Reynolds	Re_F	3,277.22	-	$Re_F = \frac{v_{TTOBF} \cdot D_{TOB}}{v_{AGUA}}$
Factor de fricción	f_F	0.0432	-	$f_F = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\varepsilon_{TOB}/D_{TOB}}{3.71} + \frac{5.74}{Re_F^{0.9}} \right) \right]^2}$
Pérdida por fricción	h_{FTTOBF}	1.09E-04	m	$h_{FTTOBF} = f_F \cdot \frac{l_{CTOB}}{D_{TOB}} \cdot \frac{v_{TTOBF}^2}{2g}$
Pérdida por salida del tubo de la tobera				
Pérdida por salida	h_{STTOBF}	8.18E-04	m	$h_{STTOBF} = \frac{\left(v_{TTOBF} - \frac{Q_{FTR}}{A_{FC}} \right)^2}{2g}$
Pérdida total durante la filtración				
Pérdida de carga total por tobera	h_{TOBF}	0.0015	m	$h_{TOBF} = h_{EMICROF} + h_{CTTOBF} + h_{FTTOBF} + h_{STTOBF}$
Pérdida por tobera utilizando ecuaciones de hidroesferas	$h_{CTOBF(2)}$	0.0000	m	Ver ecuación en tablas y gráfica
Pérdidas por toberas durante retrolavado				
Pérdida por entrada al tubo de la tobera				

Tabla 9-8. Pérdidas de carga en toberas

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Caudal por tobera durante el retrolavado	Q_{TOBR}	4.04E-04	m ³ /s	$Q_{TOBR} = \frac{Q_{RET}}{N_{TOB}}$
Velocidad en el tubo de la tobera	v_{TTOBR}	0.80	m/s	$v_{TTOBR} = \frac{Q_{TOBR}}{A_{TTOB}}$
Pérdida por entrada	h_{ETTOBR}	0.0162	m	$h_{ETTOBR} = k \cdot \frac{v_{TTOBR}^2}{2g}$ $k = 0.5$ entrada recta
Pérdida por fricción en el tubo de la tobera				
Reynolds	Re_R	20,176.19	-	$Re_R = \frac{v_{TTOBR} \cdot D_{TOB}}{v_{AGUA}}$
Factor de fricción (MAPAS-10, pg 11)	f_R	0.0258	-	$f_R = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon_{TOB}/D_{TOB}}{3.71} + \frac{5.74}{Re_R^{0.9}} \right) \right]^2}$
Pérdida por fricción	h_{FTTOBR}	0.0025	m	$h_{FTTOBR} = f_R \cdot \frac{l_{CTOB}}{D_{TOB}} \cdot \frac{v_{TTOBR}^2}{2g}$
Pérdida por expansión en el elemento microrranurado				
Velocidad en el elemento microrranurado	v_{MICROR}	0.6211	m/s	$v_{MICROR} = \frac{Q_{TOBR}}{A_{TFLUJO}}$
Pérdida por expansión	$h_{EMICROR}$	0.0016	m	$h_{EMICROR} = C_a \cdot \left(\frac{A_{TFLUJO}}{A_{TTOB}} - 1 \right)^2 \cdot \frac{v_{MICROR}^2}{2g}$ $C_a = 1$ para expans. brusca
Pérdida por salida del elemento microrranurado				
Pérdida por salida del elemento microrranurado	$h_{SMICROR}$	0.0186	m	$h_{SMICROR} = \frac{\left(v_{MICROR} - \frac{Q_{RET}}{A_{FC}} \right)^2}{2g}$

Tabla 9-8. Pérdidas de carga en toberas

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Pérdida total durante retrolavado				
Pérdida de carga total por tobera	h_{TOBR}	0.039	m	$h_{TOBR} = h_{ETTOBR} + h_{FTTOBR} + h_{EMICROR} + h_{SMICROR}$
Pérdida por tobera utilizando ecuaciones de hidroesferas	$h_{CTOBR(2)}$	0.1150	m	Ver ecuación en tablas y gráfica

9.9 Pérdidas durante la filtración

Durante la filtración, las pérdidas de carga serán por fricción, locales y en los medios filtrantes y de soporte. Para el cálculo de la pérdida total, se considera que la distribución de caudal es equitativa entre los filtros y por lo tanto se tendrá la misma pérdida de carga en cada uno de ellos.

Tabla 9-9. Pérdidas de carga durante la filtración

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FORMULAS
DATOS				
Caudal de trabajo	Q_T	0.009	m ³ /s	
Caudal por filtro durante el retrolavado de uno de ellos	Q_{FTR}	0.004	m ³ /s	
Área filtro comercial	A_{FC}	1.478	m ²	
Diámetro comercial del filtro	D_{FC}	1.372	m	
Diámetro del múltiple de agua cruda o agua tratada	$D_{MAC/AT}$	4	plg	
Diámetro de tubería de filtros agua cruda o agua tratada	$D_{FAC/AT}$	3	plg	
Diámetro de tubería de retrolavado	D_{RET}	6	plg	
	D_{RET}	0.152	m	
Pérdida de carga por toberas	h_{TOBF}	0.0015	m	
Pérdida de carga adicional en filtro sucio	h_{FS}	0.4000	m	
Aceleración de la gravedad	g	9.8100	m/s ²	
Viscosidad cinemática del agua	V_{AGUA}	1.0E-06	m ² /s	
Rugosidad absoluta del material de las tuberías	ϵ_T	5.0E-05	m	

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FORMULAS
Medio Filtrante				
Porosidad del medio filtrante (1)	n_1	0.58	-	
Porosidad del medio filtrante (2)	n_2	0.45	-	
Factor de forma del medio filtrante (1)	ϕ_1	0.73	-	
Factor de forma del medio filtrante (2)	ϕ_2	0.70	-	
$\Sigma f(x/d^*)$ (1)	-	50,450.79	1/m	
$\Sigma f(x/d^*)$ (2)	-	230,533.91	1/m	
Espesor del medio filtrante (1)	L_1	0.30	m	
Espesor del medio filtrante (2)	L_2	0.70	m	
RESULTADOS				
Pérdidas Locales				$h_a = k \frac{v^2}{2g}$

No.	Accesorio	Q (m ³ /s)	Diámetro (plg)	Área (m ²)	Vel. (m/s)	v ² /2g	k	h _a (m)
De cárcamo AC o de pozo a conexión con tubería de salida de retrolavado (Línea agua cruda)								
1	Válvula check de 4"	0.009	4	0.00811	1.15	0.068	0.85	0.0577
1	Tee flujo directo de 4"	0.009	4	0.00811	1.15	0.068	0.34	0.0231
1	Válvula de compuerta de 4"	0.009	4	0.00811	1.15	0.068	0.14	0.0095
3	Codo de 90° de 4"	0.009	4	0.00811	1.15	0.068	0.51	0.1038

No.	Accesorio	Q (m ³ /s)	Diámetro (plg)	Área (m ²)	Vel. (m/s)	v ² /2g	k	h _a (m)
1	Mezclador	-	-	-	-	-	-	0.2000
3	Tee flujo desviado de 4"	0.004	4	0.00811	0.49	0.012	1.02	0.0380
1	Válvula de mariposa de 3"	0.004	3	0.00456	0.88	0.039	0.81	0.0318
Piezas extras								
0.00	Codo de 45° de 4"	0.009	4	0.00811	1.15	0.068	0.27	0.0000
1.00	Tee flujo desviado de 4"	0.009	4	0.00811	1.15	0.068	1.02	0.0692
1.00	Válvula de compuerta de 4"	0.009	4	0.00811	1.15	0.068	0.14	0.0095
De conexión con tubería de salida de retrolavado a entrada al filtro								
1	Tee flujo desviado de 6"	0.004	6	0.0182	0.22	0.002	0.90	0.0022
2	Codo de 90° de 6"	0.004	6	0.0182	0.22	0.002	0.45	0.0022
De salida del filtro a cárcamo AT								
1	Codo de 90° de 6"	0.004	6	0.0182	0.22	0.002	0.45	0.0011
2	Tee flujo desviado de 6"	0.004	6	0.0182	0.22	0.002	0.90	0.0044
1	Válvula de mariposa de 3"	0.004	3	0.0046	0.88	0.039	0.81	0.0318
2	Tee flujo desviado de 4"	0.004	4	0.0081	0.49	0.012	1.02	0.0253
8	Codo de 90° de 4"	0.009	4	0.0081	1.15	0.068	0.51	0.2768
Piezas extras								

No.	Accesorio	Q (m ³ /s)	Diámetro (plg)	Área (m ²)	Vel. (m/s)	v ² /2g	k	h _a (m)
1	Codo de 45° de 4"	0.009	4	0.0081	1.15	0.068	0.27	0.0183
0	Tee flujo desviado de 4"	0.009	4	0.0081	1.15	0.068	1.02	0.0000
0	Válvula de compuerta de 4"	0.009	4	0.0081	1.15	0.068	0.14	0.0000
Total								0.9047
<p>Pérdidas por Fricción</p> $Re = \frac{v \cdot D}{\nu_{AGUA}}$ $f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon_T/D}{3.71} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$ $H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$								
Tramo	Q (m3/s)	Diam (m)	Área (m ²)	Vel. (m/s)	Re	f	L (m)	h _f (m)
De cárcamo AC o de pozo a múltiple de alimentación	0.0094	0.1016	0.0081	1.1538	116,878.00	0.0200	5.00	0.067
Múltiple de alimentación	0.0054	0.1016	0.0081	0.6604	66,900.39	0.0216	2.04	0.010
De conexión con tubería de salida de retrolavado a entrada al filtro	0.0040	0.1524	0.0182	0.2193	33,318.41	0.0238	2.32	0.001
De salida del filtro a múltiple de agua tratada	0.0040	0.0762	0.0046	0.8771	66,636.81	0.0222	0.59	0.007
Múltiple de agua tratada	0.0080	0.1016	0.0081	0.9868	99,955.22	0.0204	2.04	0.020
De múltiple de agua tratada a cárcamo AT (incluye codo)	0.0094	0.1016	0.0081	1.1538	116,878.00	0.0200	13.44	0.179
Total								0.2837

No.	Accesorio	Q (m ³ /s)	Diámetro (plg)	Área (m ²)	Vel. (m/s)	v ² /2g	k	h _a (m)
Pérdidas en medio filtrante y soporte								

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FORMULAS
Velocidad en la entrada y la salida del filtro durante la filtración	v_{FF}	0.219	m/s	$v_{FF} = \frac{Q_{FTR}}{\frac{\pi D_{RET}^2}{4}}$
Velocidad de filtración (tasa de filtración) en el medio	v_M	0.0027	m/s	$v_M = \frac{Q_{FTR}}{A_{FC}}$
Pérdida de carga por expansión en la entrada del filtro	h_1	0.0024	m	$h_1 = C_a \cdot \left(\frac{A_{FC}}{A_{RET}} - 1 \right)^2 \cdot \frac{v_M^2}{2g}$ $C_a = 1 \text{ para expan. brusca}$
Coefficiente de pérdida en medio filtrante (1)	K_1	2.20E-06	m	$K_1 = \frac{1}{\phi_1} \cdot \frac{1 - n_1}{n_1^3} \cdot \frac{v_M^2}{g}$
Pérdida de carga en el medio filtrante (1)	$h_{2(1)}$	0.033	m	$h_{2(1)} = K_1 L_1 \sum f_1 \frac{x}{d^*}$

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FORMULAS
Coeficiente de pérdida en medio filtrante (2)	K_2	6.72E-06	m	$K_2 = \frac{1}{\phi_2} \cdot \frac{1 - n_2}{n_2^3} \cdot \frac{v_M^2}{g}$
Pérdida de carga en el medio filtrante (2)	$h_{2(2)}$	1.085	m	$h_{2(2)} = K_2 L_2 \sum f_2 \frac{x}{d^5}$
Pérdida de carga por contracción en la salida del filtro	h_5	0.001	m	
Pérdida de carga total	h_{TMF}	1.523	m	$h_5 = k \frac{v_{FF}^2}{2g}$ <i>k = Ver ecuación en Tablas</i>
Pérdidas totales durante la filtración en la batería de filtros				
Pérdidas locales		0.90	m	
Pérdidas de fricción		0.28	m	
Pérdidas en medio filtrante y soporte		1.52	m	
TOTAL DE PÉRDIDAS		2.71	m	

9.10 Pérdidas durante el retrolavado

Al igual que durante la filtración, para la etapa de retrolavado se calculan las pérdidas de carga por fricción, locales y en los medios filtrantes y de soporte. La determinación de estas pérdidas servirá de base para el cálculo del equipo de bombeo requerido para el lavado de filtros.

Tabla 9-10. Pérdidas de carga durante el retrolavado

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FORMULAS
DATOS				
Caudal de retrolavado	Q_{RET}	0.025	m ³ /s	
Velocidad en la entrada y la salida del filtro durante el retrolavado	V_{RET}	1.35	m/s	
Velocidad de retrolavado dentro del filtro	V_{RETF}	0.017	m/s	
Altura total del espesador	h_E	4.463	m	
Densidad real del medio filtrante (1)	ρ_{R1}	1473.00	kg/m ³	
Densidad real del medio filtrante (2)	ρ_{R2}	2650.00	kg/m ³	
Pérdida de carga por toberas	h_{TR}	0.115	m	
Espesor del medio filtrante (1)	L_1	0.300	m	
Espesor del medio filtrante (2)	L_2	0.700	m	
Espesor del medio soporte	L_S	0.300	m	
Porosidad del medio filtrante (1)	n_1	0.580	-	
Porosidad del medio filtrante (2)	n_2	0.445	-	
Diámetro comercial del filtro	D_{CF}	1.372	m	
Diámetro tubería de retrolavado	D_{RET}	6	plg	
		0.152	m	
Aceleración de la gravedad	g	9.81	m/s ²	
Densidad del agua	ρ_{AGUA}	998.20	kg/m ³	

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FORMULAS
Viscosidad cinemática del agua	V_{AGUA}	1.00E-06	m ² /s	
Rugosidad absoluta del material de las tuberías	ϵ_T	5.00E-05	m	
RESULTADOS				
Pérdidas Locales				$h_a = k \frac{v^2}{2g}$

No.	Accesorio	Q (m ³ /s)	Diámetro (plg)	Área (m ²)	Vel. (m/s)	v ² /2g	k	h _a (m)
De cárcamo AC/AT a entrada a filtro								
1	Válvula check de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.75	0.0697
1	Tee flujo directo de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.30	0.0279
1	Válvula de compuerta de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.12	0.0111
1	Codo de 90° de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.45	0.0418
0								
2	Tee flujo desviado de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.90	0.1672
1	Válvula de mariposa de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.68	0.0632
1	Tee flujo directo de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.30	0.0279
1	Codo de 90° de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.45	0.0418
Piezas extras								
0.00	Codo de 45° de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.24	0.0000

No.	Accesorio	Q (m³/s)	Diámetro (plg)	Área (m²)	Vel. (m/s)	v²/2g	k	h _a (m)
0.00	Tee flujo desviado de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.90	0.0000
0.00	Válvula de compuerta de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.12	0.0000
De salida de filtro a tanque sedimentador								
2	Codo de 90° de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.45	0.0836
1	Tee flujo directo de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.30	0.0279
1	Tee flujo desviado de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.90	0.0836
1	Válvula de mariposa de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.68	0.0632
2	Tee flujo desviado de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.90	0.1672
0								
6	Codo de 90° de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.45	0.2508
Piezas extras								
2.00	Codo de 45° de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.24	0.0446
0.00	Tee flujo desviado de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.90	0.0000
0.00	Válvula de compuerta de 6"	0.025	6	0.0182	1.35	0.093	0.12	0.0000
Total								1.1713
Pérdidas por Fricción				$Re = \frac{v \cdot D}{\nu_{ms}}$ $f = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.71} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$ $H_f = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2g}$				

Tramo	Q (m³/s)	Diam (m)	Área (m²)	Vel. (m/s)	Re	f	L (m)	h _f (m)
De cárcamo AC/AT a múltiple de retrolavado de entrada	0.025	0.1524	0.018	1.35	205,125	0.01791	1.00	0.0109
Múltiple de retrolavado de entrada	0.025	0.1524	0.018	1.35	205,125	0.01791	4.34	0.0473
De múltiple de retrolavado de entrada a filtro	0.025	0.1524	0.018	1.35	205,125	0.01791	0.59	0.0064
De filtro a múltiple de retrolavado de salida	0.025	0.1524	0.018	1.35	205,125	0.01791	2.62	0.0286
Múltiple de retro lavado de salida	0.025	0.1524	0.018	1.35	205,125	0.01791	4.34	0.0473
De múltiple de salida de retrolavado a tanque espesador	0.025	0.1524	0.018	1.35	205,125	0.01791	16.46	0.1797
Total								0.3203
Pérdidas medio filtrante y soporte								

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FORMULAS
Pérdida de carga por expansión en el falso fondo	h_1	0.091	m	$h_1 = C_a \cdot \left(\frac{A_{FC}}{A_{RET}} - 1 \right)^2 \cdot \frac{v_{RETF}^2}{2g}$ $C_a = 1 \text{ para expan. brusca}$
Pérdida de carga en el medio soporte	h_4	0.100	m	$h_4 = \frac{v_{ret \text{ filtro}} L_s}{3}$

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FORMULAS
Pérdida de carga en el medio filtrante (2)	$h_{5(2)}$	0.643	m	$h_{5(2)} = \frac{(1 - n_2) \cdot (\rho_2 - \rho_{AGUA}) \cdot L_2}{\rho_{AGUA}}$
Pérdida de carga en el medio filtrante (1)	$h_{5(1)}$	0.060	m	$h_{5(1)} = \frac{(1 - n_1) \cdot (\rho_1 - \rho_{AGUA}) \cdot L_1}{\rho_{AGUA}}$
Pérdida de carga por contracción en la salida del filtro	h_6	0.044	m	$h_5 = k \frac{v_{FF}^2}{2g}$ $k = \text{Ver ecuación en Tablas}$
Pérdida de carga total	h_{TMR}	1.052	m	
Pérdidas totales durante el retrolavado en la batería de filtros				
Pérdidas locales		1.17	m	
Pérdidas de fricción		0.32	m	
Pérdidas en medio filtrante y soporte		1.05	m	
TOTAL DE PÉRDIDAS		2.54	m	

9.11 Equipos de bombeo

En esta sección se calculan las capacidades de los equipos de bombeo requeridos para filtración, retrolavado, distribución, recirculación y bombeo de lodos. Adicionalmente, se calcula el NPSH disponible en el cárcamo de bombeo, así como el diámetro de las válvulas de admisión y expulsión de aire para los trenes de descarga de las bombas.

Tabla 9-11. Equipos de bombeo

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
DATOS				
Caudal de diseño	Q_D	0.0080	m ³ /s	
Caudal de retrolavado	Q_{RET}	0.0246	m ³ /s	
Caudal de lodos del cárcamo	Q_{LC}	0.0002	m ³ /s	
Caudal de recirculación	Q_{REC}	0.0014	m ³ /s	
Caudal por equipo de filtración	Q_{RF}	-	m ³ /s	
Caudal por equipo de retrolavado	Q_{ER}	0.0246	m ³ /s	
Caudal por equipo de distribución	Q_{ED}	0.0080	m ³ /s	
Peso específico del agua	γ_{AGUA}	9792	N/m ³	
Peso específico del lodo	γ_L	9890	N/m ³	
Presión de operación del filtro malla	P_{FMALLA}	-	kg/cm ²	
Presión máxima de trabajo del filtro prensa	P_{FP}	8.0	kg/cm ²	
Pérdidas totales durante la filtración en la batería de filtros	H_{FF}	2.71	m	
Pérdidas totales durante el retrolavado en la batería de filtros	H_{FRET}	2.54	m	
Carga de distribución o de salida de la planta	H_{DIS}	70.00	m	

Tabla 9-11. Equipos de bombeo

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Profundidad máxima de los cárcamos de agua cruda y tratada (profundidad más bordo libre)	h_{CMAX}	2.20	m	
Nivel mínimo requerido en el cárcamo AT	$H_{MIN AT}$	0.62	m	
Nivel de succión en el tanque espesador	$h_{SUCCIÓN}$	1.64	m	
Profundidad propuesta del cárcamo de lodos	h_{CL}	1.00	m	
Altura total del filtro con apoyos	h_{FTOTAL}	3.58	m	
Altura total de líquido en el espesador	h_{TE}	4.46	m	
Nivel dinámico del pozo	ND	36.50	m	
Eficiencia de equipo de bombeo	η	75.00	%	
Presión atmosférica	H_{ATM}	8.43	m	
Presión de vapor	H_{VAP}	0.238	m	
RESULTADOS				
Equipo de bombeo a filtros $H_B = (z_2 - z_1) + \sum H + h$ $P = \frac{1}{\eta} \gamma Q H_B$ $P_E = \frac{P}{\eta_{EM}} \times 100$				
Carga de bombeo	H_{BF}	42.79	m	
Potencia de salida de la bomba	P_F	5.99	hp	
Eficiencia electromecánica mínima	$\eta_{EM F}$	-	%	
Potencia eléctrica del motor considerando eficiencia mínima según norma (referencia para cálculo de instalación eléctrica)	$P_{EF 1}$	-	hp	
Potencia eléctrica del motor considerando 30% más que la bomba (referencia para cálculo de instalación eléctrica) equipo trifásico	$P_{EF 2}$	7.79	hp	

Tabla 9-11. Equipos de bombeo

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Equipo de bombeo para retrolavado (centrífuga vertical)				
Carga de bombeo	H_{BRET}	9.21	m	
Potencia de salida de la bomba	P_{RET}	3.97	hp	
Eficiencia electromecánica mínima	η_{EMRET}	-	%	
Potencia eléctrica del motor considerando eficiencia mínima según norma (referencia para cálculo de instalación eléctrica)	P_{ERET1}	-	hp	
Potencia eléctrica del motor considerando 30% más que la bomba (referencia para cálculo de instalación eléctrica) equipo trifásico	P_{ERET2}	5.16	hp	
Equipo de bombeo para recirculación (centrífuga horizontal)				
Carga de bombeo	H_{BREC}	6.29	m	
Potencia de salida de la bomba	P_{REC}	0.15	hp	
Potencia eléctrica del motor considerando 30% más que la bomba (referencia para cálculo de instalación eléctrica) equipo trifásico	P_{EREC}	0.20	hp	
Equipo de bombeo para lodos de cárcamo al filtro (neumática)				
Carga de bombeo	H_{BL}	81.00	m	
Potencia de salida de la bomba	P_L	0.26	hp	
Potencia eléctrica del motor considerando 30% más que la bomba (referencia para cálculo de instalación eléctrica) equipo trifásico	P_{EL}	0.34	hp	
Equipo de bombeo para distribución (centrífuga vertical)				
Carga de bombeo	H_{DIS}	70.00	m	

Tabla 9-11. Equipos de bombeo

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Potencia de salida de la bomba	P_{DIS}	9.81	hp	
Eficiencia electromecánica mínima	η_{EMDIS}	52.00	%	
Potencia eléctrica del motor considerando eficiencia mínima según norma (referencia para cálculo de instalación eléctrica)	P_{EDIS1}	18.86	hp	
Potencia eléctrica del motor considerando 30% más que la bomba (referencia para cálculo de instalación eléctrica) equipo trifásico	P_{EDIS2}	12.75	hp	
Carga neta de succión positiva disponible (NPSH)				$NPSH = H_{ATM} - (H_{VAP} + h_s + \Delta H_s)$ $\Delta H_s =$ Pérdida por fricción en la columna El valor es muy pequeño para columnas de cárcamo, por lo que se desprecia
Altura estática de succión en cárcamo de AT	h_{SAT}	2.08	m	$h_s =$ Altura del eje de la bomba sobre el nivel mínimo de agua en el cárcamo
NPSH en cárcamo AT	$NPSH_{DISAT}$	6.10	m	$h_s = (h_{CMAX} + 0.5) - H_{MIN}$ 0.5 - Altura aproximada del centro del tubo de descarga de la bomba a la losa del cárcamo más el grosor de la losa.
Díámetro de las válvulas de admisión y expulsión de aire en el tren de descarga de los equipos de bombeo				
Bomba para filtración	-	0.75	plg	De tablas
Bomba para retrolavado	-	2.00	plg	
Bomba para distribución	-	0.75	plg	

9.12 Reactivos

El proceso de remoción de arsénico requiere la dosificación de dos reactivos durante la filtración y uno durante el retrolavado. Al inicio de la filtración se dosifica hipoclorito de sodio como agente oxidante y cloruro férrico como coagulante; durante el retrolavado, antes de que el agua de lavado ingrese al clarificador, se adiciona polímero para mejorar el espesado de los lodos.

A continuación, se calcula la dosis requerida de reactivos en función de la concentración del contaminante a remover, así como los volúmenes de almacenamiento necesarios para el periodo de tiempo establecido en los datos generales.

Tabla 9-12. Dosificación de reactivos

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	
DATOS				
Caudal de diseño	Q_D	0.0080	m ³ /s	$NaOCl \leftrightarrow Na^+ + OCl^-$
Caudal de retrolavado	Q_{RET}	0.0246	m ³ /s	$Cl_{2(ac)} + H_2O \leftrightarrow HOCl + H^+ + Cl^-$
Tiempo de operación de la planta por día	t_{OP}	6.0	h	
Concentración de manganeso	C_{Mn}	0.00	mg/L	$HOCl \leftrightarrow H^+ + OCl^-$
Concentración de arsénico	C_{As}	0.05	mg/L	$HOCl + H^+ + 2Fe^{+2} \leftrightarrow 2Fe^{+3} + Cl^- + H_2O$
Concentración de hierro	C_{Fe}	0.00	mg/L	
Concentración residual de HOCL	$HOCL_{RESIDUAL}$	1.50	mg/L	$Mn^{+2} + HOCl + H_2O \rightarrow MnO_{2(s)} + Cl^- + 3H^+$
Relaciones estequiométricas	$Cl_2/HOCl$	1.35	-	
	$NaOCl/HOCl$	1.42	-	
	$HOCl/As$	0.70	-	$Fe^{+3} + 4OH^- \rightarrow Fe(OH)_4^-$
	$HOCl/Mn$	0.95	-	$\rightarrow FeO(OH)_2 \cdot H_2O$
	$Fe/FeCl_3$	0.34	-	$\equiv Fe - OH + H^+ + H_2AsO_4^-$
	$HOCl/2Fe$	0.47	-	$\rightarrow \equiv Fe - H_2AsO_4 + H_2O$
Factores de eficiencia	$FE_{POL/LOD}$	15	mgPolímero/LLodo	$H_3AsO_3 + OCl^- \rightarrow H_2AsO_4^- + H^+ + Cl^-$
	$FE_{HOCl/As}$	3	-	
	$FE_{HOCl/Mn}$	2	-	
	$FE_{Fe/As}$	40	-	
Pureza	Cl_2	98	%	
	$NaOCl$	13	%	
	$FeCl_3$	40	%	
	Polímero	0.1	%	
Densidad	$NaOCl$	1.2	kg/L	

Tabla 9-12. Dosificación de reactivos

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	
	$FeCl_3$	1.4	kg/L	
	Polímero	1.0	kg/L	
Tiempo de retrolavado	t_{RET}	10.0	min	
Tiempo de almacenamiento de cloro	$t_{A Cl}$	14.0	días	
Tiempo de almacenamiento de coagulante y/o polímero	$t_{A OTROS}$	14.0	días	
Número máximo de filtros retrolavados por día	F_{RET}	1.0	-	
Volumen de agua de retrolavado por filtro	V_{RET}	14.8	m ³	
Volumen de lodo líquido por retrolavado	V_L	147.76	L	
RESULTADOS				
Dosis de reactivos (D)				
HOCl	-	1.61	mg/L	$D_{HOCl} = FE * \frac{HOCl}{Mn\ o\ As} \cdot C_{Mn\ o\ As} + \frac{HOCl}{2Fe} \cdot C_{Fe} + HOCl_{Residual}$
Cl ₂	-	-	mg/L	$D_{Cloro} = \frac{Cl_2\ o\ NaOCl}{HOCl} \cdot D_{HOCl} \cdot 100$ <i>Pureza</i>
NaOCl	-	17.52	mg/L	
FeCl ₃	-	14.52	mg/L	$D_{FeCl3} = \frac{C_{As} \cdot FE_{Fe/As} \cdot \frac{FeCl_3}{Fe} \cdot 100}{Pureza}$
Polímero al 1%	-	0.15	mg/L	$D_{Polímero} = \frac{V_L \cdot FE_{Pol/Lodo}}{V_{RET}}$
Flujo másico de reactivos (W)				
Cl ₂	-	-	kg/día	
NaOCl	-	3.03	kg/día	
FeCl ₃	-	2.51	kg/día	
Polímero al 1%	-	0.0022	kg/día	
Flujo volumétrico de reactivos (q)				
NaOCl	-	2.503	L/día	$W = D \cdot Q$ $q = W / \rho$

Tabla 9-12. Dosificación de reactivos

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	
Cloruro férrico	-	1.78	L/día	$q = \frac{W * 100}{\rho * pureza}$
Polímero (durante el retrolavado)	-	2.22	L/día	
Volumen de almacenamiento x periodo seleccionado (V_{alm})				$V_{alm} = (q \text{ o } W) \cdot t_A$
Cl ₂	-	-	kg	
NaOCl	-	35.04	L	
Cloruro férrico	-	24.91	L	$V_{alm} = q \cdot t_{RET} \cdot F_{RET} / \text{día} \cdot t_A$
Polímero	-	31.02	L	

9.13 Costos de operación

Derivado del proceso de potabilización del agua, se generan costos por consumo de reactivos, costos de energía eléctrica, costos de mano de obra y costos de mantenimiento. La determinación de estos costos aporta un panorama general de lo que costaría operar una planta potabilizadora con las características bajo las cuales fue diseñada, ya sea por día, por mes o por año. De igual manera, al relacionar los costos de operación con el caudal de diseño de la planta, se puede determinar el costo por metro cubico de agua tratada.

Tabla 9-13. Costos de operación de la planta

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
DATOS				
Caudal de diseño	Q_d	0.0080	m ³ /s	
Número de filtros retrolavados por día	F_{RET}	1	-	
Días necesarios para retrolavar todos los filtros	-	3	días	
Frecuencia de retrolavado de filtros	$FREC_{RET}$	3	días	
Flujo másico de Cl ₂	W_{Cl_2}	-	kg/día	

Tabla 9-13. Costos de operación de la planta

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Flujo másico de NaOCl	W_{NaOCl}	3.03	kg/día	
Flujo másico de FeCl ₃	W_{FeCl_3}	2.51	kg/día	
Flujo másico de Polímero	$W_{Polimero}$	2.22E-03	kg/día	
Número de equipos de bombeo para filtración	-	-	-	
Potencia por equipo de bombeo para filtración	P_F	7.79	hp	
Número de equipos de bombeo para retrolavado	-	1	-	
Potencia por equipo de bombeo para retrolavado	P_{RET}	5.16	hp	
Potencia del equipo de recirculación	P_{REC}	0.20	hp	
Potencia del equipo de lodos a filtro prensa	P_L	0.34	hp	
Número de equipos de bombeo para distribución	-	1	-	
Potencia por equipo de bombeo para distribución	P_{DIS}	12.75	hp	
Horas de operación de la planta por día	t_{OP}	6	h	
Tiempo de retrolavado	t_{RET}	0.17	h	
Tiempo de recirculación	t_{REC}	3.00	h	
Tiempo de extracción de lodos del cárcamo al filtro prensa	t_{LC}	2.00	h	
Precio del gas cloro	$\$C_{l_2}$	-	\$/kg	
Precio del hipoclorito de sodio	$\$NaOCl$	8.76	\$/kg	
Precio del cloruro férrico	$\$FeCl_3$	10.95	\$/kg	
Precio del Polímero Bulab 5370	$\$Polimero$	120.41	\$/kg	

Tabla 9-13. Costos de operación de la planta

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Precio de energía eléctrica	$\$E$	1.16	\$/kW-h	
Costos de mantenimiento preventivo (0.5% de la inversión)	$\$MTO$	1,868.39	\$/mes	
Número de operadores por semana	-	1	Personas	
Sueldo por operador	$\$SO$	2,400.00	\$/mes	
RESULTADOS				
Costos por día				
Reactivos				
Cl ₂	-	-	\$/día	$\$_{REAC}/día = W_{REAC} \cdot \$_{REAC}$
NaOCl	-	26.52	\$/día	
FeCl ₃	-	27.47	\$/día	
Polímero	-	0.27	\$/día	
Energía eléctrica				
Bombeo a filtros	-	40.52	\$/día	$\$_{EE}/día = P * t * \E
Filtrado de lodos	-	0.20	\$/día	
Distribución o carga a la salida de la planta	-	66.29	\$/día	
Recirculación	-	0.51	\$/día	$\frac{\$_{EE}}{día} = P * t * \$E * N_F$
Retrolavado	-	0.74	\$/día	
Mano de obra y mantenimiento				

Tabla 9-13. Costos de operación de la planta

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Mano de obra	-	80.00	\$/día	$\$_{MO/día} = \$_{SO}/30$
Mantenimiento	-	62.28	\$/día	$\$_{MTO/día} = \$_{Ref}/30$
Costos por metro cubico de agua tratada				
Reactivos				
Cl ₂	-	-	\$/m ³	$\$_{REAC/m^3} = \frac{\$_{REAC/día}}{Q_D}$
NaOCl	-	0.1535	\$/m ³	
FeCl ₃	-	0.1589	\$/m ³	
Polímero	-	0.0015	\$/m ³	
Energía eléctrica				
Filtración y extracción (si no hay tanque de agua cruda)	-	0.2345	\$/m ³	$\$_{EE/m^3} = \frac{\$_{EE/día}}{Q_D}$
Filtrado de lodos	-	0.00115	\$/m ³	
Recirculación	-	0.0029	\$/m ³	
Retrolavado	-	0.0043	\$/m ³	
Distribución	-	0.3836	\$/m ³	
Mano de obra y mantenimiento				
Mano de obra	-	0.46	\$/m ³	$\$_{MO/m^3} = \frac{\$_{MO/día}}{Q_D}$
Mantenimiento	-	0.360	\$/m ³	
COSTO TOTAL				

Tabla 9-13. Costos de operación de la planta

	NOTACIÓN	VALOR	UNIDAD	FÓRMULA
Costo de bombeo a filtros + potabilización + envío a tanque elevado + filtrado de lodos	-	9,143.88	\$/mes	
	-	111,250.57	\$/año	
	-	1.76	\$/m ³	

10 ANÁLISIS ECONÓMICO

El costo de construcción de la planta potabilizadora de Milpillas de Santiago se está tomando directamente de la base de datos que actualmente se tiene en el IMTA de plantas potabilizadoras que ya fueron construidas y que utilizan una tecnología similar, además se está actualizando el costo al año y mes presente considerando una inflación del 9.46% (de 2017 a la fecha de cálculo; nov-2018), los cuales se muestran en la en la Tabla 10-1. Resultando un costo total de construcción de \$6,338,309.50 pesos (seis millones trescientos treinta y ocho mil trescientos nueve pesos 50/100 M.N.) sin el Impuesto al valor agregado (IVA).

Tabla 10-1. Costos de referencia de plantas potabilizadoras construidas

Precios de referencia plantas remoción de As				
Año	Caudal (L/s)	Costo Planta (M\$)	Costo Planta (2018) (\$) (SIN IVA)	Costo Planta (2017) (\$) (SIN IVA)
DATOS CONAGUA	8.0	6.893	6,338,309.5	5,790,525.7
	12.0	5.996	5,513,285.4	5,036,803.8
	12.0	6.011	5,526,883.4	5,049,226.6
	15.0	5.505	5,061,774.4	4,624,314.2
	18.0	6.651	6,115,090.3	5,586,598.1
	20.0	6.983	6,420,958.2	5,866,031.6
	20.0	10.500	9,654,372.0	8,820,000.0
	22.0	8.299	7,630,815.6	6,971,328.0
	23.6	8.915	8,197,224.8	7,488,785.6
	25.0	6.563	6,034,027.6	5,512,541.2
	25.0	6.848	6,296,646.7	5,752,463.6
	25.6	7.916	7,278,796.1	6,649,731.5
	25.8	8.741	8,037,223.3	7,342,612.2
	28.0	7.263	6,677,911.6	6,100,778.0
	28.0	9.948	9,147,195.7	8,356,656.0
	28.1	8.414	7,736,380.2	7,067,769.2
	28.5	10.500	9,654,372.0	8,820,000.0
	29.9	8.878	8,163,451.9	7,457,931.6
	31.9	8.473	7,790,882.4	7,117,561.1
	33.0	9.776	8,988,784.9	8,211,935.8
34.5	12.563	11,551,088.3	10,552,794.0	
34.5	13.495	12,408,270.6	11,335,894.9	
35.2	8.778	8,070,994.3	7,373,464.6	
35.5	9.829	9,037,324.3	8,256,280.2	
35.5	12.118	11,142,490.5	10,179,508.9	
36.0	10.064	9,253,506.8	8,453,779.3	

Precios de referencia plantas remoción de As				
Año	Caudal (L/s)	Costo Planta (M\$)	Costo Planta (2018) (\$) (SIN IVA)	Costo Planta (2017) (\$) (SIN IVA)
	38.0	12.488	11,482,499.1	10,490,132.5
	38.7	12.252	11,265,493.6	10,291,881.6
	40.0	8.092	7,440,105.9	6,797,100.2
	40.5	12.302	11,311,171.7	10,333,612.0
	43.5	12.436	11,434,443.3	10,446,229.9
	44.5	12.268	11,280,159.1	10,305,279.6
	46.5	8.005		
	46.5	8.777		
	50.7	12.000	11,033,568.0	10,080,000.0
	54.0	7.491		
	62.0	12.000	11,033,568.0	10,080,000.0
	65.0	17.399	15,997,963.8	14,615,351.5
	69.0	16.377	15,057,912.1	13,756,543.1
	70.0	16.826	15,471,121.9	14,134,041.6
	74.0	16.000	14,711,424.0	13,440,000.0
	80.0	19.583	18,005,532.5	16,449,417.6
	83.1	16.337	15,021,091.2	13,722,904.4
	93.3	19.787	18,193,491.2	16,621,132.1
	94.9	21.132	19,429,983.6	17,750,761.6
	111.6	19.617	18,036,712.4	16,477,902.8
	113.0	20.906	19,222,295.1	17,561,022.4
2017	200.0		32,838,000.0	30,000,000.0
2009	3,000.0	83.500	136,477,661.4	124,682,679.8
2017	1165		82,816,444.6	75,659,094.3

De igual forma, se puede tomar como base de cálculo el costo de construcción de las plantas potabilizadoras antes mencionadas (ver Tabla 10-1) y sus diferentes capacidades de tratamiento, para estimar el costo de cualquier otra planta con una capacidad específica utilizando la ecuación que se muestra en la Figura 10-1.

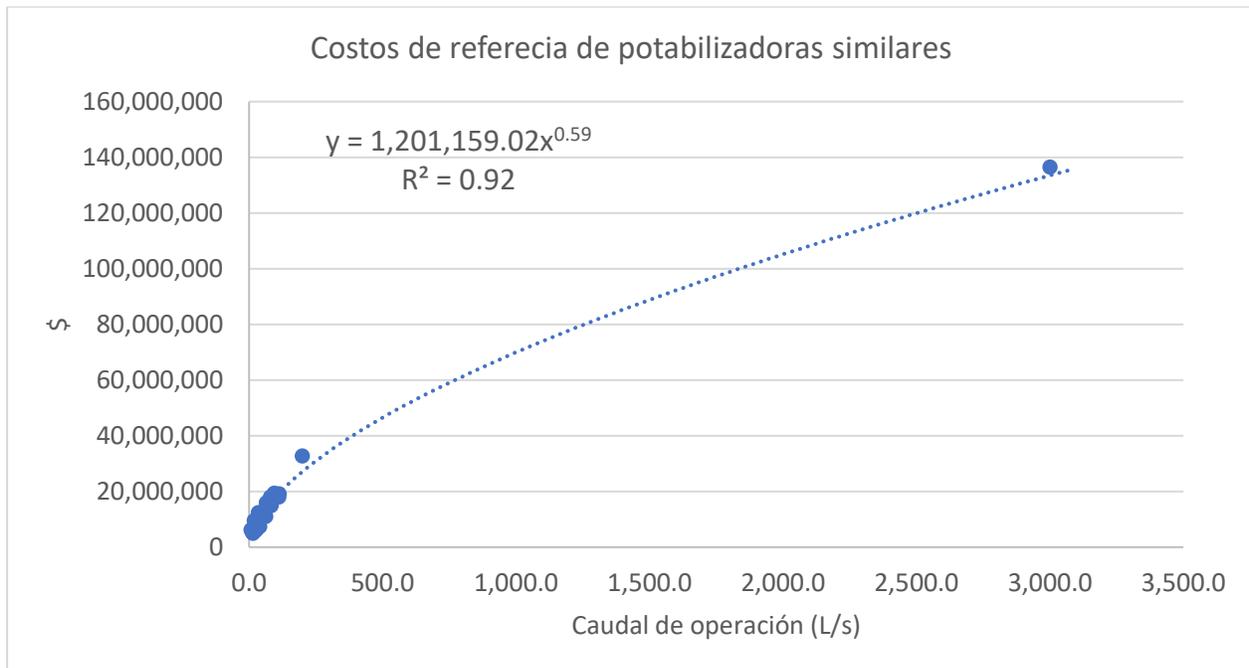


Figura 10-1. Ecuación para estimar los costos de construcción de plantas potabilizadoras similares

10.1 Costos de operación

En el costo de operación que se presentó en la Tabla 9-13, se está considerando un costo de energía eléctrica de \$1.16/Kw/hora (zona del Bajío), por otro lado, considerando el costo de la energía eléctrica del bombeo del pozo Milpillás de acuerdo a los recibos de consumo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que fueron presentados por la Dirección de Ecología, Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del H. Ayuntamiento de Victoria, (ver Figura 10-2 y Figura 10-3), se obtienen costos de \$3.25 a \$3.36/Kw/hora. Utilizando estos últimos costos, se realizó un cálculo del costo de operación, mantenimiento y bombeo del agua de la planta potabilizadora proyectada en el pozo Milpillás de Santiago.

Se analizaron 3 escenarios de bombeo para una misma dotación de agua (180 L/hab-día), considerando caudales de 4, 6 y 8 L/s, con 10.6, 7.0 y 5.3 horas de operación respectivamente, para alcanzar la dotación objetivo, esto implica variaciones en el costo de energía por los horarios (ver Tabla 10-2 y Tabla 10-3).

Como resultado se obtiene un costo de \$3.04/m³, considerando un caudal de 8 L/s y un tiempo de operación de 5.31 horas, tal y como está proyectada la planta potabilizadora (ver Tabla 10-3).

Por otro lado, se analizaron diferentes escenarios de la relevancia que tienen las aportaciones económicas de los usuarios de la comunidad de Milpillás, los cuales se muestran en la Tabla 10-4, donde se observa claramente la necesidad de que el 100% de los usuarios realice siempre su aportación económica por el tratamiento y distribución del agua.



CFE Suministrador de Servicios Básicos
Av. Paseo de la Reforma 164,
Col. Juárez, Del. Cuauhtémoc, C.P. 06600, Ciudad de México.
RFC: CSS160330/CP7

PRESIDENCIA MUNICIPAL

COM DE MILPILLAS
SAN JOSE ITURBIDE
SAN JOSE ITURBIDE
SN JOSE ITURBIDE, GTO
C.P. 37980

NO. DE SERVICIO : 082010900308

NO. DE SERVICIO (RMU): 37980 01-11-26 XAXX-010101 009 CFE

TOTAL A PAGAR:
\$17,658.00

(DIECISIETE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 00/100 M.N.)

PERIODO FACTURADO: 16 AGO 18 - 18 SEP 18

TARIFA: GDMTO

NO. MEDIDOR: 406HAC

MULTIPLICADOR: 1

LÍMITE DE PAGO: 04 OCT 18

CARGA CONECTADA kW: 40

DEMANDA CONTRATADA kW: 40

CORTE A PARTIR: 05 OCT 18

Concepto	Lectura actual		Lectura anterior		Diferencia	Precio (MXN)	Subtotal (MXN)
	Medida ●	Estimada ●	Medida ●	Estimada ●			
kWh	406HAC	99991	99991	0	94999	4992	4,992
kW	406HAC	32	32	0	0	32	32
kVarh	406HAC	62438	62438	0	59354	3084	3,084

Concepto	Costo de la energía en el mercado				Desglose del importe a pagar	
	\$	\$/kW	\$/kWh	Importe (MXN)	Concepto	Importe (MXN)
Suministro	473.52	0.00	0.00	473.52	Cargo Fijo	473.52
Distribución	0.00	1,172.69	0.00	1,172.69	Energía	13,945.69
Transmisión	0.00	0.00	791.23	791.23	2% Baja Tensión	288.38
CENACE	0.00	0.00	45.43	45.43	Cargo Factor de Potencia	514.76
Energía	0.00	0.00	7,194.83	7,194.83	Subtotal	15,222.35
Capacidad	0.00	4,714.56	0.00	4,714.56	IVA 16%	2,435.57
SCnMEM	0.00	0.00	26.95	26.95	Facturación del Periodo	17,657.92
Total	473.52	5,887.25	8,058.44	14,419.21	Adeudo Anterior	15,640.66
					Su Pago	15,640.00
					Total	\$17,658.58

¿En qué podemos ayudarte?



Fecha, hora y lugar de impresión: 05 OCT 2018 17:25:48 hrs. Carretera a Pozos Km 0.5 Centro San Jose Iturbide San Jose Iturbide Guanajuato Mexico CP 37980

El Gobierno Federal trabaja contra la impunidad, con tu ayuda fortalecemos la lucha. Secretaría de la Función Pública quejas y denuncias al Teléfono:



NÚMERO DE SERVICIO (RMU): 37980 01-11-26 XAXX-010101 009 CFE



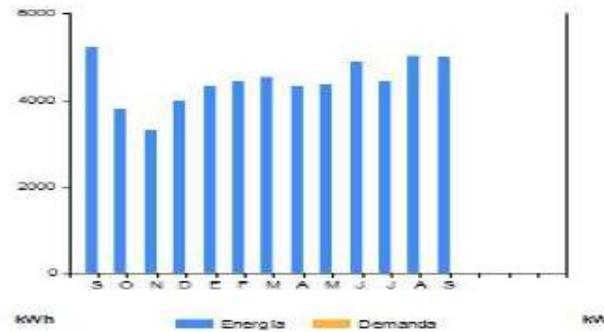
CUENTA: 72DP09T017210390 CLAVE DE ENVÍO: Repartir 1

TOTAL A PAGAR:
\$17,658.00

(DIECISIETE MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO PESOS 00/100 M.N.)

Figura 10-2. Recibo de CFE del mes de septiembre de 2018 (frente)

Consumo histórico Demanda (kW)



Periodo	Demanda facturable kW	Consumo total kWh	Factor Potencia %	Factor Carga %	Precio medio (MXN)
SEP 17		5,207			2.2269
OCT 17		3,797			2.2505
NOV 17		3,322			2.2940
DIC 17		4,003			3.3442
ENE 18		4,344			1.6755
FEB 18		4,456			1.8432
MAR 18		4,522			1.8010
ABR 18		4,334			1.9978
MAY 18		4,368			2.1327
JUN 18		4,875			2.2529
JUL 18		4,436			2.4679
AGO 18		5,029			2.6810
SEP 18		4,992			3.0493

Datos Fiscales del Receptor Cadena Original Este documento es una representación impresa de un CFDI Pago en una sola exhibición



RFC COM DE MILPILLAS SA JOSE ITURBIDE, GTO Serie: PE Folio: 00003091459 Folio Fiscal: UJID N. Certificado del SAT: No. certificado del CBS: 00010000004010245
Fecha y Hora de certificación: Unidad de medida: No Aplica Método de pago: NA Régimen Fiscal: RÉGIMEN GENERAL DE LEY DE PERSONAS MORALES

Instancias y recursos a disposición de los usuarios para atender quejas:



Conoce los servicios de los diferentes suministradores:

<http://usuariocalificado.cre.gob.mx/UsuarioCalificado/ListadoSuministrador>

¡AVISO IMPORTANTE!

- Corte a partir de 05 OCT 18.
- Septiembre, mes del Testamento. ¡Herédales tranquilidad!
- Visita www.gob.mx/segob
- Servicio a Clientes Teléfono 071.

Nuestro compromiso es seguir conectados contigo. **CFE-contigo**

¿En qué podemos ayudarte? **071** CFE Nacional @CFE_mx @CFE_Contigo cfe.mx

Figura 10-3. Recibo de CFE del mes de septiembre de 2018 (reverso)

Tabla 10-2. Costos de operación de la planta Potabilizadora utilizando las tarifas de CFE en Milpillas (consumos)

Dotación de proyecto:	180	L/hab-d
Población de proyecto:	849	Hab
Volumen diario requerido:	152,820	L

CAUDAL (L/s)	CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO (mg/L)	FE _{Fe/As}	TIEMPO DE OPERACIÓN (horas)	VOLUMEN TRATADO (litros)	ENERGÍA REQUERIDA POZO (kw/h)	ENERGÍA REQUERIDA TANQUE (kw/h)
8	0.05	40	5.31	152,820	979.72	1306.29
6	0.05	40	7.08	152,820	1306.29	1741.72
4	0.05	40	10.61	152,820	1959.44	2612.59

ENERGÍA REQUERIDA RETROLAVADO (kw/h)	ENERGÍA REQUERIDA CLORACIÓN (kw/h)	ENERGÍA REQUERIDA FeCl ₃ (kw/h)	ENERGÍA REQUERIDA POLIMERO (kw/h)	ENERGÍA REQUERIDA RECIRCULACIÓN (kw/h)	ENERGÍA REQUERIDA AGITADOR (kw/h)	ENERGÍA REQUERIDA COMPRESOR (kw/h)	ENERGÍA CONSUMIDA ² TOTAL (kw/h)	COSTO DE ENERGÍA (\$ kw/h)
49.24	3.85	3.85	0.15	221.56	3.69	20.52	2,589	\$3.36
49.24	5.14	5.14	0.15	221.56	3.69	20.52	3,353	\$3.31
49.24	7.70	7.70	0.15	221.56	3.69	20.52	4,883	\$3.25

DOSIS DE HOCl (mg/L)	DOSIS DE NaOCl (mg/L)	CONSUMO ³ DE NaOCl (kg)	COSTO DE NaOCl (\$/kg)	DOSIS DE FeCl ₃ (mg/L)	CONSUMO ³ DE FeCl ₃ (kg)	COSTO DE FeCl ₃ (\$/kg)	DOSIS DE POLÍMERO AL 1% (mg/L)	CONSUMO DE POLÍMERO (Kg/h)	CONSUMO ⁴ DE POLÍMERO (Kg/día)	COSTO DE POLÍMERO (\$/kg)
0.61	6.61	1.01	\$8.56	14.52	2.22	\$10.70	0.15	0.0133	0.0027	\$120.41
0.61	6.61	1.01	\$8.56	14.52	2.22	\$10.70	0.15	0.0133	0.0027	\$120.41
0.61	6.61	1.01	\$8.56	14.52	2.22	\$10.70	0.15	0.0133	0.0027	\$120.41

² Los consumos de energía están en función del tiempo de operación de los equipos

³ Los consumos de cloro (NaOCl) y cloruro férrico (FeCl₃), están en función del volumen de agua producida.

⁴ El consumo de polímero está en función del volumen de agua de retrolavado

Tabla 10-3. Costos de operación de la planta Potabilizadora utilizando las tarifas de CFE en Milpillas (totales)

COSTO MENSUAL DE ENERGÍA (\$)	COSTO MENSUAL NaOCl (\$)	COSTO MENSUAL FeCl ₃ (\$)	COSTO MENSUAL POLÍMERO (\$)	COSTO MENSUAL OPERADOR (\$)	COSTO MENSUAL MTTO (\$)	COSTO TOTAL DE OPERACIÓN (\$)	COSTO (\$/m ³)	COSTO POR TOMA
\$8,693.18	\$259.34	\$712.41	\$9.58	\$2,400.00	\$1,868.00	\$13,942.52	\$3.04	\$72.24
\$11,090.95	\$259.34	\$712.41	\$9.58	\$2,400.00	\$1,868.00	\$16,340.29	\$3.56	\$84.66
\$15,892.78	\$259.34	\$712.41	\$9.58	\$2,400.00	\$1,868.00	\$21,142.12	\$4.61	\$109.54

Tabla 10-4. Costos por tomas para diferentes escenarios de aportación de cuotas

APORTACIÓN	NÚMERO DE TOMAS	COSTO POR TOMA
100%	193	\$72.24
90%	174	\$80.27
80%	154	\$90.30
70%	135	\$103.20
60%	116	\$120.40
50%	97	\$144.48

Todos los escenarios de los costos de operación fueron realizados con tubería nueva de conducción de 4 pulgadas de diámetro, al igual que en la memoria de cálculo, esto con la finalidad de reducir las pérdidas de carga hidráulicas que actualmente se tienen con la tubería de 3 pulgadas de diámetro con la que conducen el agua hacia el tanque elevado existente.

Colocar una tubería de 4 pulgadas de diámetro reduce significativamente la cantidad de energía eléctrica utilizada actualmente con la tubería de 3 pulgadas y por ende reduce los costos.

Lo anterior se demuestra con el costo que actualmente se tiene en Milpillas por el simple bombeo al tanque elevado, cuya facturación es de \$17,658.00 pesos mensuales (mes de septiembre-2018, ver Figura 10 2 y Figura 10 3), lo que se traduce a un costo de \$3.85/m³ de agua bombeada sin tratamiento, es decir, cada usuario actualmente tiene que pagar \$91.49 pesos mensuales, considerando una recaudación del 100% de los 193 usuarios.

En resumen, es necesario cambiar la actual tubería de 3 pulgadas por una nueva tubería de 4 pulgadas para reducir los costos del bombeo, como se muestra en la Tabla 10-5.

Tabla 10-5. Costos de operación de la planta potabilizadora Vs Costo actual de bombeo.

Descripción	Diámetro de tubería	\$/m ³
Solo bombeo actual a tanque elevado con tarifa de CFE de \$3.25 a \$3.36/Kw/hora (Milpillas)	3"	3.85
Potabilización más bombeo a tanque elevado con tarifa de CFE de \$3.25 a \$3.36/Kw/hora (Milpillas)	4"	3.04
Potabilización más bombeo a tanque elevado con tarifa de CFE de \$1.16/Kw/hora (zona del Bajío)	4"	1.76

11 CATÁLOGO DE EVENTOS Y PRESUPUESTO

11.1 Costos de proyectos ejecutivos

A partir de los costos de los diseños de otras plantas potabilizadoras de igual o similar sistema de tratamiento que ya fueron construidas, las cuales constan de filtros a presión, sistema de bombeo del pozo a los filtros y de los filtros a cárcamo de bombeo, para distribución mediante tanque elevado, incluyendo el sistema de recuperación de agua de retrolavado de filtros y tratamiento de lodos, se elaboraron dos cuadros con los proyectos de detalles (eventos), los cuales se presenta en la Tabla 11-1 y Tabla 11-2.

Tabla 11-1. Costos de proyectos de plantas construidas (1)

PROYECTOS EJECUTIVOS	PLANTA de 30 L/s Costo: \$9,751,721.00
ARQUITECTÓNICO	\$45,000.00
CIVIL (ESTRUCTURAL)	\$70,000.00
ELÉCTRICO	\$80,000.00
HIDRÁULICO	\$110,000.00
MECÁNICO	\$88,000.00
INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	\$70,000.00
PUESTA EN MARCHA	\$30,000.00
CATÁLOGO DE CONCEPTOS Y PRESUPUESTO BASE	\$60,000.00
TOPOGRAFÍA	\$70,000.00
MECÁNICA DE SUELOS	\$60,000.00
COSTO TOTAL DE PROYECTOS:	\$683,000.00

Tabla 11-2. Costos de proyectos de plantas construidas (2)

PROYECTOS EJECUTIVOS	PLANTA de 42 L/s Costo: \$11,434,443.30	PLANTA de 80 L/s Costo: \$18,005,532.50	PLANTA de 30 L/s Costo: \$8,163,451.90
ARQUITECTÓNICO	\$44,000.00	\$60,000.00	\$60,000.00
ESTRUCTURAL	\$66,000.00	\$55,000.00	\$91,000.00
HIDRÁULICO	\$60,000.00	\$41,000.00	\$73,000.00
ELECTRO- MECÁNICO	\$90,000.00	\$79,000.00	\$83,000.00
INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL	\$60,000.00	\$54,000.00	\$77,000.00
PUESTA EN MARCHA, EQUIPOS ANALÍTICOS, MATERIALES Y REACTIVOS PARA CONTROL DE CALIDAD	\$90,000.00	\$105,000.00	\$101,000.00
MANUAL DE OPERACIÓN Y CONTROL	\$21,000.00	\$23,000.00	\$22,000.00
CATÁLOGO DE CONCEPTOS Y PRESUPUESTO BASE	\$20,000.00	\$25,000.00	\$20,000.00

PROYECTOS EJECUTIVOS	PLANTA de 42 L/s Costo: \$11,434,443.30	PLANTA de 80 L/s Costo: \$18,005,532.50	PLANTA de 30 L/s Costo: \$8,163,451.90
TOPOGRAFÍA	\$45,000.00	\$50,000.00	\$38,000.00
MECÁNICA DE SUELOS	\$33,000.00	\$40,000.00	\$30,000.00
TRÁMITE ANTE SEMARNAT "INFORME PREVENTIVO DE IMPACTO AMBIENTAL"	\$11,000.00	\$10,000.00	\$11,000.00
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	\$73,000.00	\$83,000.00	\$75,000.00
COSTO TOTAL DE PROYECTOS:	\$613,000.00	\$625,000.00	\$681,000.00

En el primer caso (Tabla 11-1) el costo de los proyectos ejecutivos representa un 7% del costo total de la obra, en los otros casos representan el 5.36%, 3.47% y 8.34% para plantas de 42, 80 y 30 L/s respectivamente.

En el caso de una planta potabilizadora de 8 L/s, cuyo costo aproximado de construcción es de \$6,338,309.50, como se indicó en la Tabla 10-1, el costo del proyecto ejecutivo se puede estimar en un 10% del costo de la obra, es decir, \$633,803.00 pesos.

11.2 Presupuesto estimado de los eventos

Los proyectos deberán estar constituidos por las obras (las que apliquen) descritas en la Tabla 11-3, mismas que fueron tomadas de una planta ya construida de igual gasto que utiliza la misma tecnología de filtración directa para remoción de arsénico. A su vez cada una de las obras deberán ir acompañadas por su respectivo catálogo de conceptos y presupuestos.

En la Tabla 11-3 se presenta una estimación de los costos de los eventos y sub-eventos que constituyen el costo total de construcción y equipamiento de la planta potabilizadora ya construida de igual gasto, cuyos costos se llevaron a valor presente y la cual deberá ser considerada como ejemplo.

Tabla 11-3. Descripción de eventos y sub-eventos con estimación de costos

DESCRIPCIÓN DE EVENTOS Y SUB-EVENTOS (SIMILARES)	COSTO ESTIMADO
1 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	
1.1 INSTRUMENTACIÓN	954,789.79
2 ELÉCTRICO	
2.1 ALIMENTACIÓN PRINCIPAL	124,177.76
2.2 ALUMBRADO EXTERIOR	25,514.25
2.3 ALUMBRADO Y CONTACTOS	36,433.16
2.4 FUERZA Y CONTROL	368,446.96
2.5 RETROLAVADO Y BOMBEO A RED Y RECUPERACIÓN DE AGUA FILTRADA	31,158.51
2.6 POZO PROFUNDO	236,232.88

2.7 CANALIZACIONES	5,867.34
2.6 SUBESTACIÓN	162,428.08
3 MECÁNICO	
3.1 BOMBEO A RED	165,634.32
3.2 BOMBEO DE RETROLAVADO	257,688.14
3.3 BOMBEO DE RECIRCULACIÓN	10,654.73
3.4 BOMBEO DE LODOS	31,805.33
3.5 BOMBA DE EXTRACCIÓN DEL POZO	302,800.00
4 ESTRUCTURAL	
4.1 BASE PARA FILTROS	63,471.98
4.2 SEDIMENTADOR	89,208.22
4.3 CÁRCAMO DE AGUA FILTRADA	228,351.68
4.4 CASETA DE DOSIFICACIÓN Y CCM	97,708.74
4.5 CUARTO PARA FILTRO PRENSA	73,171.60
4.6 CÁRCAMO DE LODOS	18,500.38
4.7 CAJA DE VÁLVULAS	5,866.39
4.9 BASE DE FILTRO PRENSA	2,518.90
4.10 PUERTAS DE ACCESO	31,442.72
4.11 APOYOS DE TUBERÍAS	7,007.53
4.13 BARDA PERIMETRAL	428,343.77
5 ARQUITECTÓNICO	
5.1 ACABADOS EN PISOS	50,271.98
5.2 ACABADOS EN MUROS	33,946.91
5.3 ACABADOS EN PLAFOND	13,157.66
5.4 CANCELERÍA EN VENTANAS	7,369.18
5.5 CANCELERÍA EN PUERTAS	14,790.57
5.6 CERRAJERÍA	536.43
6 HIDRÁULICO	
6.1 LÍNEAS DE INTERCONEXIÓN	534,007.23
6.2 FILTROS A PRESIÓN	1,247,316.58
7 OTROS	
7.1 TRAMITES Y SERVICIOS	112,287.40
7.2 PUESTA EN MARCHA Y MANUAL DE OPERACIÓN	134,977.60
7.3 REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURA DEL POZO Y COLUMNA DE BOMBEO	397,828.84
SUBTOTAL	6,305,713.55
16% IVA	1,008,914.17

TOTAL	7,314,627.72
--------------	---------------------

11.3 Costo de la nueva tubería de 4 pulgadas

Se calculó el costo de la línea de conducción de 4" de acuerdo al estudio topográfico de la misma realizado por el IMTA, las unidades, precios unitarios y cantidades de obra se muestran en la Tabla 11-4.

Tabla 11-4. Costo de la tubería de conducción de 4"

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO (\$)	CANTIDAD	IMPORTE (\$)
RUPTURA Y DEMOLICIÓN DE.....				
PAVIMENTO HIDRÁULICO.	M3.	367.90	102.6	37,746.54
TRAZO Y CORTE C/CORTADORA DE DISCO EN: PAVIMENTO HIDRÁULICO.	ML.	26.72	2280.00	60,921.60
CONSTRUCCIÓN DE...				
PAVIMENTO O BANQUETA DE CONCRETO F´C=200 KG/CM2 DE 15 CM DE ESPESOR	M2	366.075	102.6	37,559.30
EXCAVACIÓN CON EQUIPO PARA ZANJAS EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA, EN SECO....				
EN ZONA A DE 0 A 6.00 MTS. DE PROFUNDIDAD.	M3.	24.83	718.2	17,832.91
PLANTILLA APISONADA AL 85% PROCTOR EN ZANJAS....				
CON MATERIAL PRODUCTO DE BANCO.	M3.	168.38	68.4	11,517.19
RELLENO EN ZANJAS....				
A VOLTEO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN.	M3.	15.02	625.18	9,390.14
COMPACTADO AL 85% PROCTOR, CON MATERIAL DE BANCO.	M3.	135.06	265.45	35,851.95
INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE ACERO SOLDADA DE...				
DE 4" DE DIÁMETRO Y 5.16 MM. DE ESPESOR.	M.	106.76	1297.00	138,461.24
PRUEBA HIDROSTÁTICA DE TUBERÍA DE ACERO DE...				
DE 4" DE DIÁMETRO	M.	7.69	1297.00	9,976.01
LIMPIEZA DE TUBERÍA Y PIEZAS ESPECIALES DE ACERO, CON CHORRO DE ARENA....				
EXTERIOR A GRADO COMERCIAL.	M2.	110.27	413.98	45,650.02
INTERIOR A GRADO COMERCIAL.	M2.	142.47	362.24	51,607.76
PROTECCIÓN ANTICORROSIVA PARA TUBERÍAS DE ACERO....				
SUP. EXT. A BASE DE PRIMARIO DE ALQUITRÁN DE HULLA, ESMALTE APLIC. EN CALIENTE Y PROTEC. MEC. CON MALLA FIB. DE VIDRIO Y FIELTRO DE FIB. DE VIDRIO.	M2.	307.67	413.98	127,370.46
SUP. INT. CON PRIMARIO EPÓXICO CATALIZADO Y ACABADO EPOXICO CATALIZADO DE ALTOS SOLIDOS, EJECUTADO EN OBRA.	M2.	180.11	362.24	65,242.33
SUMINISTRO DE TUBERÍA ACERO NORMA ASTM A-53 ACERO AL CARBÓN EXTREMOS BISELADOS...				
4" DE DIÁMETRO ESPESOR 8.18 mm	M	548.45	1297.00	711,338.09

ACARREO 1er. KM. MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIÓN EXCEPTO ROCA EN CAMIÓN VOLTEO, DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO...				
ZONA URBANA TRANSITO NORMAL.	M3.	13.49	93.02	1,254.89
ACARREO 1er. KM. DE ROCA EN CAMIÓN DE VOLTEO, DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO....				
ZONA URBANA TRANSITO NORMAL.	M3.	17.60	102.60	1,805.76
ACARREO KM. SUBSECUENTES AL 1o., MATERIAL PRUDCTO DE EXCAVACIÓN EXCEPTO ROCA EN CAMIÓN VOLTEO, EN CAMINO....				
ZONA URBANA TRANSITO NORMAL.	M3.KM	8.26	186.05	1,536.76
ACARREO KM. SUBSECUENTES AL 1o., DE ROCA EN CAMIÓN VOLTEO, EN CAMINO....				
ZONA URBANA TRANSITO NORMAL.	M3.KM	10.73	205.20	2,201.80
COSTO DE CONSTRUCCIÓN				1,367,264.73

El costo de los soportes donde la tubería será colocada en forma elevada en la zona del cerro, se muestra en la Tabla 11-5.

Tabla 11-5. Costo de soporte de concreto para tubería de 4"

Descripción	Unidad	P.U.
SOPORTE DE CONCRETO DE F'C = 250 KG/CM2 CON TMA DE 1 1/2", REFORZADO CON VARILLAS NO.3 A CADA 20 CM EN TODAS LAS CARAS, CON DIMENSIONES DE 25X35X20 CM	PZA	254.82

Por lo tanto, el costo total de la línea nueva de conducción de 4", considerando la colocación de 10 soportes de concreto será de \$1,588,983.00 incluido el IVA, como se muestra en la Tabla 11-6.

Tabla 11-6. Tubería nueva de conducción de 4"

DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)
TUBERÍA DE CONDUCCIÓN DE 4"	1,367,264.73
SOPORTE DE CONCRETO DE F'C = 250 KG/CM2 (10 UNIDADES)	2,548.20
	c
SUBTOTAL	1,369,812.93
16% IVA	219,170.07
TOTAL	1,588,983.00

12 ANEXOS

12.1 Resultados de calidad del agua (primer análisis)



LABORATORIO Y ASESORIA EN CONTROL DE LA CONTAMINACION, S.A. DE C.V. ®

Río Amacuzac 103
Col. Vista Hermosa
C.P. 62290
Cuernavaca, Mor.

Tel. (777) 314 30 68
con 3 líneas
Correo-e: lablacc@prodigy.net.mx

INFORME DE PRUEBA

Hoja 1 de 2

CLIENTE: INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA			
Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua			
Subcoordinación de Potabilización			
Domicilio: Paseo Cuauhnahuac N° 8532			
Col. Progreso			
Jiutepec, Morelos			
Tel. (777) 329-36-00 ext. 348.			
At'n.: Dr. Martín Piña Soberanis.			
			N° de folio: A 8395

DESCRIPCIÓN Y TIPO DE MUESTRA: Muestra simple de agua tomada en el "POZO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA LOCALIDAD MILPILLAS DE SANTIAGO" en el municipio de Victoria, Gto.

Fecha de recepción	Muestreado por	Fecha de análisis	Fecha de emisión
25 de septiembre del 2018	LACC, S.A. de C.V.	25 de sept al 3 de octubre del 2018	5 de octubre del 2018

Fecha de muestreo: 24 de septiembre del 2018 a las 13:50 horas.

DETERMINACIONES			
PARAMETRO (unidades)	Resultado	Máximo permisible*	METODO: NMX-AA
Temperatura; °C (medida en campo)	27	no especifica	007-SCFI-2013
Coliformes totales; UFC/100 mL	0	ausencia	102-SCFI-2006
Coliformes fecales; UFC/100 mL	0	ausencia	102-SCFI-2006
Cloro libre; mg/L	<0,05	0,2 a 1,5	108-SCFI-2001
Color verdadero; U Pt-Co	<3 a un pH de 7,3	20	045-SCFI-2001
Turbiedad; UNT	0,30	5	038-SCFI-2001
Aluminio; mg/L	0,2963	0,20	051-SCFI-2016
Arsénico; mg/L	0,0252	0,025	051-SCFI-2016
Bario; mg/L	<0,50	0,70	051-SCFI-2016
Cadmio; mg/L	<0,0010	0,005	051-SCFI-2016
Cianuros; mg/L	<0,02	0,07	058-SCFI-2001
Cloruros; mg/L	11,4	250,0	073-SCFI-2001
Cobre; mg/L	<0,10	2,00	051-SCFI-2016
Cromo total; mg/L	0,0196	0,05	051-SCFI-2016
Dureza total como CaCO ₃ ; mg/L	247,2	500,0	072-SCFI-2001
Fenoles; mg/L	<0,010	0,3	050-SCFI-2001

OBSERVACIONES: * Modificación a la NOM-127-SSA 1-1994; Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Los valores reportados como menor de (<), corresponden al Límite de Cuantificación.

Certifico que los análisis reportados, fueron realizados con los métodos aquí asentados.
Aprobación de CONAGUA N° CNA-GCA-1690.
Acreditación de la Entidad Mexicana de Acreditación: N° AG-113-035/09.


Ing. Carlos Salazar Salazar
Gerente de Laboratorio

ESTE INFORME AMPARA SOLO LA MUESTRA SOMETIDA A PRUEBA
ESTE DOCUMENTO NO PODRÁ SER REPRODUCIDO EN FORMA TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DE ESTE LABORATORIO

(CONFIDENCIAL)
FOR-011-17



LABORATORIO Y ASESORIA EN CONTROL DE LA CONTAMINACION, S.A. DE C.V. ®

Río Amacuzac 103
Col. Vista Hermosa
C.P. 62290
Cuernavaca, Mor.

Tel. (777) 314 30 88
con 3 líneas
Correo-e: lablacc@prodigy.net.mx

INFORME DE PRUEBA

Hoja 2 de 2

CLIENTE: INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua Subcoordinación de Potabilización Domicilio: Paseo Cuauhnahuac N° 8532 Col. Progreso Jiutepec, Morelos Tel. (777) 329-36-00 ext. 348. At' n.: Dr. Martín Piña Soberanis.	
N° de folio: 8395	

DESCRIPCIÓN Y TIPO DE MUESTRA: Muestra simple de agua tomada en el "POZO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA LOCALIDAD MILPILLAS DE SANTIAGO" en el municipio de Victoria, Gto.			
Fecha de recepción	Muestreado por	Fecha de análisis	Fecha de emisión
25 de septiembre del 2018	LACC, S.A. de C.V.	25 de sept al 3 de octubre del 2018	5 de octubre del 2018
Fecha de muestreo: 24 de septiembre del 2018 a las 13:50 horas.			

PARAMETRO (unidades)	DETERMINACIONES		MÉTODO: NMX-AA
	Resultado	Máximo permisible*	
Hierro; mg/L.	<0,10	0,30	051-SCFI-2016
Fluoruros; mg/L.	0,81	1,50	077-SCFI-2001
Manganeso; mg/L.	<0,10	0,15	051-SCFI-2016
Mercurio; mg/L.	<0,0005	0,001	051-SCFI-2016
Nitrógeno de nitratos; mg/L.	3,29	10,0	079-SCFI-2001
Nitrógeno de nitritos; mg/L.	<0,020	1,0	099-SCFI-2006
Nitrógeno amoniacal; mg/L.	<0,10	0,50	026-SCFI-2010
pH; unidades de pH (medido en campo)	7,0	6,5 a 8,5	008-SCFI-2016
Plomo; mg/L.	<0,0050	0,01	051-SCFI-2016
Sodio; mg/L.	52,01	200,0	051-SCFI-2016
Sólidos Disueltos Totales; mg/L.	497	1 000,0	034-SCFI-2015
Sulfatos; mg/L.	31,33	400,0	074-SCFI-2014
SAAM (detergentes); mg/L.	<0,10	0,50	039-SCFI-2001
Zinc; mg/L.	<0,10	5,00	051-SCFI-2016

OBSERVACIONES: * Modificación a la NOM-127-SSA 1-1994; Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Los valores reportados como menor de (<), corresponden al Límite de Cuantificación.

Certifico que los análisis reportados, fueron realizados con los métodos aquí asentados.
Aprobación de CONAGUA N° CNA-GCA-1690.
Acreditación de la Entidad Mexicana de Acreditación: N° AG-113-035/09.

Ing. Carlos Salazar Salazar
Gerente de Laboratorio

ESTE INFORME AMPARA SOLO LA MUESTRA SOMETIDA A PRUEBA
ESTE DOCUMENTO NO PODRÁ SER REPRODUCIDO EN FORMA TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DE ESTE LABORATORIO

(CONFIDENCIAL)
FOR-011-17

12.2 Resultados de calidad del agua (segundo análisis)



LABORATORIOS • ABC
QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS S.A. DE C.V.

intertek + ABCAnalytic
Total Quality Assured. Veracidad que Genera Confianza.

F-IPR1-2

LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACION Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.
Intertek + ABCAnalytic | Laboratorio Matriz - Delegación Álvaro Obregón, Ciudad de México
JACARANDAS No. 18, COL. SAN CLEMENTE, ALVARO OBREGON, CDMEX, C.P. 01740
Tels: (55) 5337-1160 CON 15 LINEAS Fax: (55)56-358487 e-mail: lababo@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx



856291-1

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA (16890)
PASEO CUAUHNAHUAC - 8532 PROGRESO JUITEPEC, MORELOS, 62500
Atn: MARTIN PIÑA SOBERANIS

INFORME DE PRUEBAS

DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA:	"POZO MILPILLAS 1A"
FECHA Y HORA DE MUESTREO	18/10/2018 10:30
MUESTREADO POR	IMTA
MUESTREADOR	MARTIN PIÑA SOBERANIS
MATRIZ	AGUAS NATURALES / SUBTERRANEAS
OBSERVACIONES DE MUESTREO	NINGUNA

DATOS DE RECEPCION DE LA MUESTRA

FECHA Y HORA: 26/10/2018 15:00	No. FRASCOS: 1	PRESERVACION ADECUADA: SI
OBSERVACIONES: NINGUNA		
DESCRIPCIÓN: NINGUNA		

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	D	LDM	LPC	ANALIZADO	
								FECHA	AN
1.7	ALUMINIO TOTAL	US EPA 8010C-2007	mg/L	0.0071	1	0.00102	0.01	06/11/18	TCC
1.7	ARSENICO TOTAL	US EPA 8010C-2007	mg/L	0.056	1	0.00017	0.001	06/11/18	TCC
B	DIGESTION ACIDA CON HORNO DE MICROONDAS	EPA 3015-1996	NA	REALIZADO	1	NA	NA	03/11/18	TCC

OBSERVACIONES ANALITICAS: NINGUNA

NOTAS EXPLICATIVAS PARA MEJOR INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

D: Dilución efectuada a la Muestra **NA:** No aplica **AA:** Prueba Acreditada o Aprobada (ver Tabla siguiente) **AN:** Clave del Analista que realizó la prueba
ND: Significa que el resultado del análisis es un valor menor al expresado en la celda LDM. Otra forma de expresión es «LDM» **NE:** Análisis No Efectuado

- Para calcular la Cantidad Mínima Detectable en la muestra analizada, se debe multiplicar el LDM por la dilución efectuada (D)
- Si el resultado es mayor que el Límite de Detección del Método (LDM) y menor que el Límite Práctico de Cuantificación (LPC), debe ser tomado como estimado
- Cuando en la columna LPC se expresa "N", significa que el valor reportado corresponde a la Cantidad Mínima Cuantificable, LDM no aplica para este Método
- En los casos en los que se reportan métodos alternos estos han sido Autorizados por la dependencia correspondiente y de acuerdo al Art. 49 de la LFMN.
- (i) El análisis fue realizado con el Método Extranjero (EPA, ISO, SM, ASTM, etc) que se indica, el cual es un Método Alterno al Método Nacional (NMX o NOM). El reconocimiento de este Método Alterno por las autoridades competentes se indica en la columna AA.
- Los valores de las Incertidumbres Expandidas de cada uno de los parámetros reportados en este informe se encuentran a su disposición previa solicitud.

DECLARACIONES

- Este informe de Pruebas no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita y firmada por la dirección General.
- Los resultados de las pruebas reportadas fueron realizados con los métodos y procedimientos aquí asentados, y solo afectan a la muestra sometida a prueba.

ESTIMADO CLIENTE LE RECORDAMOS EL COMPROMISO DE ABC ANALITIC CON LOS 10 PRINCIPIOS DEL PACTO MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS EN MATERIA DE DERECHOS HUMANOS, TRABAJO, MEDIO AMBIENTE Y ANTI-CORRUPCIÓN. EN ESTE SENTIDO LE SOLICITAMOS DENUNCIAR A LA BREVEDAD POSIBLE CUALQUIER SITUACIÓN QUE USTED CONSIDERE QUE ATENTE CONTRA ESTOS PRINCIPIOS Y QUE DERIVE DE LAS OPERACIONES DE ALGÚN COLABORADOR DE NUESTRA ORGANIZACIÓN O ALGÚN TERCERO RELACIONADO AL PROCESO DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS. LA DENUNCIA PODRÁ HACERLA AL CORREO ELECTRONICO: denuncias@abcanalitic.com

No. DE ORDEN: 856291
No. DE LABORATORIO: 856291-1
FOLIO: 1376496
FECHA DE EMISIÓN: 08/11/18
Página 1 de 2





Q.J. JAVIER ENRIQUE SANCHEZ CHAVEZ
GERENTE DE OPERACIONES LABORATORIOS ABC - MATRIZ
REPRESENTANTE AUTORIZADO

En la Columna AA se indica la clave que liga con el laboratorio que realizó la prueba y el reconocimiento legal que lo ampara (ver apartado Reconocimientos Legales)

Versión 18.4

F-IPR1-2



LABORATORIOS • ABC
QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS S.A. de C.V.

Intertek + ABCAnalytic
Total Quality Assured. Veracidad que Genera Confianza

LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.

Intertek + ABCAnalytic | Laboratorio Matriz - Delegación Álvaro Obregón, Ciudad de México
JACARANDAS No. 19, COL. SAN CLEMENTE, ALVARO OBREGÓN, CDMEX, C.P. 01740
Tels (55) 5337-1160 CON 15 LINEAS Fax (55)56-358487, e-mail: lababo@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx



INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (16890)

PASEO CUAUHNAHUAC - 8532 PROGRESO JILUTEPEC, MORELOS, 82550
Atr: MARTIN PIÑA SOBERANIS

No. DE ORDEN: 856291
No. DE LABORATORIO: 856291-2
FOLIO: 1375497
FECHA DE EMISIÓN: 08/11/18
Página 1 de 2



INFORME DE PRUEBAS

DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	"POZO MILPILLAS 1B"
FECHA Y HORA DE MUESTREO	18/10/2018 10:30
MUESTREO POR	IMTA
MUESTREADOR	MARTIN PIÑA SOBERANIS
MATRIZ	AGUAS NATURALES / SUBTERRANEAS
OBSERVACIONES DE MUESTREO	NINGUNA

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

FECHA Y HORA	26/10/2018 15:00	No. FRASCOS	1	PRESERVACIÓN ADECUADA	SI
OBSERVACIONES	NINGUNA				
DESCRIPCIÓN	NINGUNA				

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	D	LDM	LPC	ANALIZADO	
								FECHA	AN
1.7	ALUMINIO TOTAL	US EPA 8010C-2007	mg/L	0.0108	1	0.00102	0.01	08/11/18	TCC
1.7	ARSENICO TOTAL	US EPA 8010C-2007	mg/L	0.058	1	0.00017	0.001	08/11/18	TCC
8	DIGESTION ACIDA CON HORNO DE MICROWAVAS	EPA 3015-1995	NA	REALIZADO	1	NA	NA	03/11/18	TCC
OBSERVACIONES ANALITICAS: NINGUNA									

NOTAS EXPLICATIVAS PARA MEJOR INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

D: Dilución efectuada a la Muestra. **NA:** No aplica. **AA:** Prueba Acreditada o Aprobada (ver Tabla siguiente). **AN:** Clave del Analista que realizó la prueba
ND: Significa que el resultado del análisis es un valor menor al expresado en la celda LDM. Otra forma de expresión es <LDM. **NE:** Análisis No Efectuado

- Para calcular la Cantidad Mínima Detectable en la muestra analizada, se debe multiplicar el LDM por la dilución efectuada (D)
- Si el resultado es mayor que el Límite de Detección del Método (LDM) y menor que el Límite Práctico de Cuantificación (LPC), debe ser tomado como estimado
- Cuando en la columna LPC se expresa "***" significa que el valor reportado corresponde a la Cantidad Mínima Cuantificable, LDM no aplica para este Método.
- En los casos en los que se reportan métodos alternos estos han sido Autorizados por la dependencia correspondiente y de acuerdo al Art. 49 de la LFMN.
- (!) El análisis fue realizado con el Método Extranjero (EPA, ISO, SM, ASTM, etc) que se indica, el cual es un Método Alterno al Método Nacional (NMX o NOM). El reconocimiento de este Método Alterno por las autoridades competentes se indica en la columna AA.
- Los valores de las Incertidumbres Expandidas de cada uno de los parámetros reportados en este informe se encuentran a su disposición previa solicitud.

DECLARACIONES

- Este informe de Pruebas no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita y firmada por la dirección General.
- Los resultados de las pruebas reportadas fueron realizados con los métodos y procedimientos aquí asentados, y solo afectan a la muestra sometida a prueba.
ESTIMADO CLIENTE LE RECORDAMOS EL COMPROMISO DE ABC ANALYTIC CON LOS 10 PRINCIPIOS DEL PACTO MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS EN MATERIA DE DERECHOS HUMANOS, TRABAJO, MEDIO AMBIENTE Y ANTI-CORRUPCIÓN. EN ESTE SENTIDO LE SOLICITAMOS DENUNCIAR A LA BREVEDAD POSIBLE CUALQUIER SITUACIÓN QUE USTED CONSIDERE QUE ATENTE CONTRA ESTOS PRINCIPIOS Y QUE DERIVE DE LAS OPERACIONES DE ALGÚN COLABORADOR DE NUESTRA ORGANIZACIÓN O ALGÚN TERCERO RELACIONADO AL PROCESO DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS.
LA DENUNCIA PODRÁ HACERLA AL CORREO ELECTRONICO: denuncias@abcanalytic.com



Q.I. JAVIER ENRIQUE SÁNCHEZ CHÁVEZ
GERENTE DE OPERACIONES LABORATORIOS ABC - MATRIZ
REPRESENTANTE AUTORIZADO

En la Columna AA se indica la clave que liga con el laboratorio que realizó la prueba y el reconocimiento legal que lo ampara (ver apartado Reconocimientos Legales)

Versión 18.4



LABORATORIOS • ABC
QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS S.A. DE C.V.

Intertek + ABCAnalitic
Total Quality Assured. Veracidad que Genera Confianza.

F-IPR1-2

LABORATORIOS ABC QUÍMICA INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V.

Intertek + ABCAnalitic | Laboratorio Matriz - Delegación Álvaro Obregón, Ciudad de México
JACARANDAS No. 19, COL. SAN CLEMENTE, ALVARO OBREGON, CDMEX, C.P. 01740
Tels: (55) 5337-1180 CON 15 LINEAS Fax: (55)56-358467 e-mail: lababc@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx



INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (16890)

PASEO CUAUHNAHUAC - 8532 PROGRESO JUITEPEC, MORELOS, 62550
A/N: MARTIN PIÑA SOBERANIS

No. DE ORDEN: 856291
No. DE LABORATORIO: 856291-3
FOLIO: 1375498
FECHA DE EMISIÓN: 06/11/18
Página 1 de 2



INFORME DE PRUEBAS

DATOS DE LA TOMA DE MUESTRA

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	"POZO MILPILLAS 2"
FECHA Y HORA DE MUESTREO	18/10/2018 10:30
MUESTREADO POR	IMTA
MUESTREADOR	MARTIN PIÑA SOBERANIS
MATRIZ	AGUAS NATURALES / SUBTERRANEAS
OBSERVACIONES DE MUESTREO	NINGUNA

DATOS DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

FECHA Y HORA	26/10/2018 15:00	No. FRASCOS	1	PRESERVACIÓN ADECUADA	SI
OBSERVACIONES	NINGUNA				
DESCRIPCIÓN	NINGUNA				

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	D	LDM	LPC	ANALIZADO	
								FECHA	AN
1.7	ARSENICO TOTAL	US EPA 8010C-2007	mg/L	0.056	1	0.00017	0.001	06/11/18	TCC
B	DIGESTION ACIDA CON HORNO DE MICROONDAS	EPA 3015-1996	NA	REALIZADO	1	NA	NA	03/11/18	TCC

OBSERVACIONES ANALITICAS: NINGUNA

NOTAS EXPLICATIVAS PARA MEJOR INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

- D:** Dilución efectuada a la Muestra **NA:** No aplica **AA:** Prueba Acreditada o Aprobada (ver Tabla siguiente) **AN:** Clave del Analista que realizó la prueba
ND: Significa que el resultado del análisis es un valor menor al expresado en la celda LDM. Otra forma de expresión es <LDM **NE:** Análisis No Efectuado
- Para calcular la Cantidad Mínima Detectable en la muestra analizada, se debe multiplicar el LDM por la dilución efectuada (D)
 - Si el resultado es mayor que el Límite de Detección del Método (LDM) y menor que el Límite Práctico de Cuantificación (LPC), debe ser tomado como estimado
 - Cuando en la columna LPC se expresa "N/A", significa que el valor reportado corresponde a la Cantidad Mínima Cuantificable. LDM no aplica para este Método
 - En los casos en los que se reportan métodos alternos estos han sido Autorizados por la dependencia correspondiente y de acuerdo al Art. 45 de la LFMN.
 - (f) El análisis fue realizado con el Método Extranjero (EPA, ISO, SM, ASTM, etc) que se indica, el cual es un Método Alterno al Método Nacional (NMX o NOM).
 - El reconocimiento de este Método Alterno por las autoridades competentes se indica en la columna AA.
 - Los valores de las Incertidumbres Expandidas de cada uno de los parámetros reportados en este informe se encuentran a su disposición previa solicitud.

DECLARACIONES

- Este informe de Pruebas no podrá ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización escrita y firmada por la dirección General.
 - Los resultados de las pruebas reportadas fueron realizados con los métodos y procedimientos aquí asentados, y solo afectan a la muestra sometida a prueba
ESTIMADO CLIENTE LE RECORDAMOS EL COMPROMISO DE ABC ANALITIC CON LOS 10 PRINCIPIOS DEL PACTO MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS EN MATERIA DE DERECHOS HUMANOS, TRABAJO, MEDIO AMBIENTE Y ANTI-CORRUPCIÓN. EN ESTE SENTIDO LE SOLICITAMOS DENUNCIAR A LA BREVEDAD POSIBLE CUALQUIER SITUACIÓN QUE USTED CONSIDERE QUE ATENTE CONTRA ESTOS PRINCIPIOS Y QUE DERIVE DE LAS OPERACIONES DE ALGUN COLABORADOR DE NUESTRA ORGANIZACIÓN O ALGÚN TERCERO RELACIONADO AL PROCESO DE PRESTACIÓN DE NUESTROS SERVICIOS. LA DENUNCIA PODRÁ HACERLA AL CORREO ELECTRONICO: denuncias@abcanalitic.com

Q.I. JAVIER ENRIQUE SANCHEZ CHAVEZ
 GERENTE DE OPERACIONES LABORATORIOS ABC - MATRIZ
 REPRESENTANTE AUTORIZADO

En la Columna AA se indica la clave que liga con el laboratorio que realizó la prueba y el reconocimiento legal que lo ampara (ver apartado Reconocimientos Legales)

Versión 18.4



F-JPIR1-2

LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS, S.A. DE C.V.

Intertek + ABCAnalytic | Laboratorio Matriz - Delegación Alvaro Obregón, Ciudad de México
 JACARANDAS No. 19 COL. SAN CLEMENTE, ALVARO OBREGON, CD.MEX. C.P. 01740
 Tels. (55) 5337-1160 CON 15 LINEAS Fax (55)56-358487 e-mail: lababc@labsabc.com.mx Página Web: www.labsabc.com.mx



No. DE ORDEN: 856291
 No. DE LABORATORIO: 856291-3
 FOLIO: 1375488
 FECHA DE EMISIÓN: 08/11/18
 Página 2 de 2



INFORME DE PRUEBAS

RECONOCIMIENTOS LEGALES

(Actualizado al 06 de Septiembre del 2018)

DEPENDENCIA O INSTITUCIÓN	AA	LABORATORIO QUE REALIZÓ LA PRUEBA Y NO. DE ACREDITACIÓN, APROBACIÓN Y/O AUTORIZACIÓN
<p>* Laboratorio de Ensayo acreditado por IMTA, S.C. con base en los datos publicados en el página de la entidad</p>	1	LABORATORIO ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Matriz, Delegación Alvaro Obregón, Ciudad de México. Acreditación N° AG-095-2011 - Fecha de Acreditación: 2011-07-29 - Rama Agua. Aprobación N° A-071-06/11 - Fecha de Aprobación: 2011-08-01 - Rama Agua. Acreditación N° 00991-06/11 - Fecha de Acreditación: 2011-05-20 - Rama Residuos.
	2	LABORATORIO ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Toluquepec, Jalisco. Acreditación N° AG-095-2011 - Fecha de Acreditación: 2011-07-29 - Rama Agua.
	3	LABORATORIO ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio México, Toluca. Acreditación N° AG-095-2011 - Fecha de Acreditación: 2011-07-29 - Rama Agua.
	4	LABORATORIO PERMI SA DE CV - Laboratorio Matriz, Delegación Alvaro Obregón, Ciudad de México. Acreditación N° A-094-02/12 - Fecha de Acreditación: 2012-02-18 - Rama Agua.
	5	LABORATORIO PERMI SA DE CV - Laboratorio Matriz, Delegación Alvaro Obregón, Ciudad de México. Acreditación N° A-18-01-12 - Fecha de Acreditación: 2012-01-11 - Rama Agua.
	6	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Tijuana, Baja California. Acreditación N° AG-095-2011 - Fecha de Acreditación: 2011-07-29 - Rama Agua.
	7	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Guadalupe, Nuevo León. Acreditación N° AG-095-2011 - Fecha de Acreditación: 2011-07-29 - Rama Agua. Acreditación N° R-0293-02/11 - Fecha de Acreditación: 2011-09-09 - Rama Residuos.
	8	GAMATEK SA DE CV - Laboratorio Matriz - Monterrey, Nuevo León. Acreditación N° FF-005-00/11 - Fecha de Acreditación: 2010-02-24 - Rama Fuentes Fijas. Acreditación N° AG-095-2011 - Fecha de Acreditación: 2011-07-29 - Rama Agua. Acreditación N° C-13 - Fecha de Acreditación: 2009-08-26 - Rama Agua.
	9	INTERTEK TESTING SERVICES DE MEXICO SA DE CV - Laboratorio Matriz, Delegación Alvaro Obregón, Ciudad de México. Acreditación N° R-0044-00/11 - Fecha de Acreditación: 2011-05-23 - Rama Residuos. Acreditación N° FF-043-02/11 - Fecha de Acreditación: 2011-05-23 - Rama Fuentes Fijas. Acreditación N° AL-015-01/12 - Fecha de Acreditación: 2012-05-23 - Rama Agua. Acreditaciones otorgadas por la Fiscalía Mexicana de Administración, S.C. bajo la norma IMX-EC-1723-MAC-2008 (SO-REC-1723-2008): "Regulaciones Generales para la Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración".
	10	LABORATORIO ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Matriz, Ciudad de México. Vigencia Aprobación N° TA-01-06 Vigencia del 2016-07-14 al 2018-07-14 - Rama Alcantaras. Laboratorio PERMI SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México. Vigencia Autorización para Laboratorio de Pruebas - Acreditación N° TA-24-18 - Vigencia del 2018-05-17 al 2020-05-17 - Rama Alcantaras.
	11	LABORATORIO PERMI SA DE CV - Laboratorio México, Toluca. Vigencia Autorización para Laboratorio de Pruebas - Acreditación N° TA-54-17 - Vigencia del 2017-05-14 al 2019-05-14 - Rama Alcantaras.
COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS (COFEPES)	12	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Toluquepec, Jalisco. Acreditación N° CNA-GCA-1808 - Vigencia del 2018-02-08 al 2019-02-08 - Rama Agua.
	13	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio México, Toluca. Acreditación N° CNA-GCA-1808 - Vigencia del 2018-02-08 al 2019-02-08 - Rama Agua.
	14	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Tijuana, Baja California. Acreditación N° CNA-GCA-1819 - Vigencia del 2018-02-08 al 2019-02-08 - Rama Agua.
	15	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Guadalupe, Nuevo León. Acreditación N° CNA-GCA-1819 - Vigencia del 2018-02-08 al 2019-02-08 - Rama Agua.
	16	INTERTEK TESTING SERVICES DE MEXICO SA DE CV - Laboratorio Matriz, Delegación Alvaro Obregón - Ciudad de México. Acreditación N° CNA-GCA-1822 - Vigencia del 2018-02-08 al 2019-02-08 - Rama Agua.
PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE (PROFEPA)	17	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Matriz, Ciudad de México. Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Por la norma NOM-135-SEMARNAT/ISSA1-2012, numeral 1 - Vigencia del 2017-07-26 al 2021-07-26 - Rama Suelos (Suelos). Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Por la norma NOM-135-SEMARNAT/ISSA1-2012, numeral 1 - Vigencia del 2017-07-26 al 2021-07-26 - Rama Suelos (Suelos). Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Por la norma NOM-004-SEMARNAT-2002, Anexo II - Vigencia del 2017-07-26 al 2021-07-26 - Lodos y Residuos (Muestras). Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Vigencia del 2017-06-16 al 2021-06-16 - Rama Suelos, Lodos y Residuos (Muestras).
	18	GAMATEK SA DE CV - Laboratorio Matriz - Monterrey, Nuevo León. Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Vigencia del 2017-06-16 al 2021-06-16 - Rama Fuentes Fijas. Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Vigencia del 2017-06-16 al 2021-06-16 - Rama Fuentes Fijas. Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Vigencia del 2017-06-16 al 2021-06-16 - Rama Fuentes Fijas.
	19	INTERTEK TESTING SERVICES DE MEXICO SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México. Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Vigencia del 2017-06-22 al 2021-06-22 - Rama Suelos (Muestras). Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Vigencia del 2017-06-22 al 2021-06-22 - Rama Suelos (Muestras). Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Vigencia del 2017-06-22 al 2021-06-22 - Rama Suelos (Muestras). Acreditación N° PFPA-APR-LP-RS-0022017 - Vigencia del 2017-06-22 al 2021-06-22 - Rama Suelos (Muestras).
	20	LABORATORIO ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Matriz, Ciudad de México. Vigencia Autorización para Laboratorio de Pruebas - Acreditación N° TA-24-18 - Vigencia del 2018-05-17 al 2020-05-17 - Rama Alcantaras.
PADRON DE LABORATORIOS AMBIENTALES DEL GOBIERNO DE LA CIUDAD DE MEXICO	21	GAMATEK SA DE CV - Laboratorio Matriz - Monterrey, Nuevo León. Vigencia Registro N° PAD-A-CMEX-CAS14404 - Vigencia del 2017-11-15 al 2019-11-15. Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 - Rama Suelos de Contorno. Registro N° PAD-A-CMEX-CAS14404 - Vigencia del 2017-11-15 al 2019-11-15. Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 - Rama Suelos de Contorno. Registro N° PAD-A-CMEX-CAS14404 - Vigencia del 2017-11-15 al 2019-11-15. Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 - Rama Suelos de Contorno. Registro N° PAD-A-CMEX-CAS14404 - Vigencia del 2017-11-15 al 2019-11-15. Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 - Rama Suelos de Contorno.
	22	INTERTEK TESTING SERVICES DE MEXICO SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México. Registro N° PAD-A-CMEX-CAS14404 - Vigencia del 2017-11-15 al 2019-11-15. Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 - Rama Suelos de Contorno. Registro N° PAD-A-CMEX-CAS14404 - Vigencia del 2017-11-15 al 2019-11-15. Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 - Rama Suelos de Contorno. Registro N° PAD-A-CMEX-CAS14404 - Vigencia del 2017-11-15 al 2019-11-15. Norma NOM-085-SEMARNAT-2011 - Rama Suelos de Contorno.
GOBIERNOS DEL ESTADO DE MEXICO Y QUERETARO	23	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Matriz, Ciudad de México. Registro N° MEX-GR-REC-LAB-AMR-2012-2013 - Vigencia del 2012-04-01 al 2013-04-01 - Rama Fuentes Fijas. Los Gobiernos del Estado de México y Querétaro se han comprometido a publicar una Circular para formar parte de la Red de Laboratorios Ambientales, LA Red de Laboratorios Ambientales (RLA) en 2011-11-28. Se otorgaron a la entidad una nueva autorización.
	24	LABORATORIO ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Tijuana, Baja California. Registro N° SPA-LAMB-00204 - Vigencia del 2017-01-18 al 2019-01-18 al 2019-01-18 al 2019-01-18 - Rama Fuentes Fijas y Agua.
SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL	25	GAMATEK SA DE CV - Laboratorio Matriz - Monterrey, Nuevo León. Acreditación N° LPSTPS-02017 - Vigencia a partir del 2017-08-24 Agencia Física Ambiente Laboral. Acreditación N° LPSTPS-02018 - Vigencia a partir del 2018-03-22 Agencia Química Ambiente Laboral.
	26	INTERTEK TESTING SERVICES DE MEXICO SA DE CV - Laboratorio Matriz - Ciudad de México. Acreditación N° LPSTPS-02017 - Vigencia a partir del 2017-08-24 Agencia Física Ambiente Laboral. Acreditación N° LPSTPS-02018 - Vigencia a partir del 2018-03-22 Agencia Química Ambiente Laboral.
AGUA DE SALTLLO	27	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Saltillo - Monterrey, Nuevo León. Registro N° POSA-14/2018 Vigencia del 2018-03-12 al 2019-03-31 - Rama Agua.
RAMOS ARQUE	28	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Saltillo - Monterrey, Nuevo León. Registro N° PS-24-LAB-18 (2018) Vigencia del 2018-01-31 al 2019-01-31 - Rama Agua.
JUNTA MUNICIPAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO DE JUAREZ, CIUDAD JUAREZ, COahuila	29	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Matriz, Ciudad de México. Registro N° JMAS-NORMA-13/18 - Vigencia del 2018-02-08 al 2019-01-31 - Rama Agua.
JUNTA MUNICIPAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DE CHIHUAHUA, Chihuahua	30	LABORATORIOS ABC QUIMICA INVESTIGACION Y ANALISIS SA DE CV - Laboratorio Matriz, Ciudad de México. Registro N° JMAS-NORMA-024-09 - Vigencia del 2017-12-09 al 2018-12-09 - Muestras y No. JAA-PSA-024-100 - Vigencia del 2017-12-09 al 2018-12-09 - Analisis.
Nota para casos especiales	A	Proble no acreditado ni autorizado o aprobada por alguna institución o dependencia, sin embargo el análisis se realizó de acuerdo a los requerimientos de nuestro Sistema Integrado de Gestión de Calidad, Responsabilidad Social y Tecnología, el cual está basado en la Norma IMX-EC-1723-MAC-2008.
	B	Material que por ser una preparación de muestra no requiere ser acreditado, ni autorizado, de acuerdo con los procedimientos internos de la entidad, como de las muestras que se obtienen directamente. Estas preparaciones son parte del proceso de ensayo.
	C	El resultado reportado en este certificado proviene de un tubo que involucra resultados de otros parámetros que si fueron analizados en la muestra, tal se indica respectivamente ya que esto aplica solo para los parámetros que se cuantifican a través de una prueba.

En la Columna AA se indica la clave que liga con el laboratorio que realizó la prueba y el reconocimiento legal que lo ampara (ver apartado Reconocimientos Legales)

Versión 18.4



LABORATORIO Y ASESORIA EN CONTROL DE LA CONTAMINACION, S.A. DE C.V. ®

Río Amacuzac 103
Col. Vista Hermosa
C.P. 62290
Cuernavaca, Mor.

Tel. (777) 314 30 68
con 3 líneas
Correo-e: lablacc@prodigy.net.mx

INFORME DE PRUEBA

Hoja 1 de 1

CLIENTE: INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA
Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua
Subcoordinación de Potabilización
Domicilio: Paseo Cuauhnahuac N° 8532
Col. Progreso
Jiutepec, Morelos
Tel. (777) 329-36-00 ext. 348.
At'n.: Dr. Martín Piña Soberanis.

N° de folio: A 8703

DESCRIPCIÓN Y TIPO DE MUESTRA: Muestra simple de agua identificada como "POZO MILPILLAS-1".

Fecha de recepción	Muestreado por	Fecha de análisis	Fecha de emisión
22 de octubre del 2018	El cliente	26 al 30 de octubre del 2018	31 de octubre del 2018

Fecha de muestreo: 18 de octubre del 2018 a las 10:30 horas

PARAMETRO (unidades)	DETERMINACIONES		
	Resultado	Maximo permisible*	METODO: NMX-AA
Aluminio, mg/L.	0,0509	0,20	051-SCFI-2016
Arsénico, mg/L.	0,0396	0,025	051-SCFI-2016

OBSERVACIONES: * Modificación a la NOM-127-SSA 1-1994; Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Los valores reportados como menor de (<), corresponden al Límite de Cuantificación.

Certifico que los análisis reportados, fueron realizados con los métodos aquí asentados.
Aprobación de CONAGUA N° CNA-GCA-1690.
Acreditación de la Entidad Mexicana de Acreditación: N° AG-113-035/09.

Ing. Carlos Salazar Salazar
Gerente de Laboratorio

ESTE INFORME AMPARA SOLO LA MUESTRA SOMETIDA A PRUEBA
ESTE DOCUMENTO NO PODRÁ SER REPRODUCIDO EN FORMA TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DE ESTE LABORATORIO

(CONFIDENCIAL)
FOR-011-17



LABORATORIO Y ASESORIA EN CONTROL DE LA CONTAMINACION, S.A. DE C.V.

Río Amacuzac 103
Col. Vista Hermosa
C.P. 62290
Guernavaca, Mor.

Tel. (777) 314 30 68
con 3 líneas
Correo-e: lablacc@prodigy.net.mx

INFORME DE PRUEBA

Hoja 1 de 1

CLIENTE: INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA
Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua
Subcoordinación de Potabilización
Domicilio: Paseo Cuauhnahuac N° 8532
Col. Progreso
Jiutepec, Morelos
Tel. (777) 329-36-00 ext. 348.
At'n.: Dr. Martín Piña Soberanis.

N° de folio: A 8704

DESCRIPCIÓN Y TIPO DE MUESTRA: Muestra simple de agua identificada como "POZO MILPILLAS-2".

Fecha de recepción	Muestreado por	Fecha de análisis	Fecha de emisión
22 de octubre del 2018	El cliente	26 al 30 de octubre del 2018	31 de octubre del 2018

Fecha de muestreo: 18 de octubre del 2018 a las 10:30 horas.

PARAMETRO (unidades)	DETERMINACIONES		
	Resultado	Máximo permisible*	METODO: NMX-AA
Arsénico; mg/L.	0,0406	0,025	051-SCFI-2016

OBSERVACIONES: * Modificación a la NOM-127-SSA 1-1994; Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Los valores reportados como menor de (<), corresponden al Límite de Cuantificación.

Certifico que los análisis reportados, fueron realizados con los métodos aquí asentados.
Aprobación de CONAGUA N° CNA-GCA-1690.
Acreditación de la Entidad Mexicana de Acreditación: N° AG-113-035/09.

Ing. Carlos Salazar Salazar
Gerente de Laboratorio

ESTE INFORME AMPARA SOLO LA MUESTRA SOMETIDA A PRUEBA
ESTE DOCUMENTO NO PODRÁ SER REPRODUCIDO EN FORMA TOTAL O PARCIAL SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DE ESTE LABORATORIO

(CONFIDENCIAL)
FOR-011-17

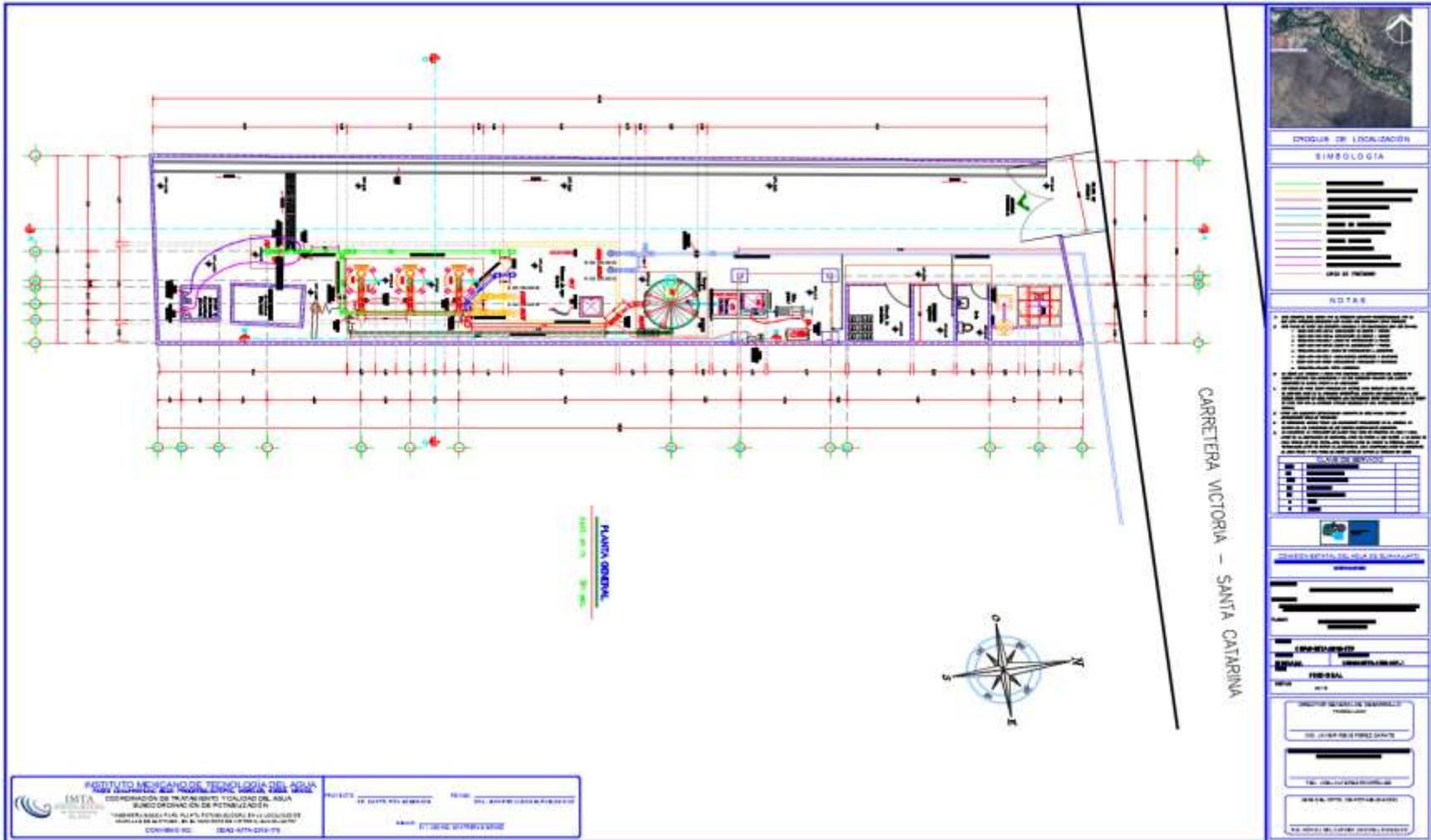
LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA
RESULTADOS

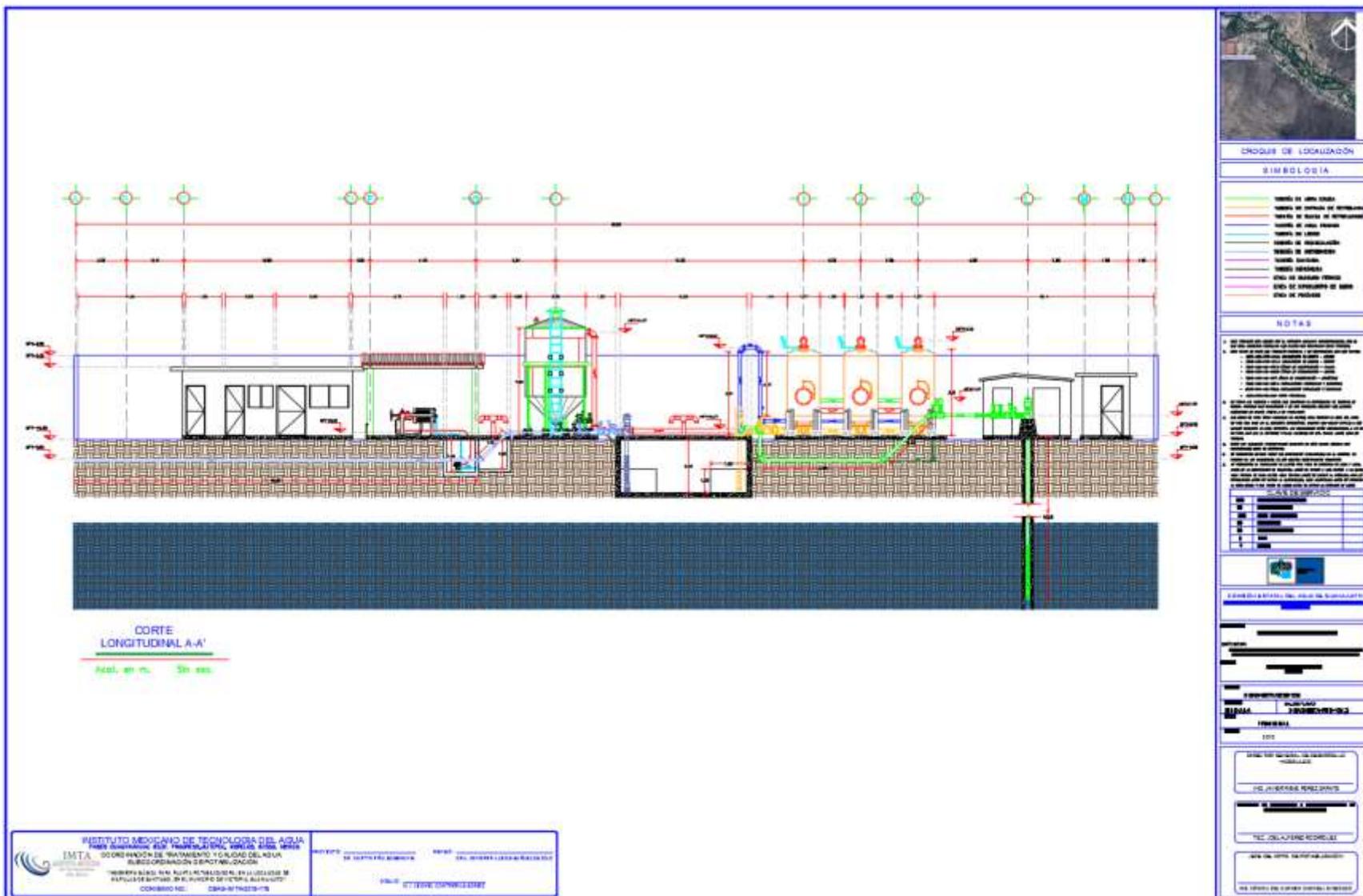
310

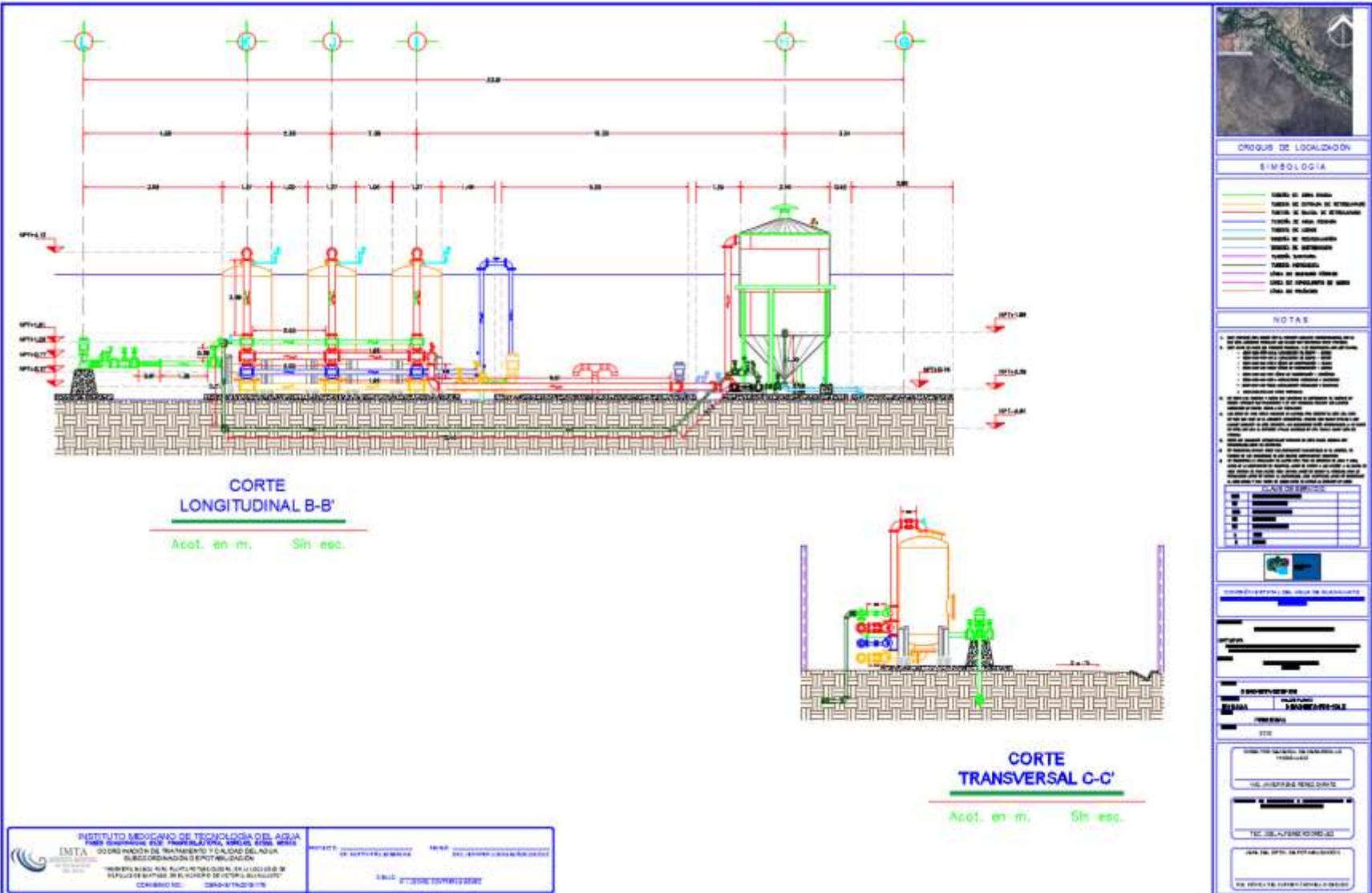
ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA		SUBCOORDINACIÓN DE POTABILIZACIÓN	
CLIENTE Y/O PROYECTO: PASADIZO DE LA CALERA, MUNICIPIO DE SAN DIEGO DE LA SIERRA, MORELOS C.P. 62550			
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550			
No. DE CONTROL: 310/2018	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO	FECHA MUESTREO: 2018/10/18	FECHA RECEPCIÓN: 2018/10/22
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	
		ARSENICO	
		mg/L	
1	POZO MILPILLAS - 1	0,0401	
2	POZO MILPILLAS - 2	0,0419	
FECHA DE ANÁLISIS		2018/11/07	
MÉTODO DE ANÁLISIS		1.º NMX-AA-051-SCFI-2016	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2018/11/08	
1) Número de acreditación ama. AG-177-032/08. 2) Número de aprobación CONAGUA. CNA-GCA-1837. 3) Prueba no acreditada por la ama u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Garantía de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2006.			
OBSERVACIONES:			
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMITIDOS SÓLO AMPARAN LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.			
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DE ÁREA			
Edición:	D 01	M 03	A 2018
Sustituye a:	D 30	M 03	A 2017
Revisión:	12		Hoja: 1 de 1

FMLC08-B

12.3 Diseño funcional (sistema de potabilización y tratamiento de lodos)

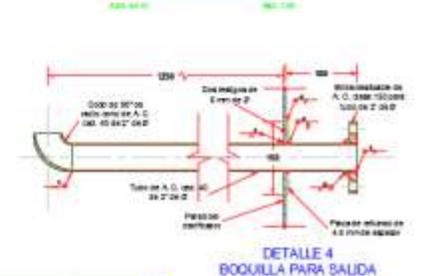
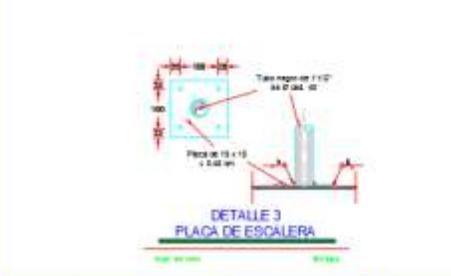
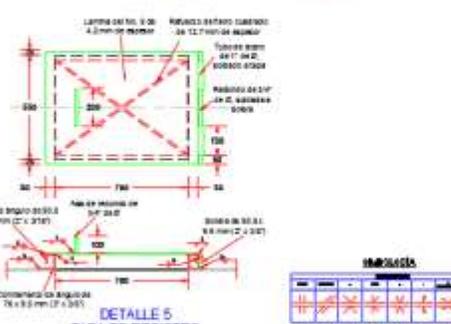
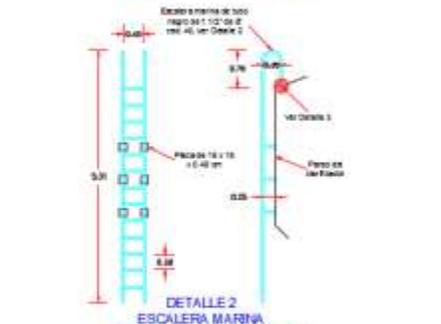
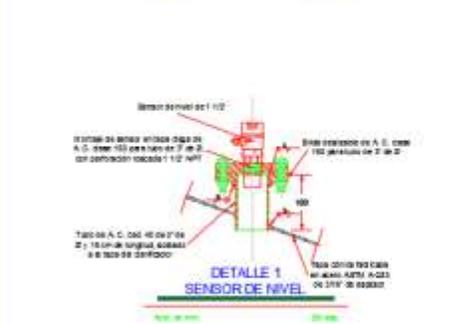
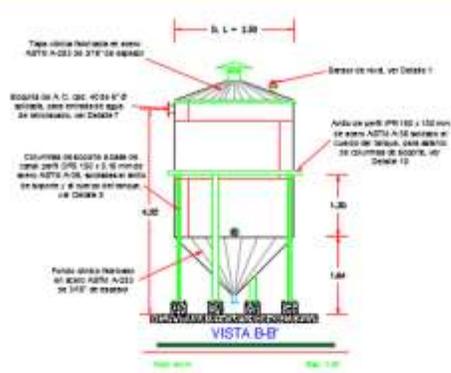
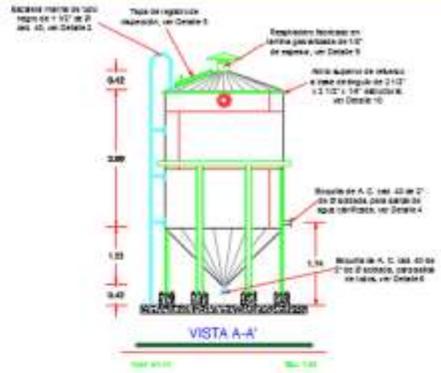








CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

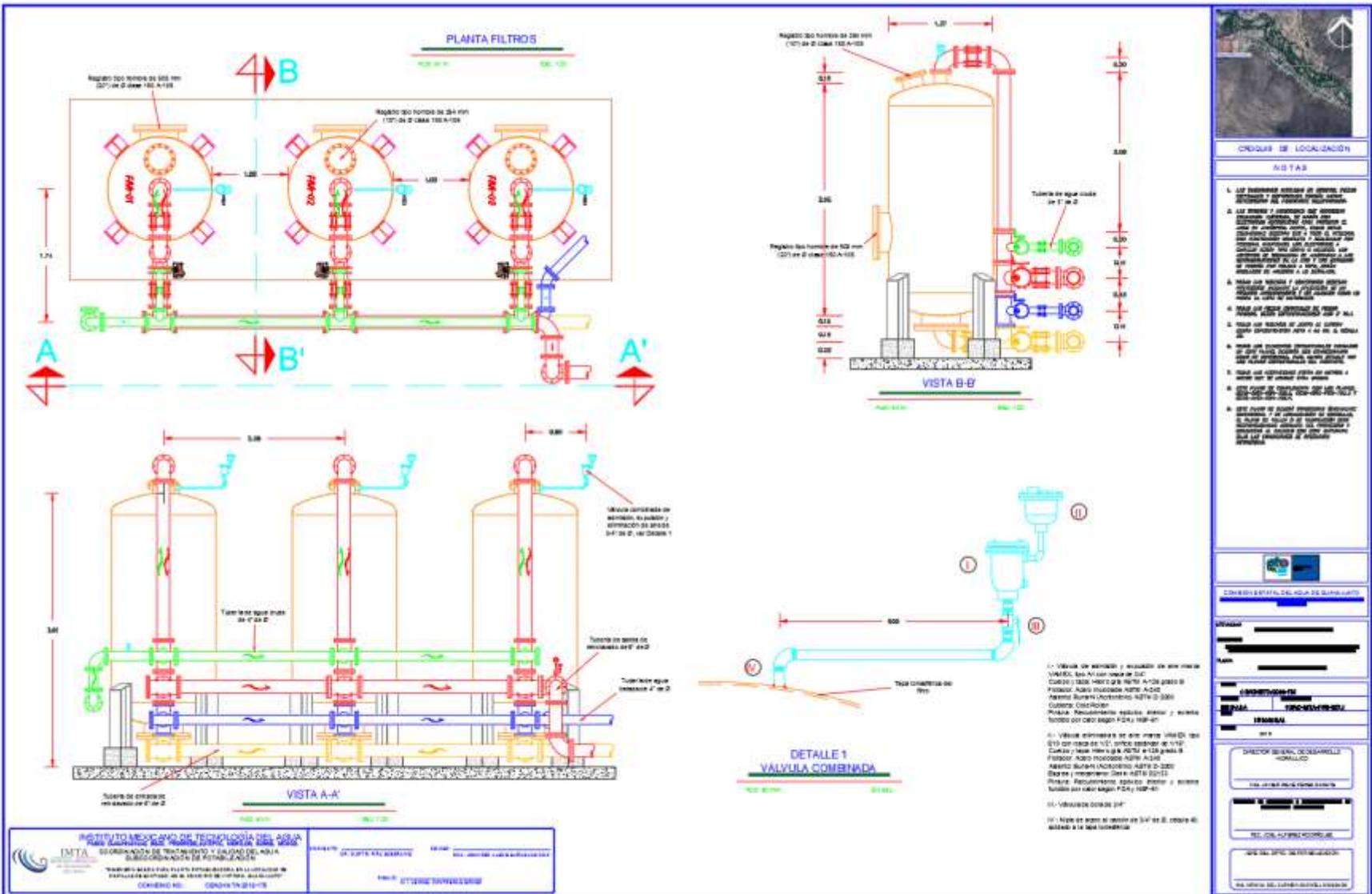


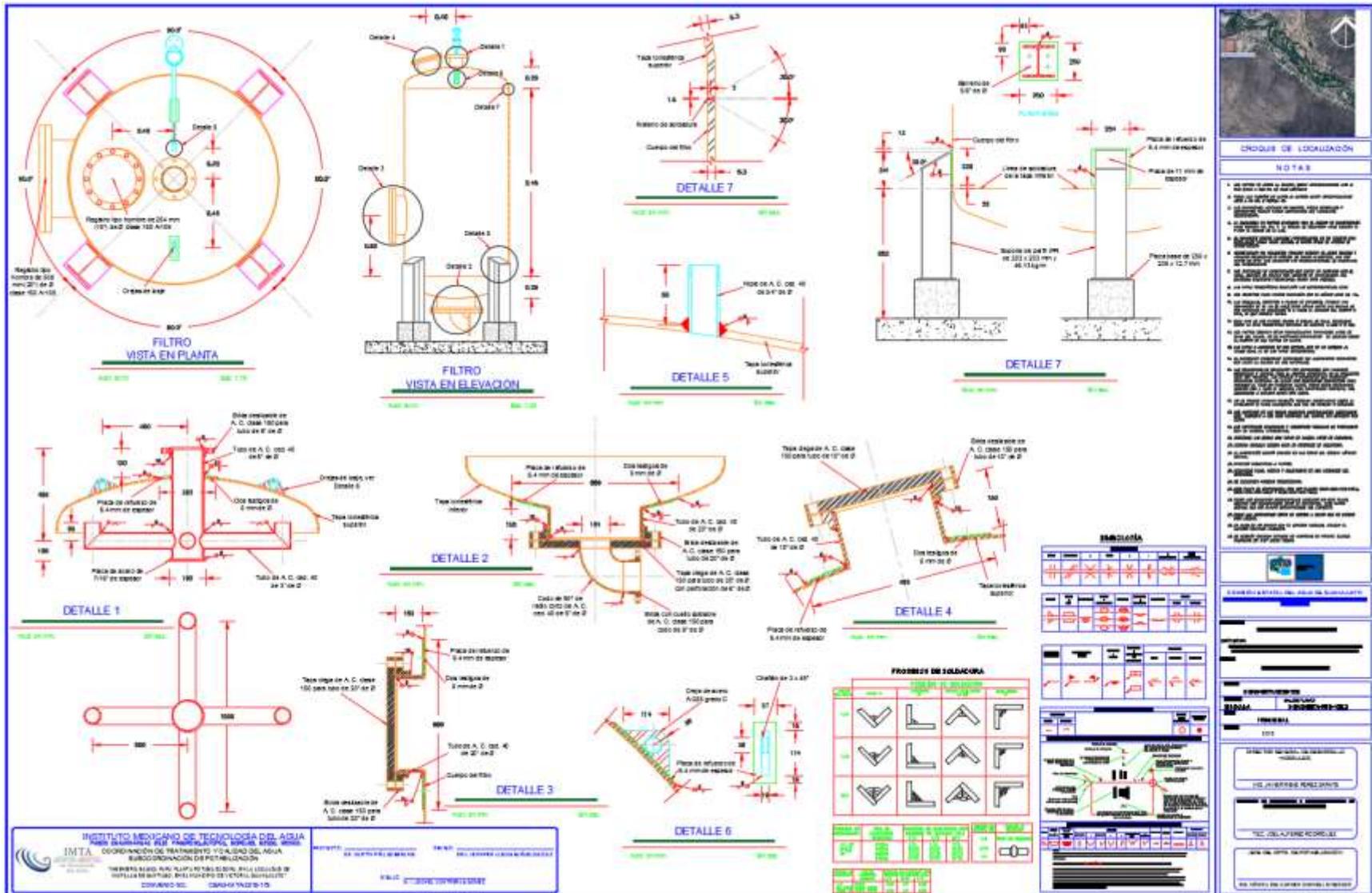
NOTAS

1. Este es un proyecto de obra de infraestructura de agua potable, por lo tanto, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
2. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
3. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
4. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
5. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
6. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
7. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
8. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
9. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
10. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
11. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
12. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
13. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
14. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
15. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
16. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
17. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
18. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
19. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.
20. El proyecto de obra de infraestructura de agua potable, se debe considerar el cumplimiento de las normas de construcción de agua potable para consumo humano, así como las normas de seguridad y salud en el trabajo.

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
IMTA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
SUBCOORDINACIÓN DE PROYECTOS DE AGUA POTABLE

PROYECTO: [] FECHA DE ENTREGA: []
DISEÑADOR: []





LECHOS FILTRANTES

LOCALIZACIÓN DE BOQUILLAS

CRUCES DE LOCALIZACIÓN

DATOS DE DISEÑO

1. CAUDAL DE DISEÑO	100 L/S
2. CANTIDAD	8.00 m ³
3. CANTIDAD	1.00 m ³
4. TIPO DE DISEÑO	1.00 m ³
5. TIPO DE FILTRO	1.00 m ³
6. TIPO DE FILTRO	1.00 m ³
7. TIPO DE FILTRO	1.00 m ³
8. TIPO DE FILTRO	1.00 m ³
9. TIPO DE FILTRO	1.00 m ³
10. TIPO DE FILTRO	1.00 m ³
11. TIPO DE FILTRO	1.00 m ³
12. TIPO DE FILTRO	1.00 m ³

MATERIALES

1. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
2. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
3. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
4. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
5. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
6. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
7. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
8. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
9. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
10. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
11. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³
12. TIPO DE MATERIAL	1.00 m ³

LECHOS FILTRANTES

MATERIAL	TAMAÑO	ESPESOR DE CAPA (cm)	VOLUMEN (m ³)	PESO (kg)
Antracita	0.25	30	0.48	0.44
Arena sílica	0.25	70	0.87	1.20
Grava	0.25	10	0.10	0.14
Total			1.45	1.78

TABLA DE BOQUILLAS

BOQUILLA	CANTIDAD	TIPO	DIÁM. EXTERNO (mm)	DIÁM. INTERNO (mm)	ALTO (mm)	DIÁM. DE ROSCA (mm)						
BOQUILLA 1	1	1.00	100	75	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
BOQUILLA 2	1	1.00	100	75	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
BOQUILLA 3	1	1.00	100	75	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
BOQUILLA 4	1	1.00	100	75	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

PARÁMETROS OPERATIVOS

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Caudal de agua (m ³ /h)	8.00	m ³ /h
Caudal de filtración (L/S)	1.00	L/S
Caudal de lavado (L/S)	0.10	L/S
Caudal de limpieza (L/S)	0.10	L/S
Velocidad de filtración (m/h)	1.00	m/h
Velocidad de lavado (m/h)	1.00	m/h
Velocidad de limpieza (m/h)	1.00	m/h
Tiempo de filtración (min)	20	min
Tiempo de lavado (min)	15	min
Tiempo de limpieza (min)	15	min

COMEDICINA DEL AGUA DE GUANAJUATO

SECRETARÍA DE SALUD

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE ENERGÍA

SECRETARÍA DE FERIA Y COMERCIO EXTERNO

SECRETARÍA DE FORTALECIMIENTO Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA

SECRETARÍA DE GOBIERNO INTERNO

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

SECRETARÍA DE TURISMO

SECRETARÍA DE TRABAJO

SECRETARÍA DE TRANSPORTES Y MEDIOS COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE CULTURA

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL

SECRETARÍA DE DEFENSA Y PROTECCIÓN CIVIL

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y ECONOMÍA

SECRETARÍA DE PROMOCIÓN SOCIAL

SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA

SECRETARÍA DE VIVIENDA Y OBRAS PÚBLICAS

SECRETARÍA DE AGUA

SECRETARÍA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

SECRETARÍA DE FORTALECIMIENTO Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA

SECRETARÍA DE GOBIERNO INTERNO

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA Y VIVIENDA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

SECRETARÍA DE TURISMO

SECRETARÍA DE TRABAJO

SECRETARÍA DE TRANSPORTES Y MEDIOS COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE CULTURA

SECRETARÍA DE DESARROLLO SOCIAL

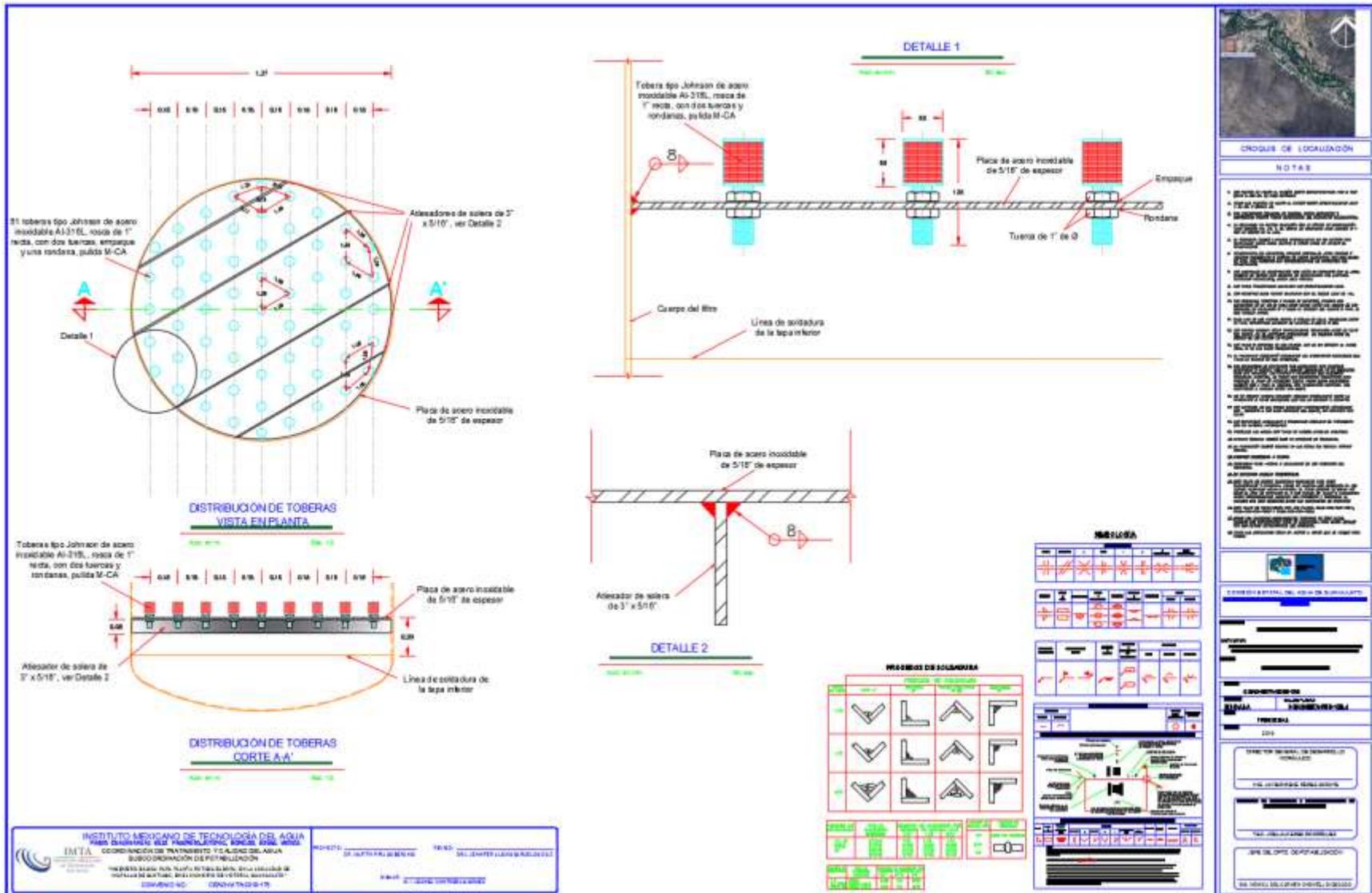
SECRETARÍA DE DEFENSA Y PROTECCIÓN CIVIL

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Y ECONOMÍA

SECRETARÍA DE PROMOCIÓN SOCIAL

SECRETARÍA DE SEGURIDAD PÚBLICA

SECRETARÍA DE VIVIENDA Y OBRAS PÚBLICAS





CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- SENIDO DE FLUJO
- MOTOR
- SENIDO DE FLUJO
- BOMBA CENTRIFUGA VERTICAL
- BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL
- POZO
- BOMBA NEUMÁTICA
- NÚMERO DE PROCESO

NOMENCLATURA

- AR AGUA DE RETORNAO
- AD AGUA DE DESBORDO
- ARC AGUA DE RECIRCULACIÓN
- AC ACERO AL CARBÓN
- BF BOMBA DE POZO
- BOB BOMBA DE AGUA TRATADA
- BRET BOMBA DE AGUA RETORNAO
- BREC BOMBA DE RECIRCULACIÓN
- BL BOMBA DE FILTRO PRENSA
- BCL BOMBA DE AYUDA PARA CLORACIÓN
- CL CARCAMO DE LODOS
- CAT CARCAMO DE AGUA TRATADA
- FZ FILTROS CON ZEOLITA
- FA FILTRO (ARENA / ANTRACITA)
- FP FILTRO PRENSA
- IP INDICADOR DE PRESIÓN
- MPU MEDIDOR DE FLUJO ULTRASONICO
- PVC POLICLORIDO DE VINILO
- P-1 POZO N° 1 MILPILLAS
- TE TANQUE ESPESADOR
- FO GO FERRIO GALVANIZADO

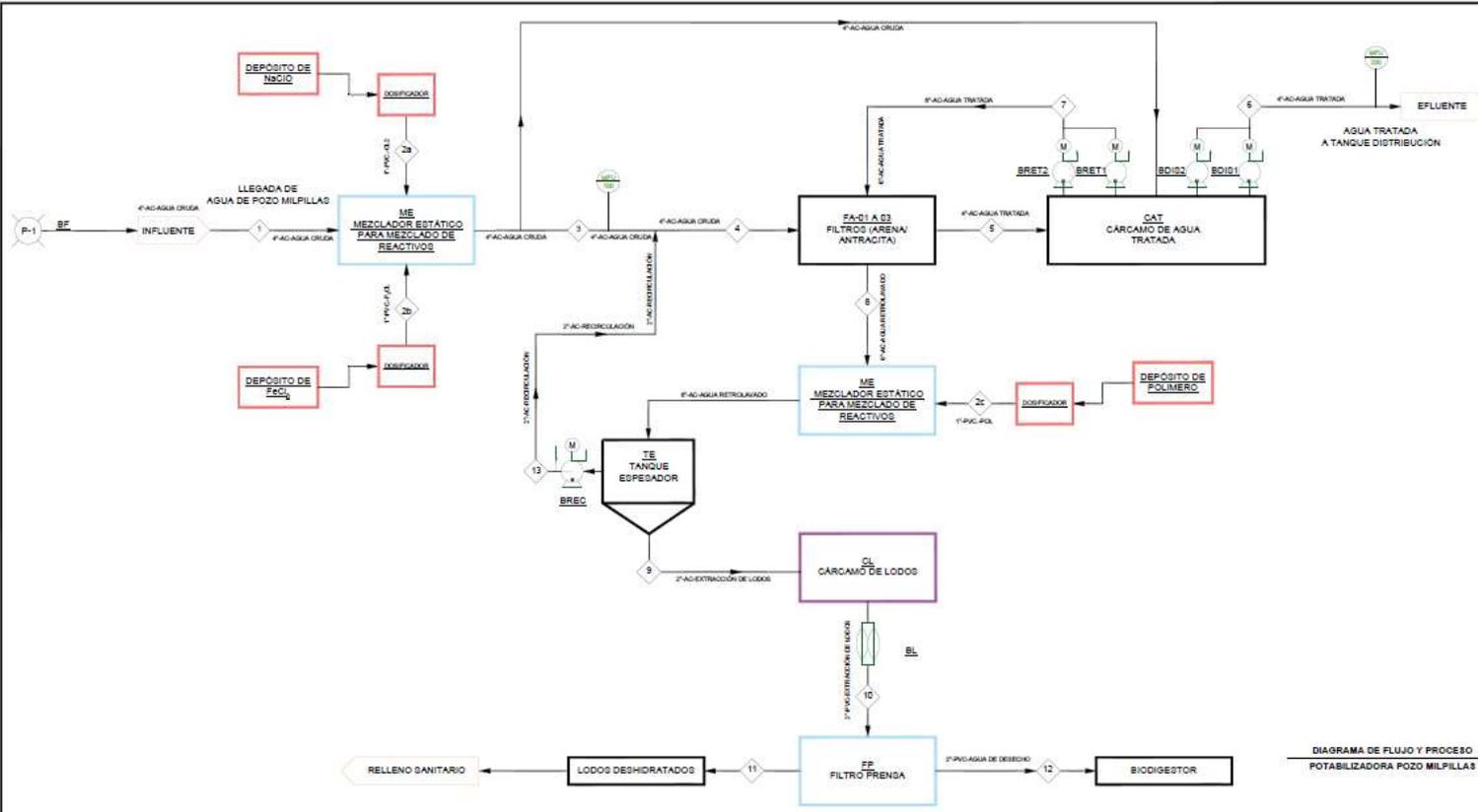


DIAGRAMA DE FLUJO Y PROCESO POTABILIZADORA POZO MILPILLAS

Parámetro	unidad	1	2a	2b	2c	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Flujo (m³/s)	m³/s	158.4	0.000895	0.00162	0.002215	158.025	173.0347	173.0347	158.29	14.78	14.78	0.1478	0.1478	0.10346	0.04134	14.6322
Velocidad (m/s)	m/s	330	330	330	10	330	330	330	330	10	10	-	-	-	-	180
Profundidad (m)	m	0.05	-	-	-	0.05	0.046195	0.001	0.001	0.001	0.529	30	30	75	0.1	0.005
Flujo (m³/s)	m³/s	0.00792	-	-	-	0.00792	0.00798	0.0007	0.00016	0.00007	0.00192	0.00443	0.00443	0.00778	0.00110	0.31641

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
IMTA
 COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA
 SUBCOORDINACIÓN DE POTABILIZACIÓN

PROYECTO: DR. MARTÍN PÉREZ SANCHEZ REVISO: DRA. JESSICA ALICIA MARRASQUÍN

TRABAJOS BÁSICOS PARA PLANTA POTABILIZADORA EN LA LOCALIDAD DE MILPILLAS DE SANTECILA, MUNICIPIO DE VICTORIA, GUANAJUATO
 CONVENIO NO.: CEAG-IMTA-2016-175

OBJETO: TR. SANITIZACION DE BARRIO

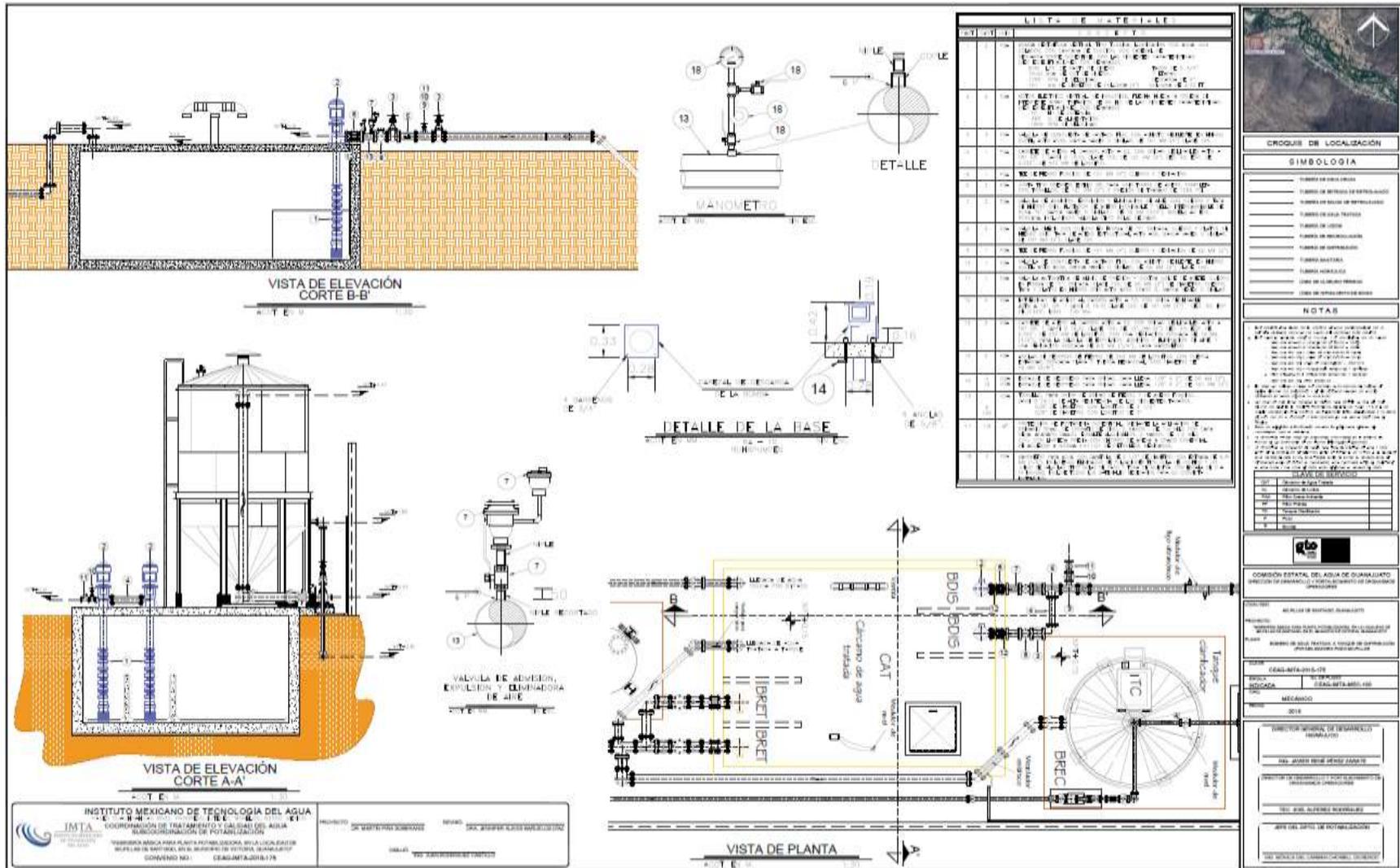
COMISIÓN ESTADAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
 DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y FORMACIÓN DE SERVIDORES OPERACIONALES

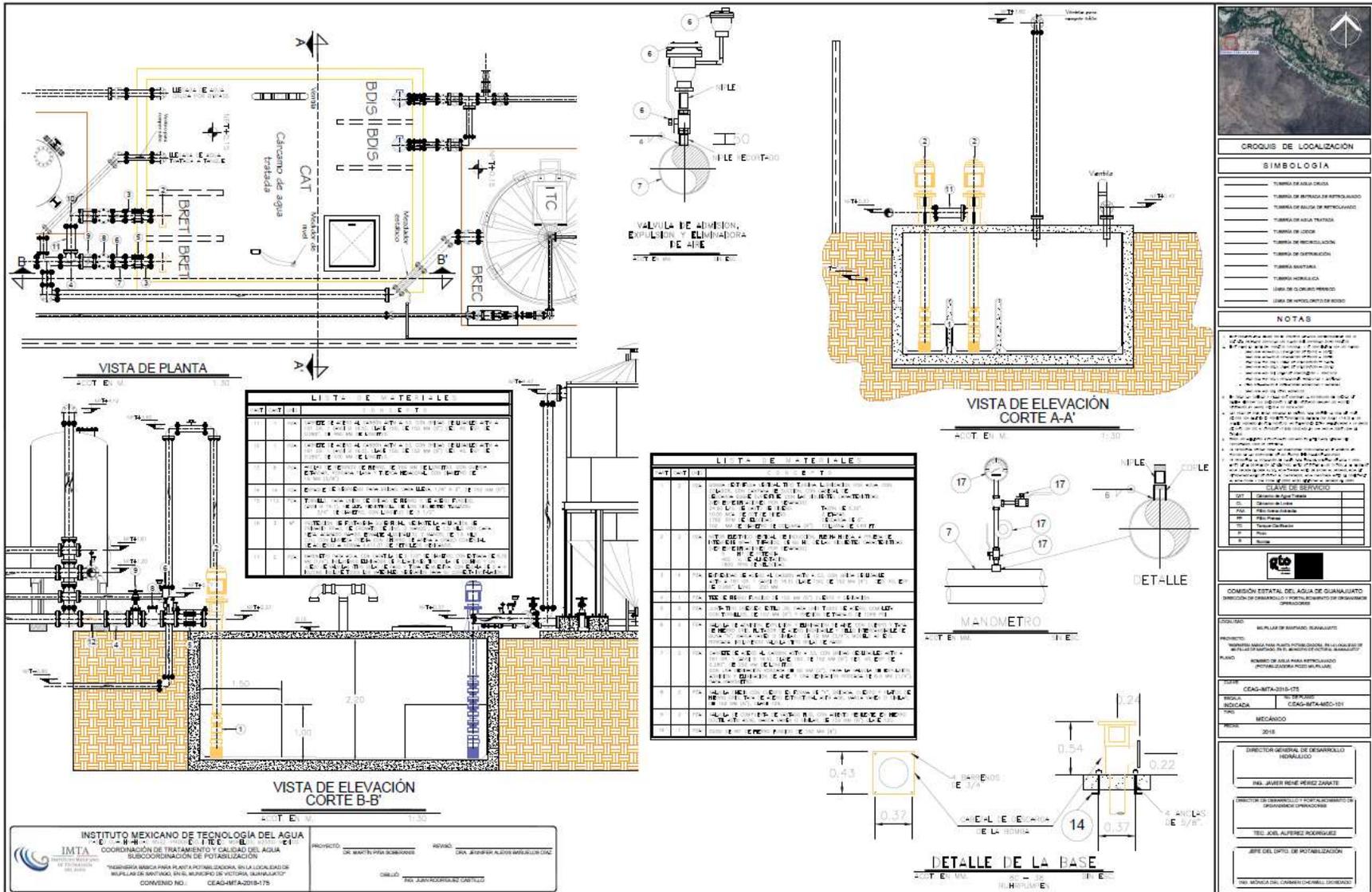
PROYECTO: MILPILLAS DE SANTECILA, GUANAJUATO
 SUBPROYECTO: POTABILIZADORA EN LA LOCALIDAD DE MILPILLAS DE SANTECILA, MUNICIPIO DE VICTORIA, GUANAJUATO
 FASE: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO (POTABILIZADORA POZO MILPILLAS)

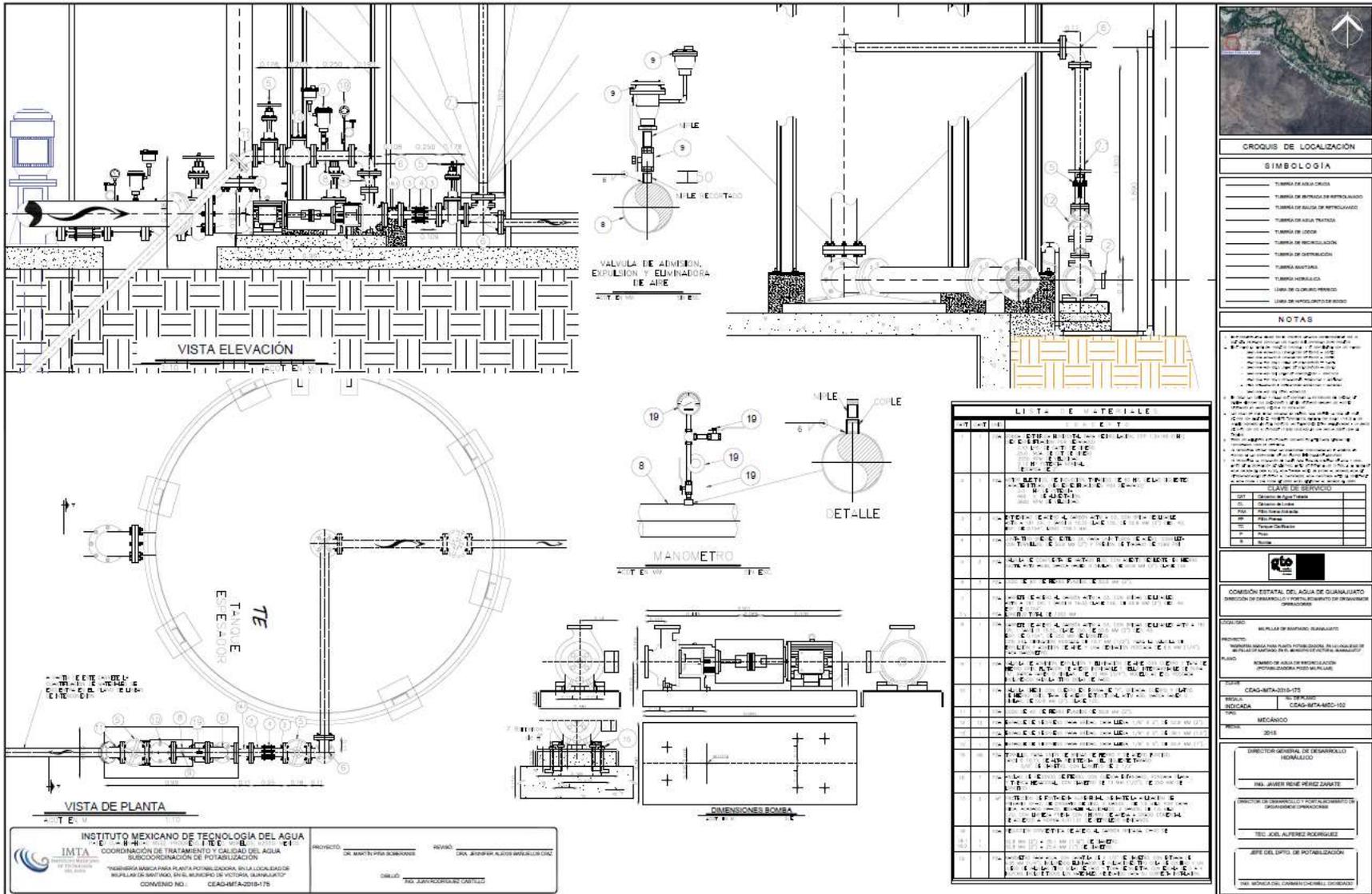
ESTADO: CEAG-IMTA-2016-175
 TIPO DE PROYECTO: CEAG-IMTA-FUN-136
 FECHA: 2016
 FUNCIONAL

REVISOR GENERAL DE DESARROLLO: DR. JUAN RAMÓN HERNÁNDEZ ZARATE
 REVISOR DE DESARROLLO Y POTABILIZACIÓN: DR. JESSICA ALICIA MARRASQUÍN
 TÍTULO DEL DISEÑO DE POTABILIZACIÓN: TR. SANITIZACION DE BARRIO
 TÍTULO DEL DISEÑO DE POTABILIZACIÓN: TR. SANITIZACION DE BARRIO

12.4 Diseño funcional mecánico









CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- TUBERÍA DE AGUA CRUDA
- TUBERÍA DE INTENTO DE REPROCESADO
- TUBERÍA DE AGUA DE REPROCESADO
- TUBERÍA DE AGUA TRATADA
- TUBERÍA DE VACÍO
- TUBERÍA DE RECUPERACIÓN
- TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
- TUBERÍA SUPLENTE
- TUBERÍA MONITOREO
- LÍNEA DE CORDÓN PERFORADO
- LÍNEA DE EMPALME CORTA DE BORDO

NOTAS

1. El presente croquis de localización se elaboró a partir de la información suministrada por el cliente, por lo tanto, no se garantiza la exactitud de las mediciones y/o distancias mostradas en el mismo.

2. El croquis de localización se elaboró con base en el plano de planta del edificio.

3. El croquis de localización se elaboró con base en el plano de planta del edificio y en la información suministrada por el cliente.

4. El croquis de localización se elaboró con base en el plano de planta del edificio y en la información suministrada por el cliente.

5. El croquis de localización se elaboró con base en el plano de planta del edificio y en la información suministrada por el cliente.

CLAVE DE SERVICIO

001	Agua de Red Pública
002	Agua de Red Privada
003	Agua de Red Municipal
004	Agua de Red Comunal
005	Agua de Red Estatal
006	Agua de Red Federal



COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y PROMOCIÓN DE SERVICIOS DE SERVICIOS OPERACIONALES

PROYECTO: BOMBA PARA PLANTA POTABILIZADORA EN LA LOCALIDAD DE MULLAR DE BUENAVISTA, MUNICIPIO DE VICTORIA, GUANAJUATO.

PAIS: GUANAJUATO DE BUENAVISTA

FECHA: OCTUBRE DE 2015

ESCALA: 1:50

PROYECTO: BOMBA PARA PLANTA POTABILIZADORA EN LA LOCALIDAD DE MULLAR DE BUENAVISTA, MUNICIPIO DE VICTORIA, GUANAJUATO.

INDICADA: CEAG-IMTA-MEC-105

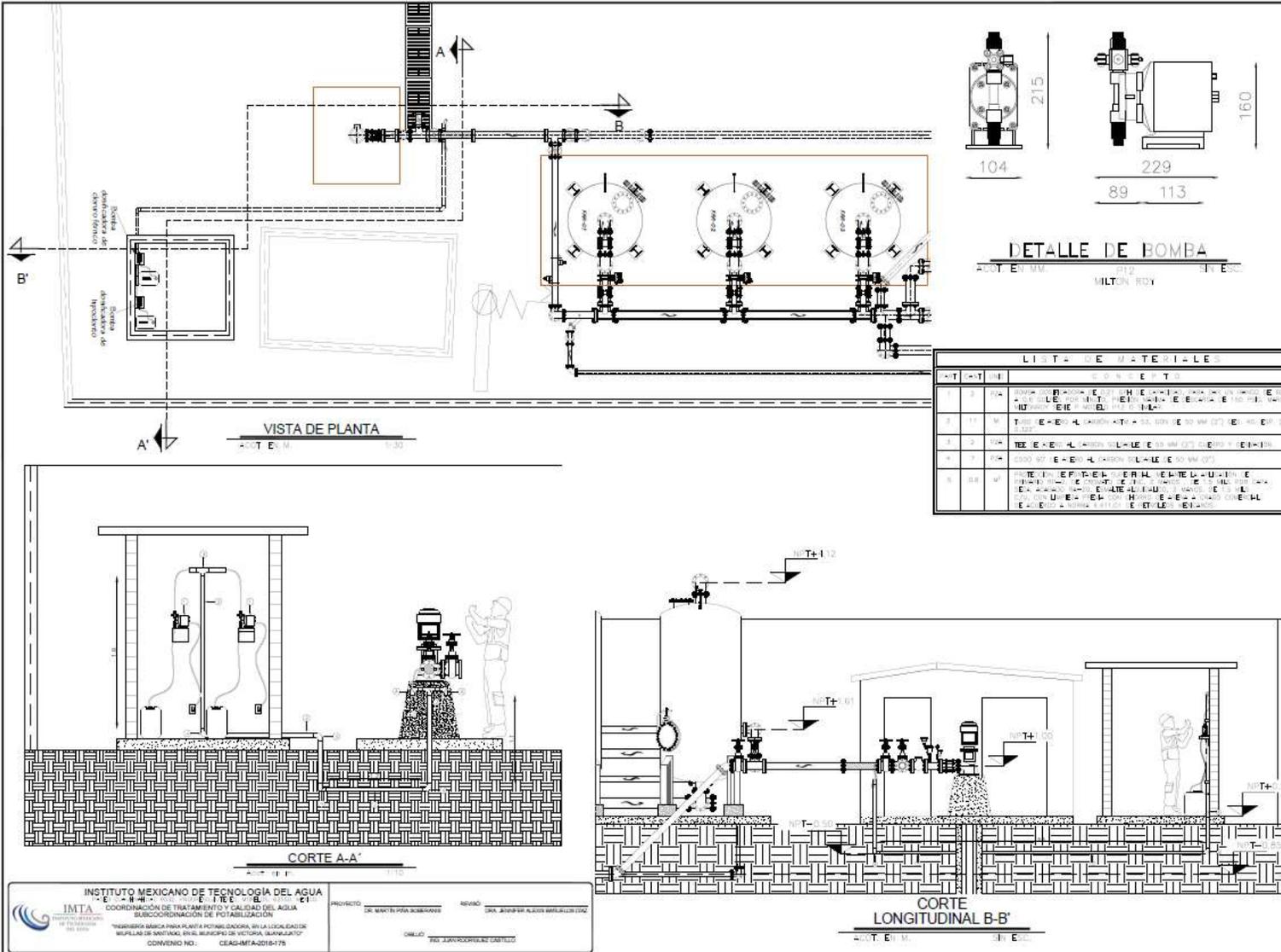
TÍTULO: MECÁNICO

FECHA: 2015

DIRECTOR GENERAL DE DESARROLLO HIDRÁULICO
ING. JUAN RIVERA HERNÁNDEZ ZARATE

DIRECTOR DE DESARROLLO Y PROMOCIÓN DE SERVICIOS OPERACIONALES
ING. JOEL ALFARIZ RODRIGUEZ

JEFE DEL DPTO. DE POTABILIZACIÓN
ING. ROSALBA DEL CORTIJO CHAVEL, CARRIZO



LISTA DE MATERIALES

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN
2	11	TUBERÍA DE BRONCE AL CARBÓN APTA PARA SERVICIO DE ALTA PRESIÓN PARA LA LÍNEA DE INTENTO DE REPROCESADO
2	11	TUBERÍA DE BRONCE AL CARBÓN APTA PARA SERVICIO DE ALTA PRESIÓN PARA LA LÍNEA DE INTENTO DE REPROCESADO
2	11	TUBERÍA DE BRONCE AL CARBÓN APTA PARA SERVICIO DE ALTA PRESIÓN PARA LA LÍNEA DE INTENTO DE REPROCESADO
2	11	TUBERÍA DE BRONCE AL CARBÓN APTA PARA SERVICIO DE ALTA PRESIÓN PARA LA LÍNEA DE INTENTO DE REPROCESADO
2	11	TUBERÍA DE BRONCE AL CARBÓN APTA PARA SERVICIO DE ALTA PRESIÓN PARA LA LÍNEA DE INTENTO DE REPROCESADO
2	11	TUBERÍA DE BRONCE AL CARBÓN APTA PARA SERVICIO DE ALTA PRESIÓN PARA LA LÍNEA DE INTENTO DE REPROCESADO

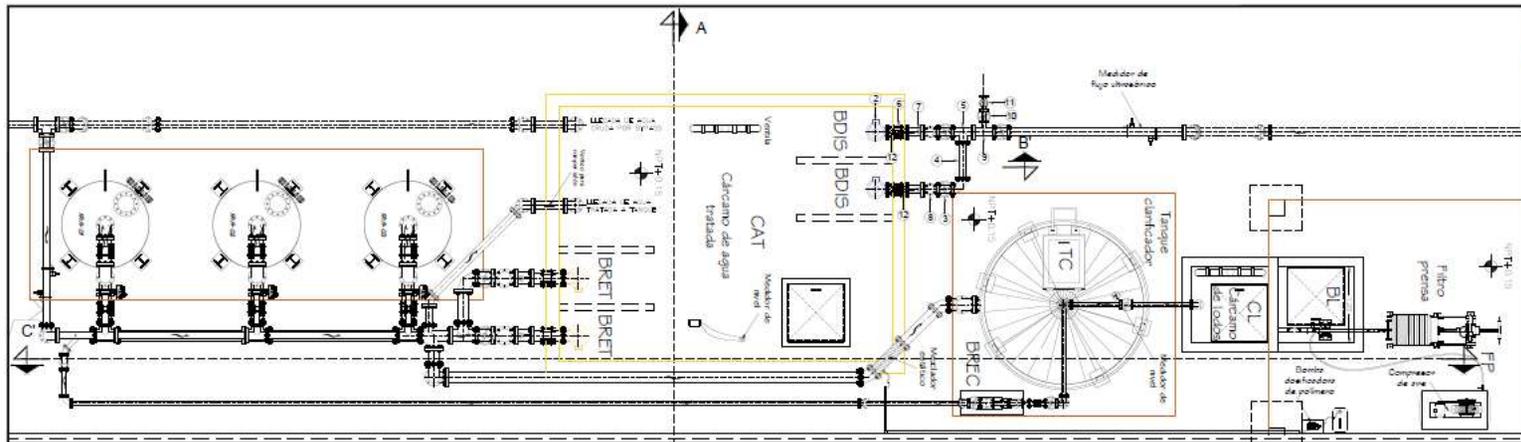
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
 COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA
 SUBCOORDINACIÓN DE POTABILIZACIÓN
 TRÁNSFERO DE DISEÑO PARA PLANTA POTABILIZADORA EN LA LOCALIDAD DE MULLAR DE BUENAVISTA, MUNICIPIO DE VICTORIA, GUANAJUATO.
 CONVENIO NO.: CEAG-IMTA-2015-175

PROYECTO: BOMBA PARA PLANTA POTABILIZADORA EN LA LOCALIDAD DE MULLAR DE BUENAVISTA, MUNICIPIO DE VICTORIA, GUANAJUATO.

ELABORADO: ING. JOEL ALFARIZ RODRIGUEZ

REVISADO: ING. ROSALBA DEL CORTIJO CHAVEL

APROBADO: ING. JUAN RIVERA HERNÁNDEZ ZARATE



SIMBOLOGÍA

[Symbol]	TUBERIA DE AGUA CRUDA
[Symbol]	TUBERIA DE MARCHA DE RETROALIVADO
[Symbol]	TUBERIA DE BAJADA DE RETROALIVADO
[Symbol]	TUBERIA DE AGUA TRATADA
[Symbol]	TUBERIA DE AGUA
[Symbol]	TUBERIA DE RECONEXIÓN
[Symbol]	TUBERIA DE DISTRIBUCIÓN
[Symbol]	TUBERIA AUXILIAR
[Symbol]	TUBERIA HORQUILLA
[Symbol]	LÍNEA DE CABLEADO PERMANENTE
[Symbol]	LÍNEA DE CABLEADO TEMPORAL

NOTAS

1. El presente proyecto de obra tiene como objetivo la construcción de una planta de tratamiento de agua para la ciudad de Victoria, Guanajuato, con capacidad para 10 millones de litros por día.

2. La obra se llevará a cabo en el terreno que se indica en el croquis de localización.

3. El terreno tiene una superficie total de 10,000 m².

4. El terreno tiene una zona edificable de 10,000 m².

5. El terreno tiene una zona no edificable de 0 m².

6. El terreno tiene una zona de reserva de 0 m².

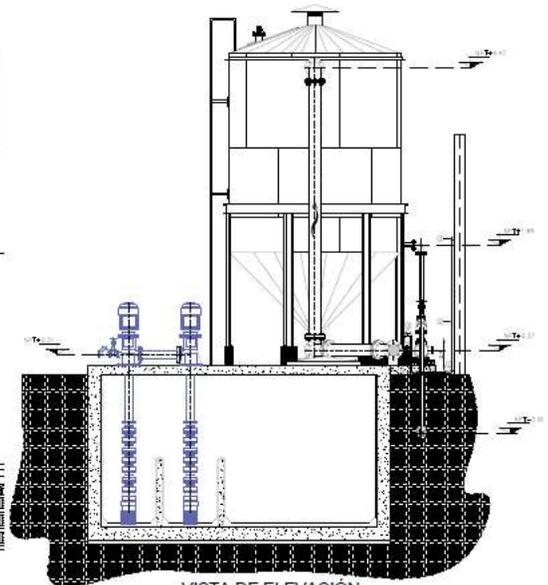
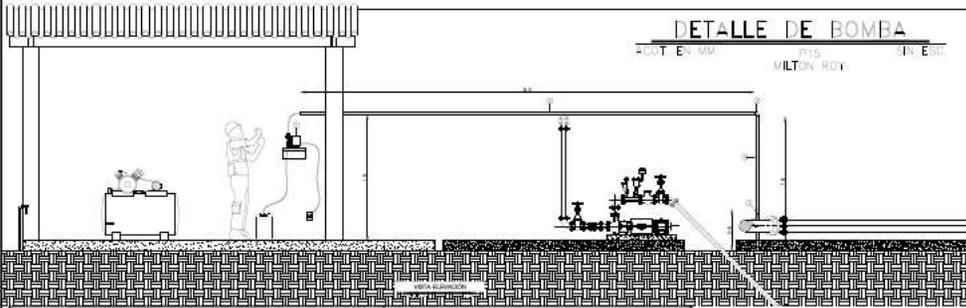
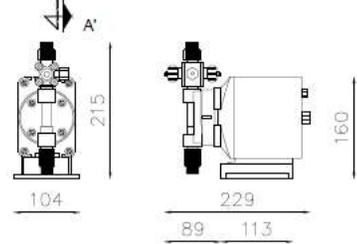
7. El terreno tiene una zona de protección de 0 m².

8. El terreno tiene una zona de conservación de 0 m².

9. El terreno tiene una zona de reforestación de 0 m².

10. El terreno tiene una zona de restauración de 0 m².

CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN
1	1	BOMBA DE AGUA DE 10 CV, 11.5 HP, 220V, 50 Hz, 150 mm de diámetro de succión y 150 mm de diámetro de descarga.
2	1	MOTOR ELÉCTRICO DE 11.5 HP, 220V, 50 Hz, 150 mm de diámetro de succión y 150 mm de diámetro de descarga.
3	1	CAJÓN DE MONTAJE DE 1500 x 1000 x 1000 mm.
4	1	CAJÓN DE MONTAJE DE 1500 x 1000 x 1000 mm.
5	1	CAJÓN DE MONTAJE DE 1500 x 1000 x 1000 mm.



INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
 COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA
 SUBCOORDINACIÓN DE POTABILIZACIÓN
 PROYECTO: DEL MANIFIESTO PARA EL MANEJO DEL AGUA
 SERVIDO: DEL AGUA PARA LA CIUDAD DE VICTORIA, GUANAJUATO
 CUBIERTO: DEL MANIFIESTO PARA EL MANEJO DEL AGUA

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
 DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SERVICIOS OPERACIONALES

PROYECTO: MANIFIESTO PARA EL MANEJO DEL AGUA EN LA CIUDAD DE VICTORIA, GUANAJUATO

PLANO: OPERACIÓN DE LOS SERVIDOS (POTABILIZACIÓN)

CÓDIGO: CEAG-MTA-016-078

INDICADA: CEAG-MTA-MED-102

FECHA: 2018

MECANICO

DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO HIDROLÓGICO

ING. JAVIER HERNÁNDEZ ZARATE

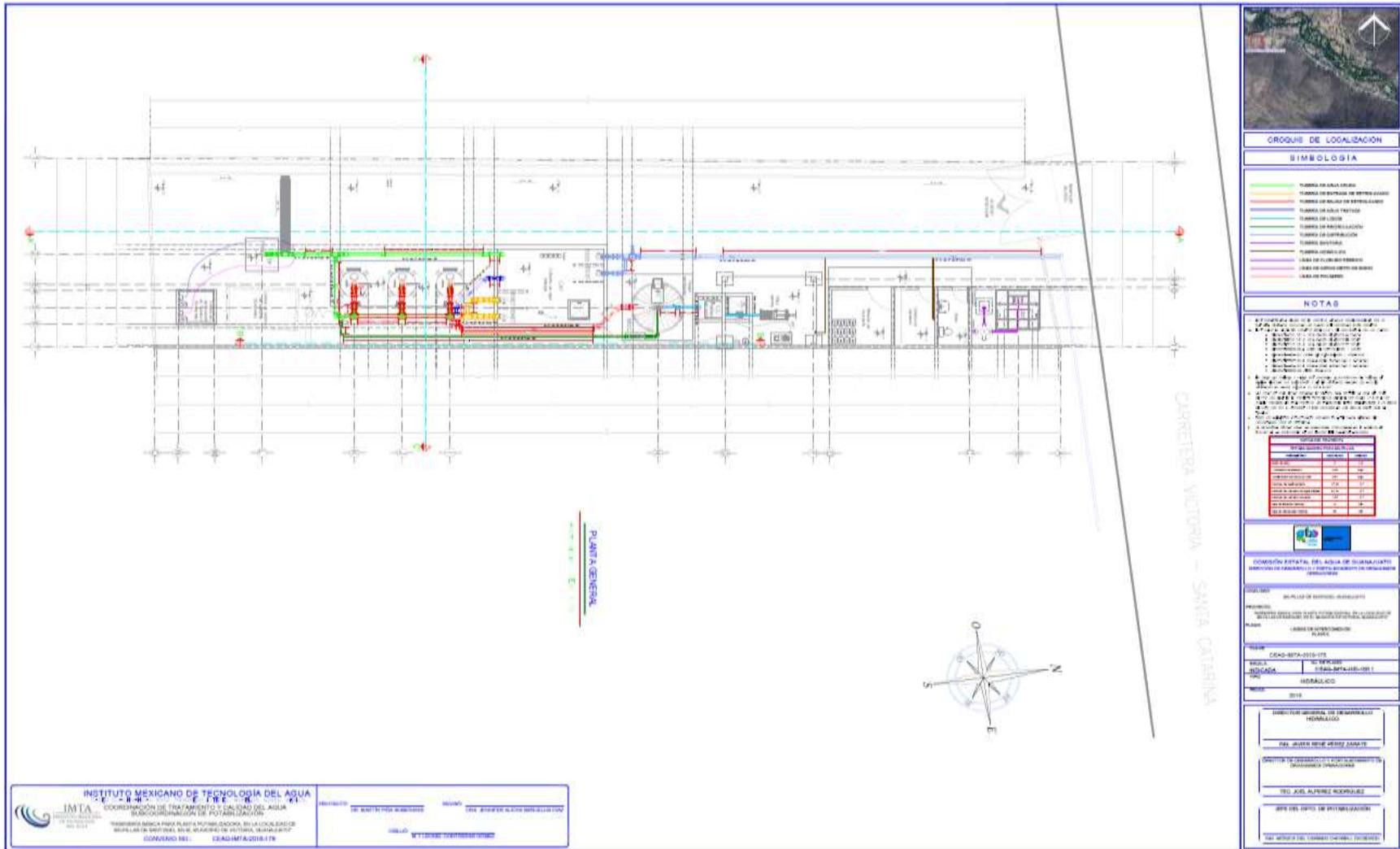
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y POTABILIZACIÓN DE SERVICIOS OPERACIONALES

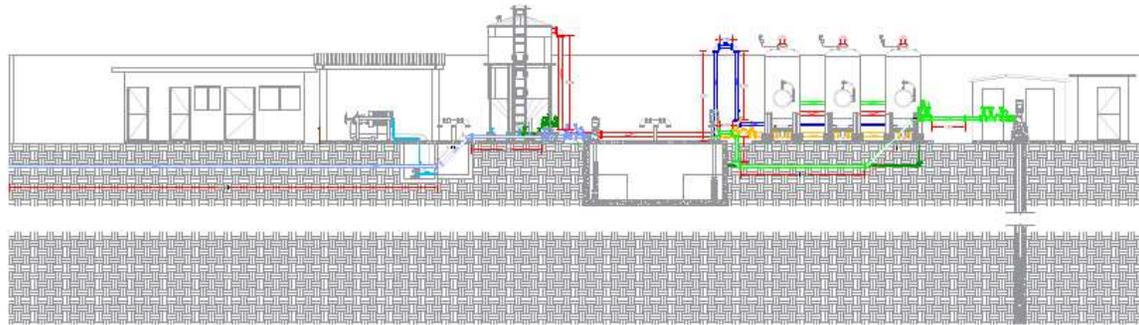
ING. JOEL ALFONSO RODRÍGUEZ

JEFE DEL OFICIO DE POTABILIZACIÓN

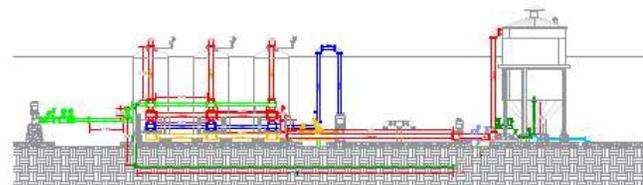
ING. MONICA DEL CARMEN CHAVEZ DELGADO

12.5 Diseño hidráulico

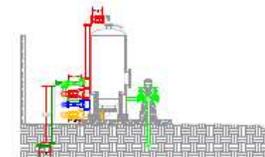




CORTE LONGITUDINAL A-A'



CORTE LONGITUDINAL B-B'



CORTE TRANSVERSAL C-C'



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- TUBERÍA DE ACERO 150x15
- TUBERÍA DE ACERO 100x10
- TUBERÍA DE ACERO 75x7.5
- TUBERÍA DE ACERO 50x5
- TUBERÍA DE ACERO 25x2.5
- TUBERÍA DE ACERO 15x1.5
- TUBERÍA DE ACERO 10x1
- TUBERÍA DE ACERO 5x0.5
- TUBERÍA DE ACERO 3x0.3
- TUBERÍA DE ACERO 2x0.2

NOTAS

1. El presente croquis de localización muestra la ubicación del sitio de estudio en el municipio de Salamanca, Guanajuato, México.

2. El sitio de estudio se encuentra en la zona urbana de Salamanca, Guanajuato, México.

3. El sitio de estudio se encuentra en la zona urbana de Salamanca, Guanajuato, México.

4. El sitio de estudio se encuentra en la zona urbana de Salamanca, Guanajuato, México.

5. El sitio de estudio se encuentra en la zona urbana de Salamanca, Guanajuato, México.

6. El sitio de estudio se encuentra en la zona urbana de Salamanca, Guanajuato, México.

7. El sitio de estudio se encuentra en la zona urbana de Salamanca, Guanajuato, México.

8. El sitio de estudio se encuentra en la zona urbana de Salamanca, Guanajuato, México.

9. El sitio de estudio se encuentra en la zona urbana de Salamanca, Guanajuato, México.

10. El sitio de estudio se encuentra en la zona urbana de Salamanca, Guanajuato, México.

DATOS BÁSICOS	
PROYECTO	RECONSTRUCCIÓN DEL PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE SALAMANCA
CLIENTE	COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
FECHA	2018
PROYECTANTE	IMTA
REVISOR	DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ
APROBADO	DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ

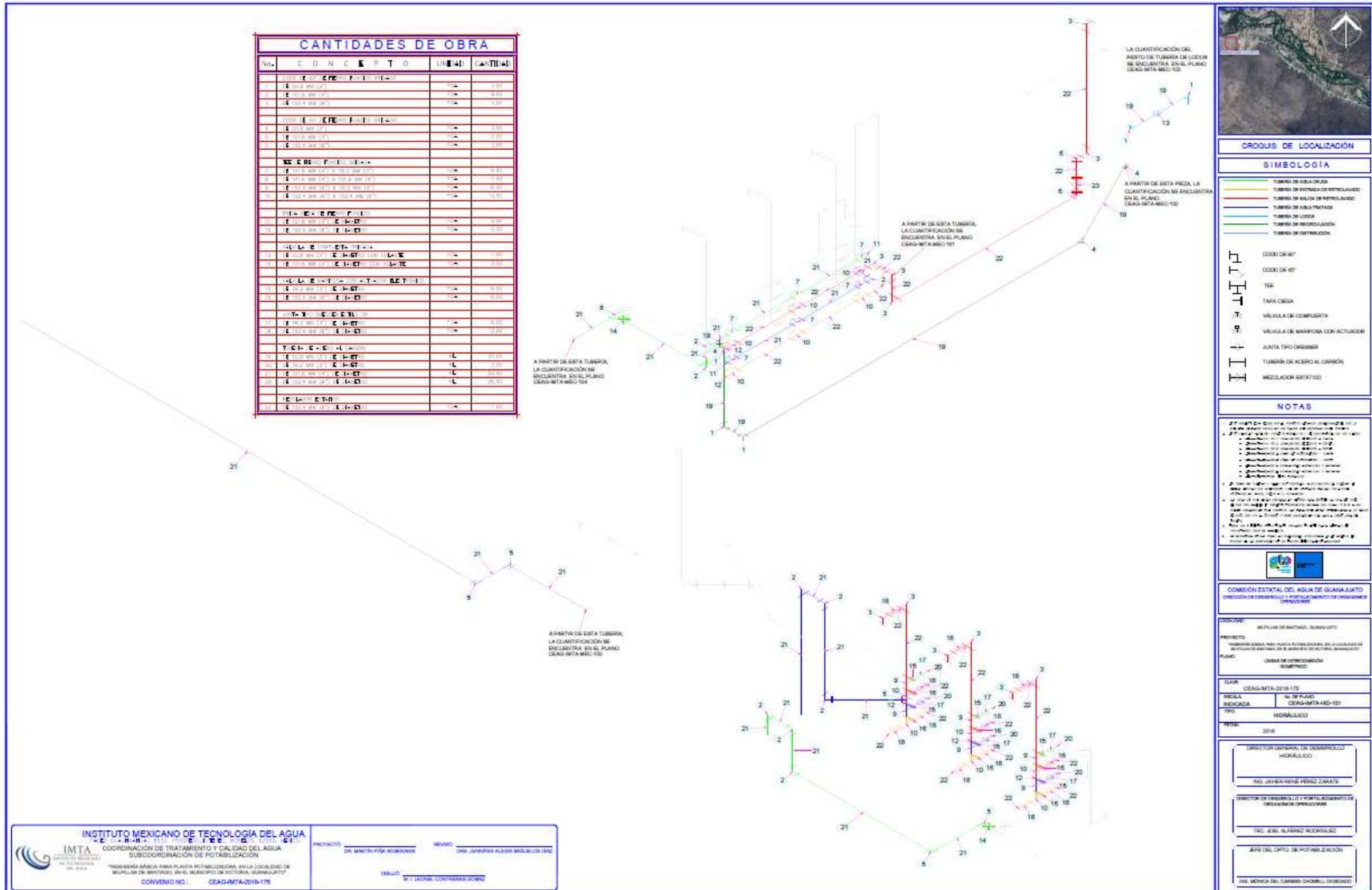
COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DE OPERACIONES OPERACIONES

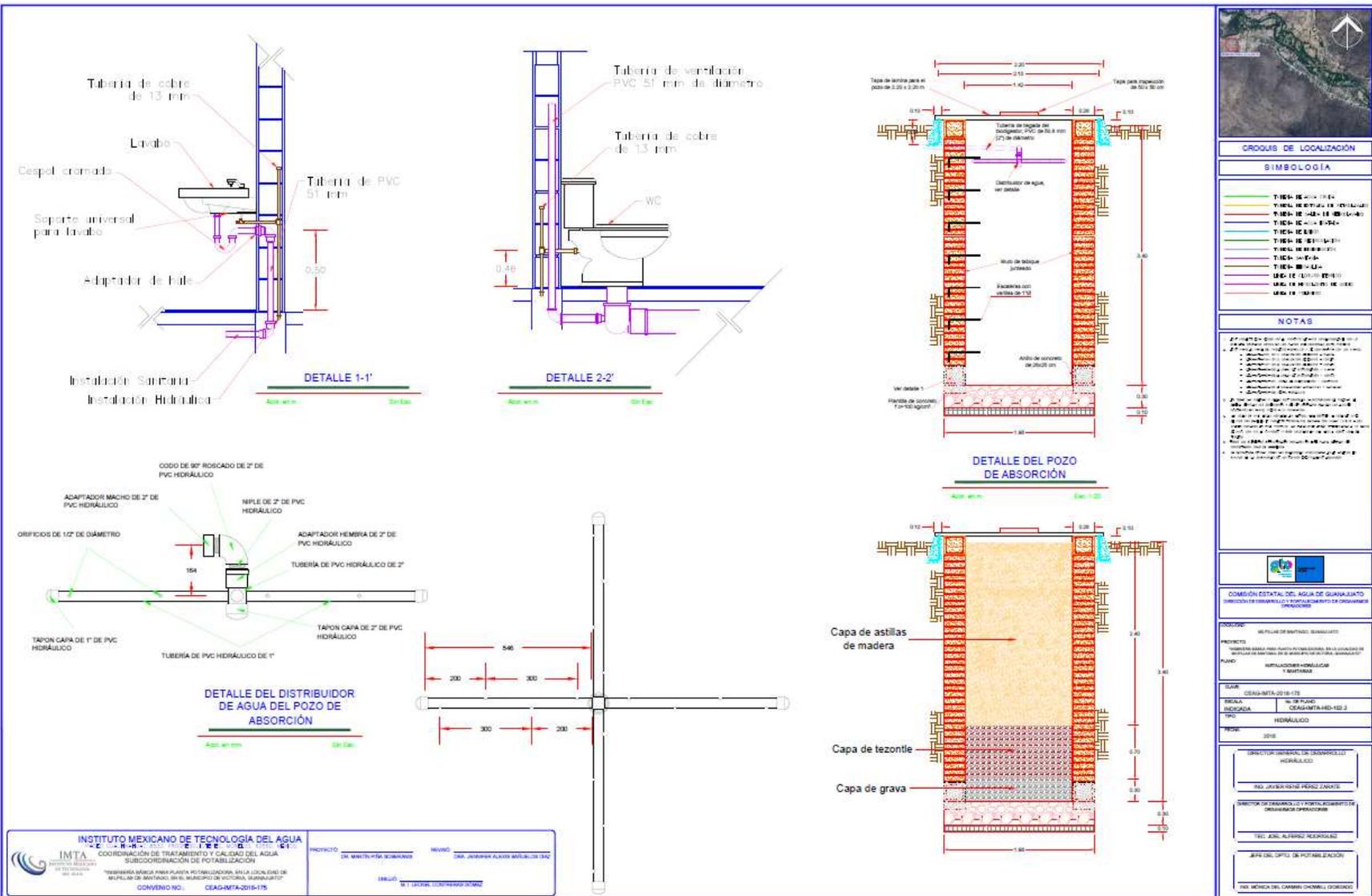
PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN DEL PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE SALAMANCA
CLIENTE: COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
FECHA: 2018
PROYECTANTE: IMTA
REVISOR: DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ
APROBADO: DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ

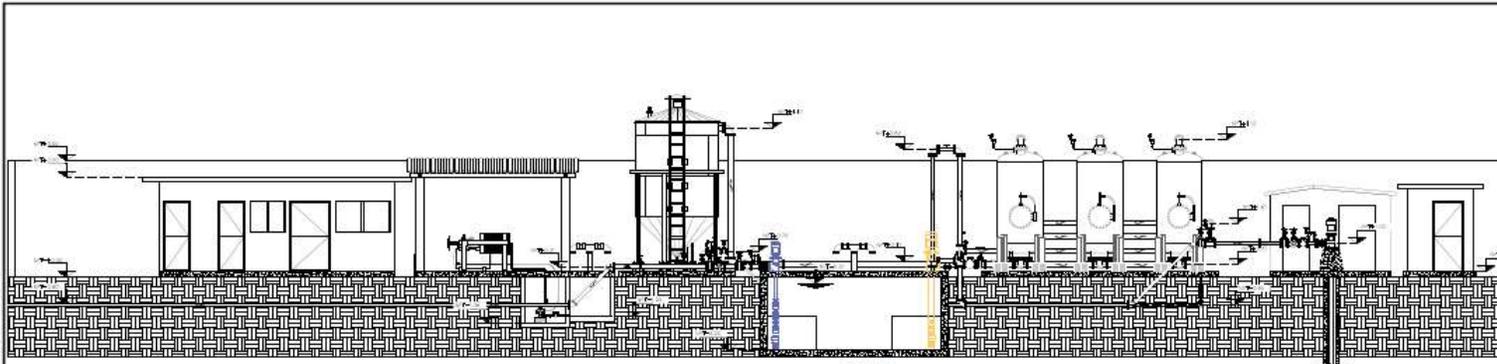
DISEÑO: DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ
REVISIÓN: DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ
APROBACIÓN: DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ
OTRO: DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA
SUBCOORDINACIÓN DE POTABILIZACIÓN
RESERVA TÉCNICA PARA PLANTA POTABILIZADORA EN LA LOCALIDAD DE SALAMANCA DE GUANAJUATO, EN EL MUNICIPIO DE SALAMANCA, GUANAJUATO
CONVENIO NO.: CEAG-IMTA-2018-175

PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN DEL PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE SALAMANCA
CLIENTE: COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
FECHA: 2018
PROYECTANTE: IMTA
REVISOR: DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ
APROBADO: DR. JOSÉ ALFONSO HERNÁNDEZ

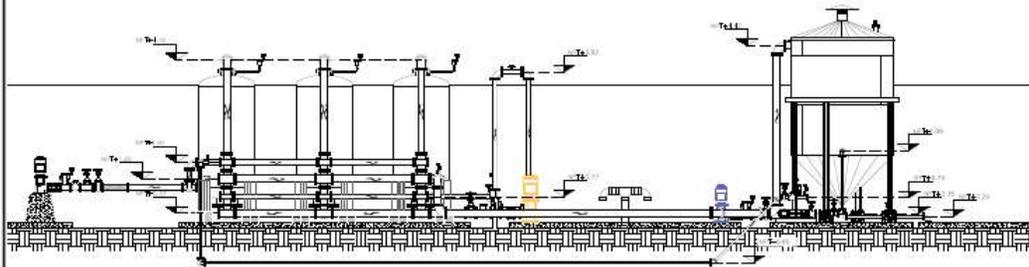






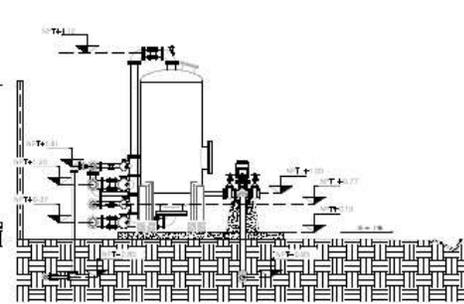
CORTE LONGITUDINAL A-A'

Acot. en m. Sin esc.



CORTE LONGITUDINAL B-B'

Acot. en m. Sin esc.



CORTE TRANSVERSAL C-C'

Acot. en m. Sin esc.



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

---	TUBERÍA DE AGUA CRUDA
---	TUBERÍA DE ENTREGA DE AGUA TRATADO
---	TUBERÍA DE AGUA DE REFRIGERADO
---	TUBERÍA DE AGUA TRATADA
---	TUBERÍA DE COCINA
---	TUBERÍA DE AEROLICACIÓN
---	TUBERÍA DE CONTROLACIÓN
---	TUBERÍA SANITARIA
---	TUBERÍA AEROLÓGICA
---	LÍNEA DE DRENADO PERIFÉRICO
---	LÍNEA DE EFLUENTOS DE AGUAS
---	LEGA 18 - 200 FT.

NOTAS

1. El proyecto de obras de infraestructura de agua potable para el municipio de San Juan del Río, Guanajuato, incluye la construcción de una planta de tratamiento de agua potable con capacidad para 100,000 habitantes equivalentes (H.E.), ubicada en el municipio de San Juan del Río, Guanajuato.
2. El presente croquis de localización muestra la ubicación de la planta de tratamiento de agua potable con capacidad para 100,000 H.E., ubicada en el municipio de San Juan del Río, Guanajuato.
3. El presente croquis de localización muestra la ubicación de la planta de tratamiento de agua potable con capacidad para 100,000 H.E., ubicada en el municipio de San Juan del Río, Guanajuato.
4. El presente croquis de localización muestra la ubicación de la planta de tratamiento de agua potable con capacidad para 100,000 H.E., ubicada en el municipio de San Juan del Río, Guanajuato.

CLAVE DE SERVICIO

001	Comedor
002	Cocina
003	Refrigerador
004	Placa
005	Refrigerador
006	Placa
007	Refrigerador
008	Placa
009	Refrigerador
010	Placa



COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
SUBCOORDINACIÓN DE ORGANIZACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERACIONES

PROYECTO: MULTIFASE DE OBRAS DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO: SAN JUAN DEL RÍO, GUANAJUATO
PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
PROYECTO: POTABILIZACIÓN DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1:100
FECHA: 2018-11-15
INDICADA: 1:100
PROYECTO: 1:100
PROYECTO: 1:100

DIRECTOR GENERAL DE ORGANIZACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERACIONES
ING. ALBERTO HERNÁNDEZ
DIRECCIÓN DE ORGANIZACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERACIONES
ING. ALBERTO HERNÁNDEZ

DIRECCIÓN DE ORGANIZACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERACIONES
ING. ALBERTO HERNÁNDEZ
DIRECCIÓN DE ORGANIZACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERACIONES
ING. ALBERTO HERNÁNDEZ

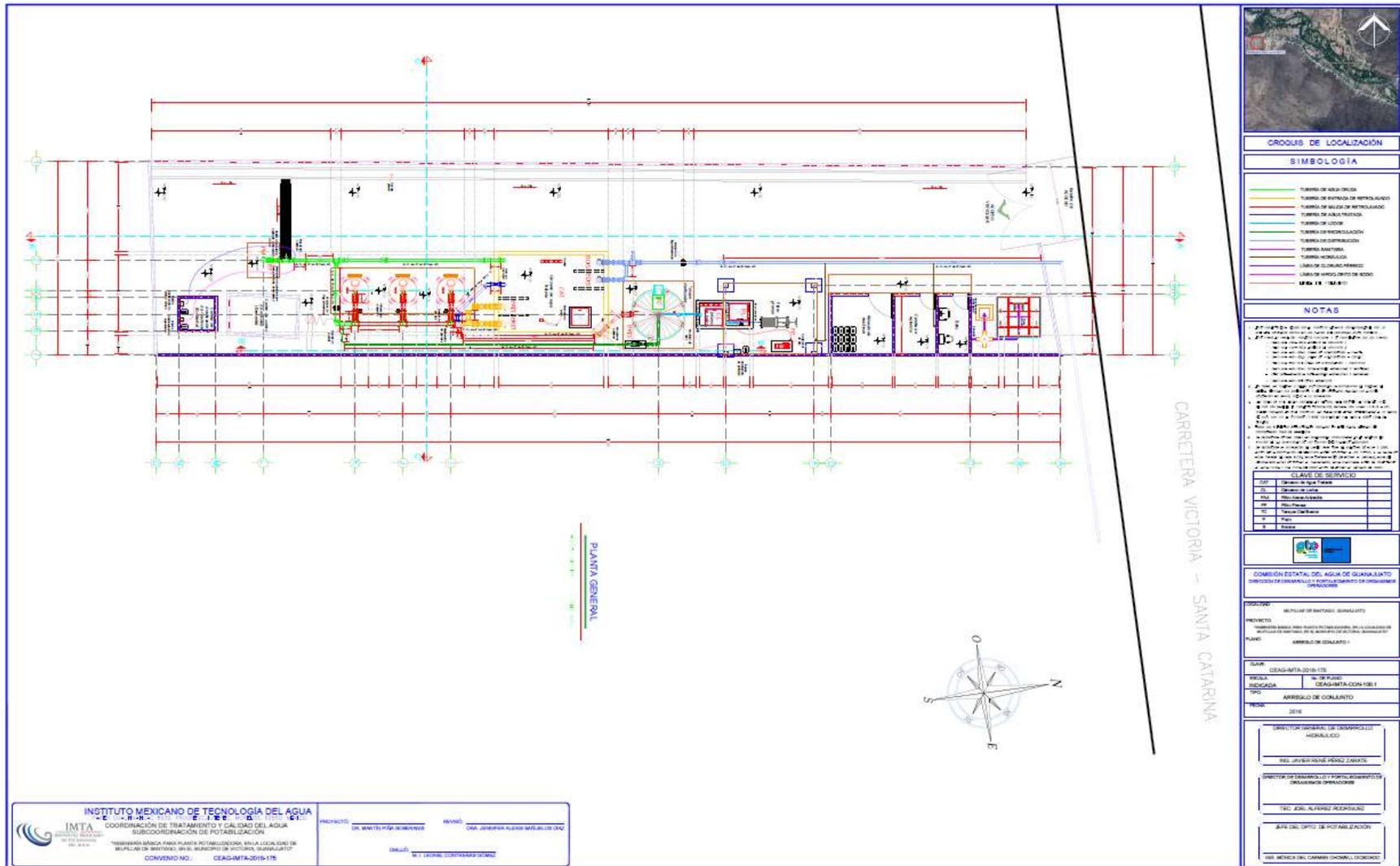


INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
SUBCOORDINACIÓN DE ORGANIZACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE ORGANISMOS OPERACIONES
MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RÍO, GUANAJUATO
CONVENIO NO.: CEAG-IMTA-2018-175

PROYECTO: MULTIFASE DE OBRAS DE AGUA POTABLE
MUNICIPIO: SAN JUAN DEL RÍO, GUANAJUATO
PLANTA: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
PROYECTO: POTABILIZACIÓN DE AGUA POTABLE

ESCALA: 1:100
FECHA: 2018-11-15
INDICADA: 1:100
PROYECTO: 1:100
PROYECTO: 1:100

12.6 Arreglo de conjunto





CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- TUBO DE 150x150
- TUBO DE 150x100
- TUBO DE 100x100
- TUBO DE 100x75
- TUBO DE 75x75
- TUBO DE 75x50
- TUBO DE 50x50
- TUBO DE 50x30
- TUBO DE 30x30
- TUBO DE 30x20
- TUBO DE 20x20

NOTAS

- Sección de planta y perfil de tuberías.
- Sección de tuberías de 150x150 mm.
- Sección de tuberías de 100x100 mm.
- Sección de tuberías de 100x75 mm.
- Sección de tuberías de 75x75 mm.
- Sección de tuberías de 75x50 mm.
- Sección de tuberías de 50x50 mm.
- Sección de tuberías de 50x30 mm.
- Sección de tuberías de 30x30 mm.
- Sección de tuberías de 30x20 mm.
- Sección de tuberías de 20x20 mm.

ESTADO DE REVISIÓN	
REV.	FECHA
01	
02	
03	
04	
05	

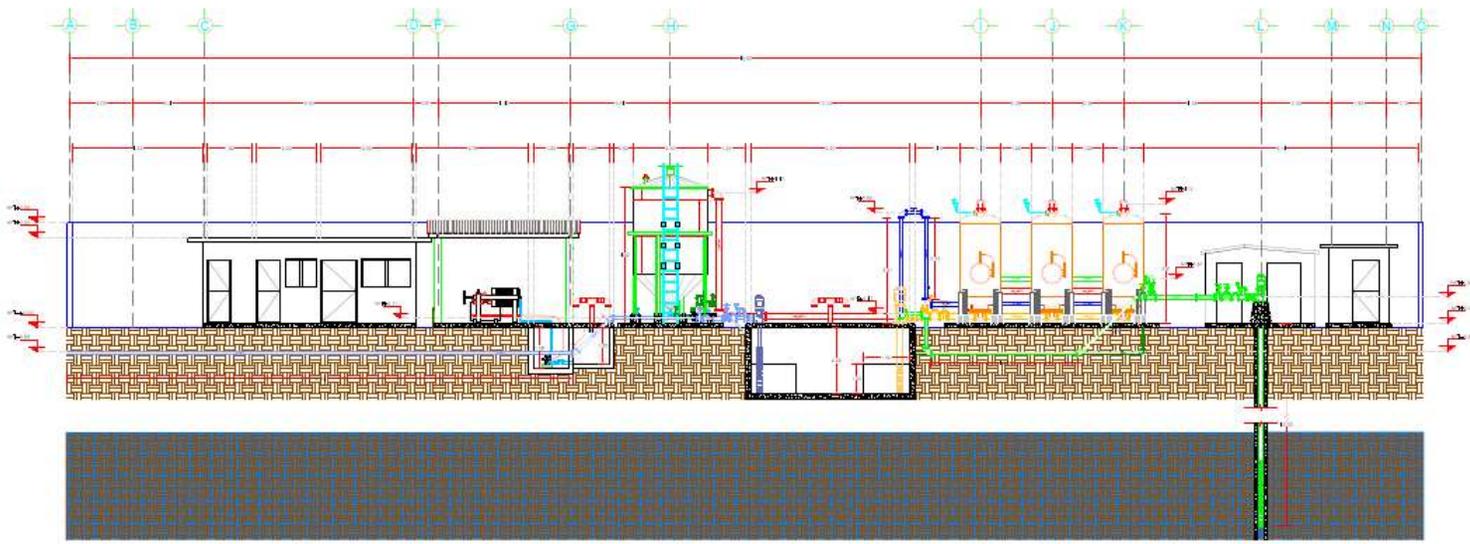
COMISIÓN ESTADAL DEL AGUA DE GUANAJUATO
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS DE INGENIERÍA

PROYECTO: MÚLTIPLES DE BENTONITIZADO

PLANO: ARRIBALDO DE COLAJUATO

FECHA: 08/05/2018
PROYECTO: CEAG-IMTA-2018-178
MUNICIPIO: ARRIBALDO DE COLAJUATO

DIRECTOR GENERAL DE INGENIERÍA
DIRECTOR DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS DE INGENIERÍA
DIRECTOR DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE OBRAS DE INGENIERÍA



CORTE LONGITUDINAL A-A'

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA
COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA
SUBCOORDINACIÓN DE POTABILIZACIÓN

PROYECTO: MÚLTIPLES DE BENTONITIZADO

FECHA: 08/05/2018

MUNICIPIO: ARRIBALDO DE COLAJUATO

CONVENIO NO.: CEAG-IMTA-2018-178

