

ACCIONES DE POTABILIZACION EN EL ESTADO DE GUANAJUATO

Dirección de Desarrollo y Fortalecimiento de
Organismos Operadores
Departamento de Potabilización

TIPOS DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Aguas superficiales

- Arroyos
- Ríos
- Lagos
- Lagunas
- Embalses o presas

Manantiales

Agua subterránea

- Freáticas
- Profundas

Convencionales



Aguas meteóricas: lluvia, granizo, nieve

Aguas salobres y salinas: mares

Aguas recuperadas

No Convencionales



DEFINICION DE AGUA POTABLE

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) es: “aquella adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal, y que no representa ningún riesgo significativo para la salud, durante una vida de consumo”.

Grandeza de México



La norma que establece los límites máximos permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para uso y consumo humano es la modificación de la NOM-127-SSA1-1994, la cual fue emitida por la Secretaría de Salud.

Esta norma se divide en los siguientes puntos:

- **Características físicas**
- **Características químicas**
- **Características radioactivas**
- **Características microbiológicas**

CARACTERISTICAS FISICAS

- Turbiedad
- Color
- Olor y sabor
- Conductividad
- Temperatura



- pH
- Alcalinidad
- Dureza
- Sólidos disueltos totales
- **Metales:** hierro, manganeso, cobre, aluminio, mercurio, plomo, etc.
- **Iones no Metales:** fluoruros, cloruros, sulfatos, nitratos, etc.



Características químicas y radioactivas (continuación)

Contaminantes	Procedencia
Aldrin y dieldrin, clordano, DDT, lindano, hexaclorobenceno, heptacloro y epóxido de heptacloro, metoxicloro, 2,4 D	Herbicidas, Plaguicidas, insecticidas
Benceno, etilbenceno, tolueno, xileno	Hidrocarburos aromáticos, derivados del petróleo
Nitratos, nitritos, nitrógeno amoniacal	Contaminación por fertilizantes, aguas residuales, desechos orgánicos
Sustancias activas al azul de metileno	Detergentes
Trihalometanos totales	Subproductos de la desinfección con cloro, al combinarse el carbono orgánico total con el cloro
Fenoles, cianuros, metales pesados	Descargas de origen industrial
Arsénico, Fluor, fierro, manganeso, algunos metales pesados	Contaminante natural procedente de la disolución de rocas, suelo
Compuestos radioactivos	Causas naturales o antropogénicas

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Coliformes totales

Son utilizados a nivel mundial como indicadores de potabilidad por ser fáciles de detectar y cuantificar.

Este parámetro nos indica si un agua ha sido adecuadamente potabilizada si arroja resultados negativos a la salida de la planta, sin embargo, se requiere de la determinación fecal. (Diseño de Plantas Potabilizadoras Tipo de Tecnología Simplificada. CNA. Dic. 2007)

Coliformes fecales

Su identificación completa es compleja, pero se han desarrollado métodos para detectarla rápidamente con un alto grado de certidumbre. *Escherichia coli* abunda en heces humanas y animales, en heces recientes alcanza concentraciones de 10⁹ unidades por gramo. Se encuentran en aguas residuales que contengan heces de humanos, animales o pájaros (OMS, 1995; Rice, 1999)



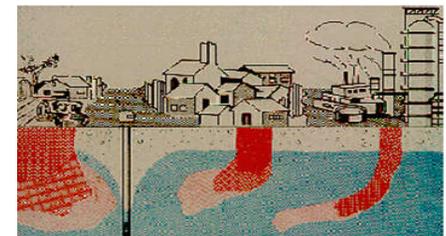
Origen Natural

- Dependiendo de los terrenos que atraviesa el agua se puede contaminar naturalmente en la atmosfera y el suelo (Ej. sales minerales, calcio, magnesio, hierro, etc).



Origen Antropogénico

- Urbano
- Agrícola
- Ganadero
- Industrial



RIESGOS POR EL USO DE AGUA NO POTABLE

Corto
plazo

**Contaminación
Microbiológica**

**Riesgos
por el uso
de agua
no potable**

**Largo
plazo**

**Contaminación
Química** (consumo
Regular y continuo)

PARAMETROS MAS COMUNES QUE SE HAN ENCONTRADO FUERA DE NORMA EN ALGUNAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DEL ESTADO Y SU EFECTO.



Afectación por arsénico



Afectación por flúor

- ARSÉNICO
- FLÚOR
- FIERRO
- MANGANESO
- NITRATOS
- DUREZA
- ALCALINIDAD
- SOLIDOS DISUELTOS
- COLIFORMES



Agua con manganeso



Agua con hierro



Incrustaciones en tubería por la presencia de varios parámetros: dureza, alcalinidad, solidos disueltos, temperatura



Agua con coliformes

POTABILIZACION

La potabilización es un conjunto de operaciones y procesos físicos y/o químicos que se aplican al agua en los sistemas de abastecimiento a fin de hacerla apta para uso y consumo humano.



PROCESOS PARA LA REMOCION DE CONTAMINANTES MAS COMUNES EN EL ESTADO



Coliformes totales y fecales	Fierro	Manganeso	Arsénico	Fluor
<ul style="list-style-type: none"> Filtración lenta en arena Desinfección con UV Ozonización Cloración Ultrafiltración Adición de compuestos de cloro, yodo, plata coloidal 	Proceso convencional previa cloración Filtración en medios granulares Microfiltración Ultrafiltración	Adsorción oxidación sobre medios granulares recubiertos con óxido de manganeso	Filtración en sales férricas Osmosis inversa Intercambio iónico Electrodiálisis Adsorción en alumina activada Adsorción sobre arenas con óxido de hierro Micro y ultrafiltración	Adsorción en alumina activada Osmosis inversa Electrodiálisis Adsorción en carbón de hueso Nanofiltración

PRINCIPALES ACCIONES DE POTABILIZACION



Desinfección (Programa agua limpia).- Encaminado a mejorar la calidad bacteriológica del agua, proteger y dignificar las fuentes de abastecimiento.

Plantas potabilizadoras para envasado de garrafones: Proveer agua apta para consumo humano mediante envasado de garrafones a la población, su objetivo es remover contaminantes especiales.

Pruebas de tratabilidad y suministro de filtros domiciliarios: Proveer agua apta para consumo humano en los domicilios.

Proyectos y construcción de plantas potabilizadoras: Proveer agua apta para uso y consumo humano, tratando todo o una parte del caudal extraído de la fuente de abastecimiento.

ACCIONES DE DESINFECCION (PROGRAMA AGUA LIMPIA)

- Instalación, reposición de equipos de desinfección.
- Adquisición y suministro de reactivos desinfectantes
- Muestreo y determinación de cloro residual libre
- Adquisición de comparadores colorimétricos para medición de cloro residual libre, pastillas DPD.
- Capacitación en el manejo del equipo de desinfección del agua.



ACCIONES DEL PROGRAMA AGUA LIMPIA

- Protección física de fuentes de abastecimiento públicas (Cerca de malla)
- Construcción de casetas para resguardar el equipo hipoclorador.



El Cerrito, Apaseo el Grande

Se han beneficiado a 1100 fuentes de abastecimiento del 2004 al 2021



Mezquite de Sotelo, Silao

PLANTAS POTABILIZADORAS PARA ENVASADO DE GARRAFONES EN AREA RURAL

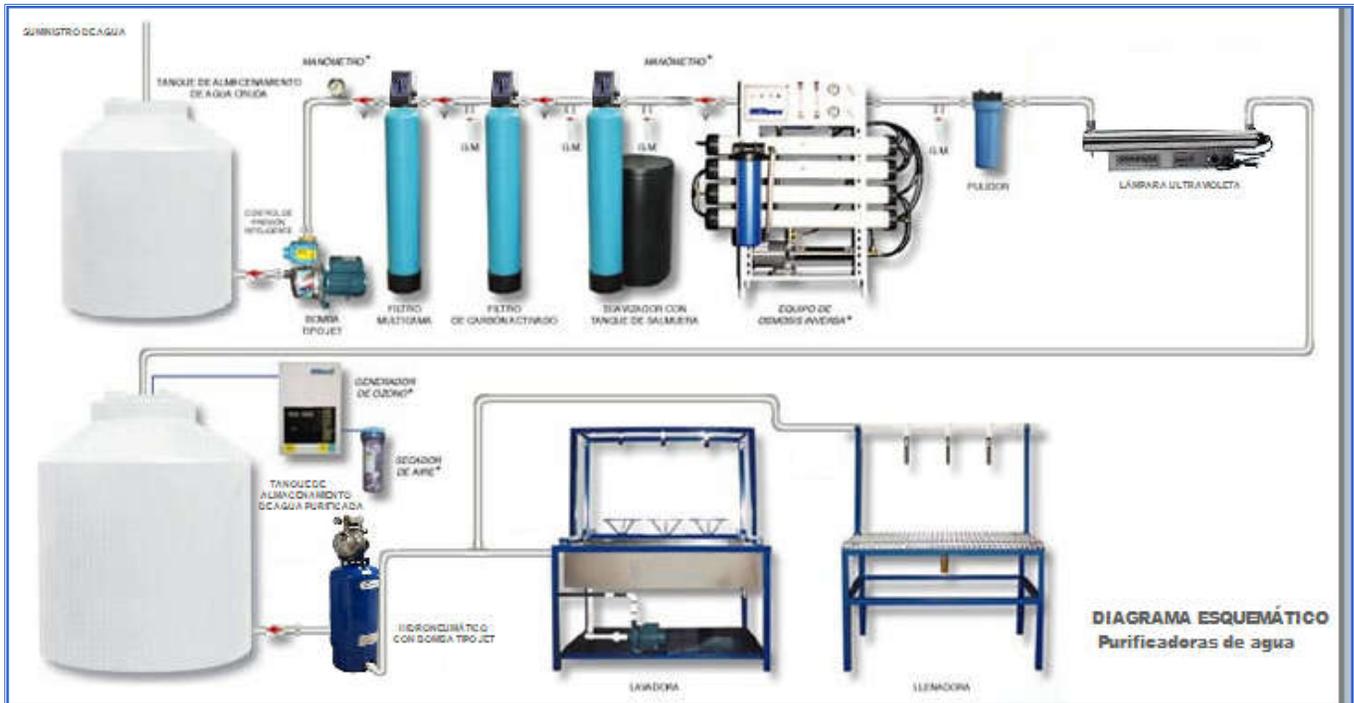


Plantas potabilizadoras para despacho de garrafones construidas en comunidades rurales del Estado

Número de plantas	Municipios	Tecnología	Parámetros que remueven
87 plantas purificadoras funcionando	Abasolo, Acámbaro, Apaseo el Alto, Apaseo el Grande, Cd. Manuel Doblado, Celaya, Cuernámaro, Guanajuato, Irapuato, Juventino Rosas, Morolón, Ocampo, Pénjamo, Pueblo Nuevo, Romita, Salamanca, Salvatierra, San Luis de la Paz, San Felipe, San Miguel de Allende, Silao.	La tecnología empleada es la ósmosis inversa	Arsénico, flúor, nitratos, fierro, manganeso



DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS PLANTAS POTABILIZADORAS PARA ENVASADO DE GARRAFONES



<https://agua.guanajuato.gob.mx/plantapotabilizadora/>



SUMINISTRO E INSTALACION DE FILTROS DOMICILIARIOS Y PRUEBAS DE TRATABILIDAD



Filtro instalado en el Realito, SLP para remoción de F.



Filtro Water Initiative instalado en el Charco del Muerto, Santa Catarina para remoción de Fe y F.



Filtro de ósmosis inversa instalado en Soledad de Negrete, Abasolo para remoción de As, Mn



Puebas de filtro con katalox para remoción de Fe en Llano Grande, Tarimoro



Pruebas de filtro HINDROP para remoción de F en Era de Bravo, San Felipe

- ¿Cuál es el problema de calidad del agua?
- ¿Qué caudal es necesario tratar?
- ¿Qué calidad del agua se pretende obtener?
- ¿Qué alternativas existen de tratamiento?
- ¿Qué característica tiene cada alternativa de solución?
- ¿Cuáles son los costos de operación y mantenimiento, así como de inversión?
- ¿Cuál es el área requerida?
- ¿Qué especificaciones civiles, arquitectónicas, hidráulicas, eléctricas, instrumentación y control deben de cumplirse tanto en proyecto como en la construcción?



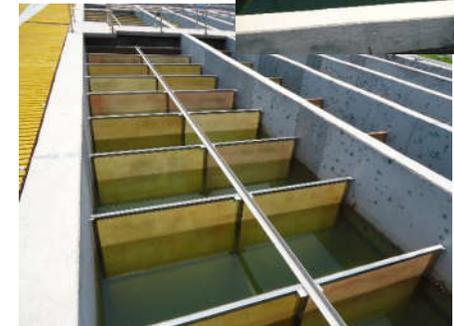
PLANTAS POTABILIZADORAS EN AREA URBANA



Planta Santa Rita, Celaya



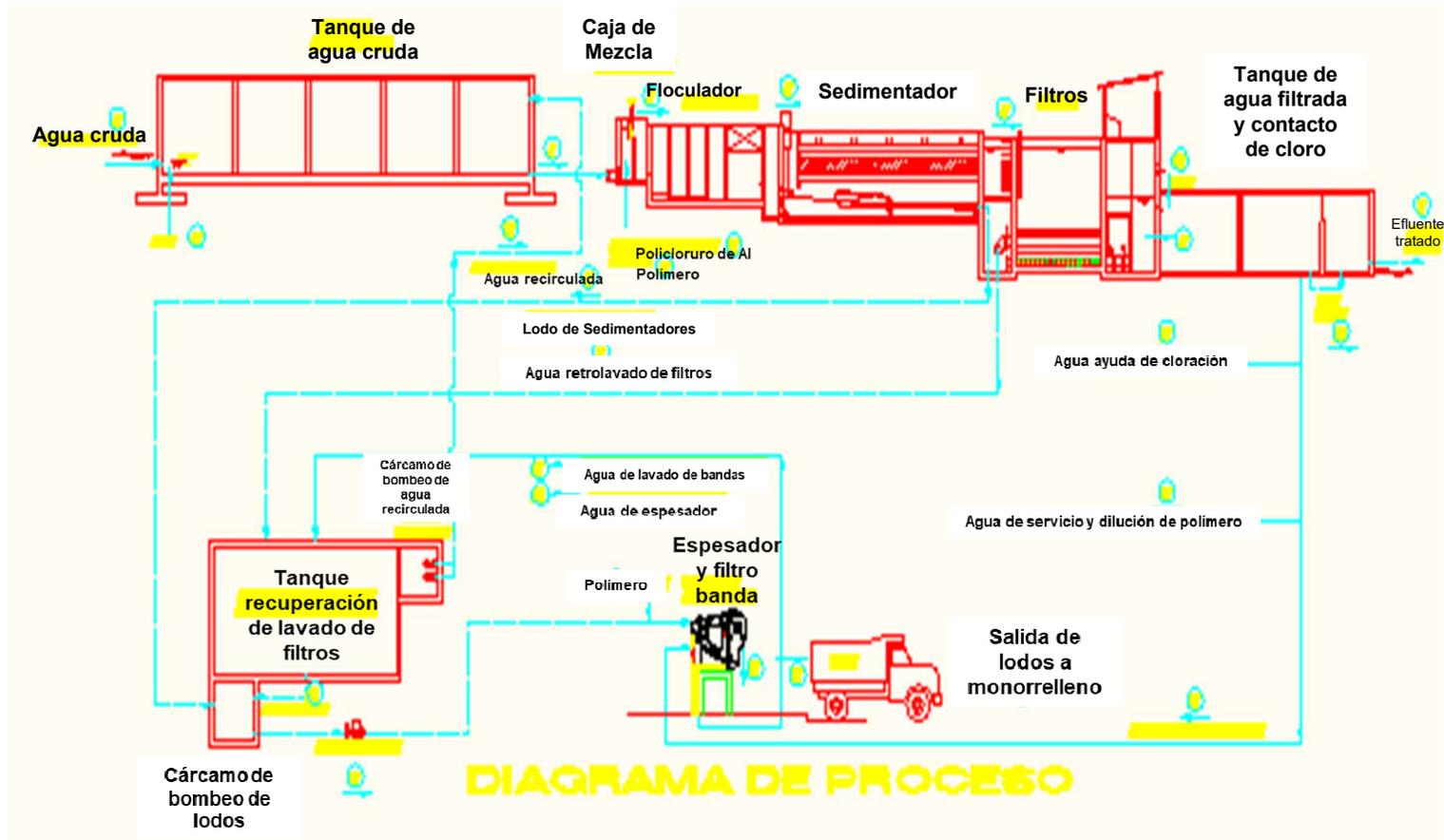
Planta Santa Elena, Jaral del Progreso



Planta Paso de Vaqueros

7 PLANTAS POTABILIZADORAS OPERANDO QUE ABASTECEN AL AREA URBANA					
MUNICIPIO	COMUNIDAD/FUENTE DE ABASTECIMIENTO	AÑO DE CONSTRUCCION	CAP. L/S	TIPO DE PROCESO	CONTAMINANTES
Celaya	Pozo la Herradura	2008	Instalada:25L/s y Operando: 22L/s	Coagulación- microfiltración- desinfección	arsénico
Celaya	Pozo Santa Rita	2009	instalada:30L/s; Operando: 20L/s	Coagulación- ultrafiltración-	arsénico
Guanajuato	Presa de Mata	2008	Capacidad instalada: 42L/s, operan a : 22L/s	floculación-filtración con zeolitas- desinfección	fecales, manganeso fierro, turbidez, color
Guanajuato	Presa la Esperanza y la Soledad	se desconoce	150 L/s	coagulación- floculación- sedimentación-filtración-	Coliformes totales, fecales, fierro, turbidez, color
San Luis de la Paz	Presa Paso de Vaqueros	2010-2013	250	coagulación- floculación- sedimentación-filtración- desinfección	Turbidez, color, aluminio, fierro, manganeso, coiformes totales y fecales
León	Planta Potabilizadora "El Palote"	2018	300	coagulación- floculación- sedimentación-filtración- desinfección	Coliformes totales, fecales, fierro, turbidez, color
Jaral del Progreso	Pozo Santa Elena	2018	30 L/s	Oxidación- adsorción con zeolita clinoptilolita- desinfección	Manganeso

PLANTA POTABILIZADORA PASO DE VAQUEROS



TANQUE DE AGUA CRUDA



Proceso: oxidación de fierro, manganeso y evitar formación de algas.

Reactivo a emplear: gas cloro

Equipamiento: Mezclador

Caudal de diseño: 250 l/s

No. Tanques = 2

Tiempo de retención: 4 horas

Volumen de cada tanque: 1800 m³

Tuberías de entrada: tubería proveniente de planta de bombeo y tubería proveniente del TRALF

CAJA DE MEZCLA



Proceso: coagulación

Reactivos: policloruro de aluminio y
polímero aniónico

Equipamiento: vertedor

Trenes de proceso: 2

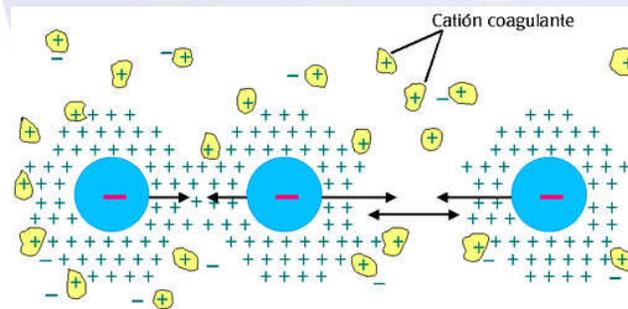
Caudal máximo por tren: 156 l/s

Tiempo de retención: 0.56 s

Gradiente: 2069

Gt: 1168.1

El proceso de coagulación, consiste en aplicar productos químicos (coagulantes) para desestabilizar las suspensiones coloidales de partículas solidas para originar el proceso de floculación, las cuales se aglomeran formando partículas de mayor tamaño y peso (floculó), que pueden ser removidas.



FLOCULACION

Proceso: floculación

Equipamiento: Mamparas verticales

Trenes de proceso: 2

Caudal Máximo a tratar= 156 l/s

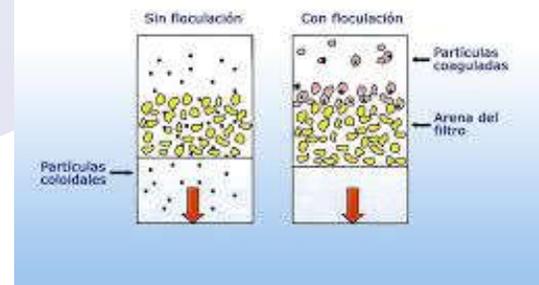
Tiempo de retención: 13.47 min a caudal máx

Gradiente por cámara a caudal máx: 76.76 s^{-1} , 42.52 s^{-1} , 27.01 s^{-1}

Tuberías de entrada: tubería proveniente de planta de bombeo y tubería proveniente del TRALF



PRINCIPIO DE FLOCULACIÓN



SEDIMENTACION



Proceso: sedimentación

Equipamiento: claritrac, módulos de alta sedimentación, canales

Trenes de proceso: 2

Caudal máximo por tren: 132.5 l/s

Tasa de sedimentación: 102.55 m³/m²/dia

Tiempo de retención: 1.10 hr

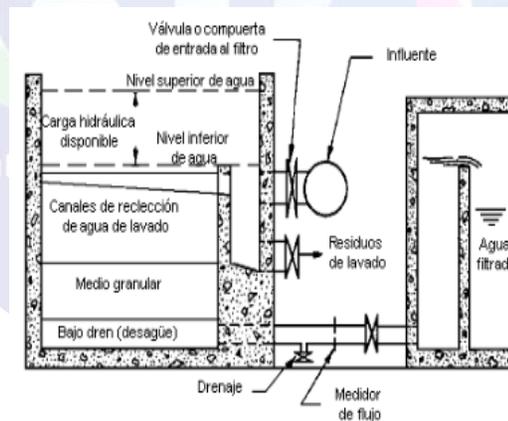


FILTRACION

La calidad del agua afluyente que admite un filtro depende de factores como: composición del manto filtrante, tasa de filtración y estado de conservación.

En plantas convencionales, se recomienda ingresar agua los filtros, con turbiedad por debajo de 2 NTU, y color menor que 5 Unid. Pt-Co (color verdadero).

El objetivo debe ser obtener agua filtrada con turbiedad inferior a 1 NTU



Proceso: Filtración

Equipamiento: bombas de retrolavado

No. de filtros: 6

Area por filtro: 17.47 m²

Caudal máximo por filtro: 43.4 l/s

Medio filtrante: arena-antracita

Tasa de filtración: 205 m³/m²/dia

Caudal de retrolavado: 214 l/s

Tiempo de retrolavado: 10 min

CLORACION



Proceso: Desinfección

Reactivo: gas cloro

Dosificación recomendada: 3.0 ppm

Características: Se encuentra dividido por un muro divisorio para tener agua suficiente y con la carga adecuada para los retrolavados de los filtros, regulándose por medio de compuertas.

Vol. del tanque principal: 447 m³

Vol del tanque adjunto: 710 m³

Tiempo de retención: 30 min

Desinfectar el agua destinada al consumo humano consiste en **INACTIVAR** o destruir los microorganismos patógenos que pueden ser causa de enfermedades de transmisión hídrica

TANQUE DE RECUP. DE AGUA DE LAVADO DE FILTROS (TRALF)



Tanque de recuperación de agua

De lavado de filtro

Entradas al tanque: agua de lavado de filtros, agua retirada del espesador, agua retirada en filtro banda y lavado de bandas.

Volumen útil del tanque:

Frec. De lavado de filtro: 1 cada 4 horas

Volumen de un lavado de filtro: 128.1 m³

Volumen total de retrolavados de los 6 filtros: 768.8 m³/día

Agua del espesador: 70.22 m³/día

Agua retirada en filtro banda: 66.07 m³/día

Tiempo para descargar agua de espesador y filtro banda: 5.5 hr

Salidas del tanque: Agua a recirculación a tanque de agua cruda

ESPEADOR Y DESHIDRATADOR DE LODOS



Espesador y deshidratador de lodos

Entrada al equipo: lodos del cárcamo de lodos

Cantidad de lodos: 77.51 m³/día

Concentración de sólidos: 0.50%

Volumen de lodos al espesador y deshidratador: 77.51 m³/día

Agua retirada del espesado: 70.22 m³/día

Agua retirada del deshidratado: 6.67 m³/día

Lodos generados: 1.56 m³/día

Conc. De sólidos en lodos: 18%

Agua de lavado de bandas: 59.4 m³/día

CALIDAD DEL AGUA ANTES Y DESPUES DEL PROCESO POTABILIZACION PLANTA PASO DE VAQUEROS



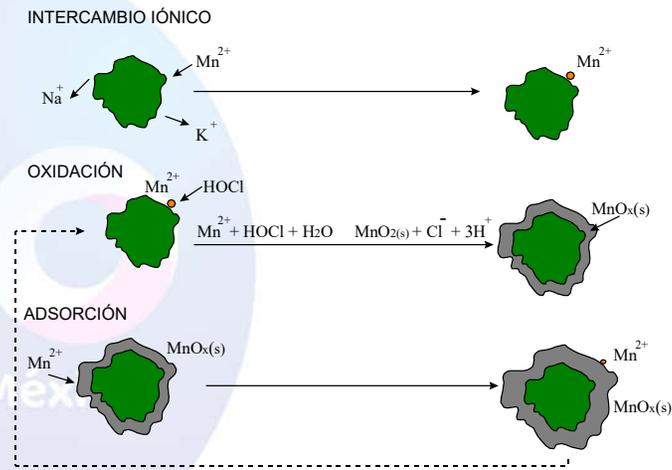
Parámetro	Influyente planta potabilizadora	Efluyente planta potabilizadora	Límites máximos permisibles de acuerdo a la modificación a la NOM-127-SSA1-1994
Cloro residual (mg/l)		0.5	0.5-1.5 mg/l
pH	8.29	7.89	6.5 a 8.5
Dureza	58.1	54.1	500 mg/l
Color verdadero (Unidades Escala Pt-Co)	50	0	20 (Unidades escala Pt-Co)
Turbiedad (NTU)	9.12	0.76	5 NTU
Sólidos disueltos totales	134	84	1000 mg/l
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	2	0	No esta normado
Fierro (mg/l)	1.63	0.06	0.3 mg/l
Coliformes totales	2	0	Ausencia
Coliformes fecales	2	0	Ausencia

Resultados de calidad del agua (27 febrero 2018)

PRINCIPIO DE OPERACIÓN: ADSORCION EN ZEOLITA RECUBIERTA DE MANGANESO

La técnica consiste en la combinación de tres procesos que se llevan a cabo en un simple sistema de filtración:

- 1) intercambio iónico como fase inicial, donde el manganeso disuelto se fija en la superficie de la zeolita,
- 2) la posterior oxidación del manganeso sobre la superficie del medio, la cual permite la formación de una película de óxidos ($MnOx(s)$) sobre el grano del material y
- 3) la remoción del manganeso disuelto en el agua, por adsorción sobre la película de óxidos formada sobre el grano del material.



Etapas del proceso de formación de la capa de óxidos de manganeso

PLANTA POTABILIZADORA POZO SANTA ELENA, JARAL DEL PROGRESO



Pozo Santa Elena
Caudal: 25L/s
Conc. Cloro inicial: 3.0 ppm
Conc. Cloro final: 0.5 a 1.5 ppm
Conc. inicial Mn: 0.9 ppm
Conc. Final Mn: 0.034 ppm

Unidades de proceso

- Cloración
- Adsorción en zeolita clinoptilolita activada
- Sedimentador
- Filtro prensa
- Cárcamo de lodos
- Cárcamo de agua tratada



CALIDAD DEL AGUA ANTES Y DESPUES DEL PROCESO PLANTA POTABILIZADORA SANTA ELENA, JARAL DEL PROGRESO



Parámetro	Pozo No. 2 Santa Elena, después de filtro malla y después de cloración	Muestra a la salida de los filtros de zeolitas	Muestra después de los filtros de zeolita y después del tanque de almacenamiento. Fue tomada en la tubo de conducción que sale de la planta	Límites máximos permisibles de acuerdo a la modificación a la NOM-127-SSA1-1994
Cloro residual (mg/l)	1.66	0.59	0.48	0.5-1.5 mg/l
Color verdadero (Unidades Escala Pt- Co) Lab. CEAG	10	0	0	20 (Unidades escala Pt-Co)
Turbiedad (NTU) Lab. CEAG	1.08	1.5	1.16	5 NTU
SST (mg/l)	7.0	7.0	5.0	No esta normado
Fierro (mg/l)	0.208	0.179	0.134	0.3 mg/l
Manganeso (mg/l)	0.69	0.095	0.089	0.15 mg/l

Resultados de calidad del agua recién estabilizado el proceso (12 marzo 2019)



GTO
GRACIAS
Grandeza de México

Ing. Mónica del Carmen Chowell Diosdado
Jefe del Departamento de Potabilización