



DATOS DE PROYECTO

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
Población estimada (2015)	20,839	hab.
Población de proyecto (2025)	40,225	hab.
Dotación	320.00	l/hab/día
Aportación	240.00	l/hab/día
Coefficiente de aportación	0.75%	
Coefficiente de Harmon	2.3757	
Gasto mínimo	56.00	l/s
Gasto medio	112.00	l/s
Gasto máximo instantáneo	264.00	l/s
Sistema	Separado de A. R.	
Eliminación	Gravedad	
Carga Orgánica	54.00	gr/hab/día
Carga Orgánica Total	2172.00	l/s
Concentración	225.00	mg/l
Rehusó	Riego	
Proceso	Filtros Rocadores	

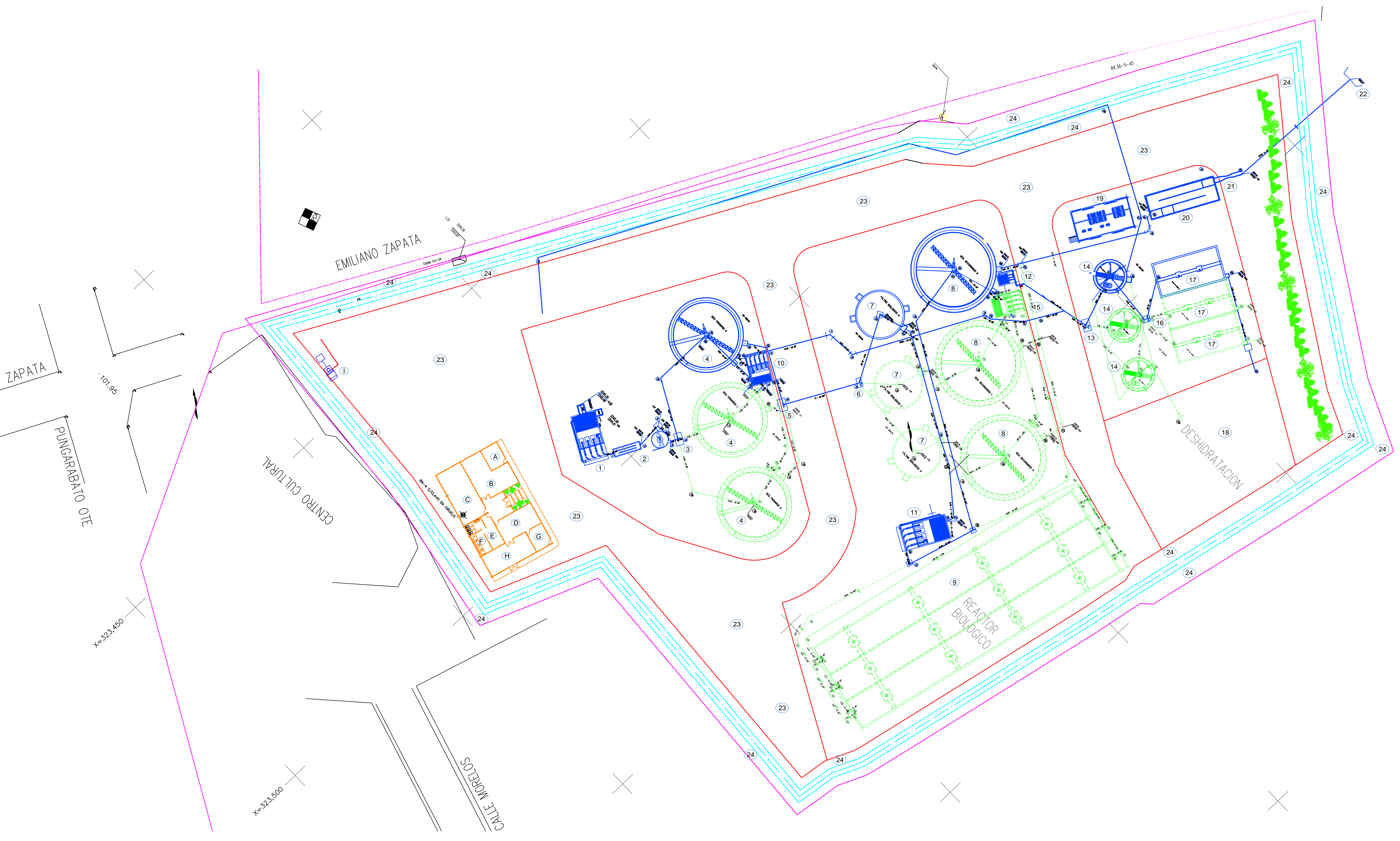
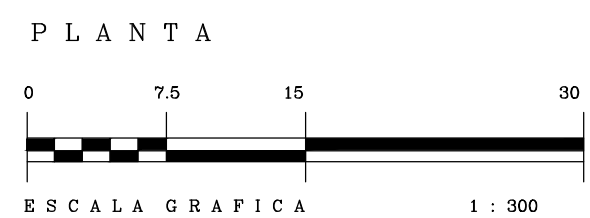
SIMBOLOGIA

-  PRIMER ETAPA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ALTAMIRANO
-  SEGUNDA ETAPA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ALTAMIRANO

- 1 CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
- 2 PRETRATAMIENTO
- 3 CAJA DISTRIBUIDORA CON VÁLVULAS
- 4 SEDIMENTADOR PRIMARIO
- 5 CAJA DISTRIBUIDORA CON VÁLVULAS
- 6 CAJA DISTRIBUIDORA CON VÁLVULAS
- 7 FILTRO ROCADOR
- 8 SEDIMENTADOR SECUNDARIO
- 9 REACTOR BIOLÓGICO
- 10 CARCAMO DE LODOS PRIMARIOS
- 11 CARCAMO DE RECIRCULACION 1
- 12 CARCAMO DE LODOS SECUNDARIOS
- 13 CAJA DISTRIBUIDORA CON VÁLVULAS
- 14 ESPESADOR DE LODOS
- 15 CARCAMO DE RECIRCULACION 2
- 16 CAJA DISTRIBUIDORA CON VÁLVULAS
- 17 DIGESTOR DE LODOS
- 18 DESHIDRATACION DE LODOS
- 19 CASETA DE CLORACION
- 20 TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
- 21 MEDIDOR PARSHALL
- 22 OBRA DE VERTIDO
- 23 BORDO PERIMETRAL
- 24 VIALIDADES
- EDIFICIO DE OPERACIONES
- A CASETA DE VIGILANCIA
- B OFICINAS
- C LABORATORIO
- D TALLERES
- E VESTIDORES
- F DUCHAS
- G CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (C.C.M.)
- H ALMACENAMIENTO
- I SUBESTACION ELECTRICA

NOTAS

NO SE INDICA LA ENTRADA A LA VIALIDAD
NO SE INDICA LA PLANTA DE EMERGENCIA



LOCALIZACIÓN



DATOS DE PROYECTO

CONCEPTO	PLANTA PROYECTO
POBLACION ACTUAL ESTIMADA 2005	20,839.00 hab.
POBLACION DE PROYECTO 2025	40,225.00 hab.
DOTACION	320.00 lts/hab/dia
APORTACION 75% DE LA DOTACION	240.00 lts/hab/dia
GASTO MINIMO	56.00 l.p.s.
GASTO MEDIO	112.00 l.p.s.
GASTO MAXIMO INSTANTANEO	284.00 l.p.s.
GASTO MAXIMO EXTRAORDINARIO	396.00 l.p.s.
COEFICIENTE DE HARMON	2.3537
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	1.50
SISTEMA	SEPARADO DE AGUAS RESIDUALES
SISTEMA DE ELIMINACION	BOMBEO Y GRAVEDAD
SITO DEL VERTIDO	RIO LA CUTZAMALA
DBO INFLUENTE	300.00 mg/l
DBO EFLUENTE	30.00 mg/l
CARGA BIOLÓGICA POR HABITANTE	54.00 gr/hab/dia
CARGA BIOLÓGICA TOTAL	2,172.15 Kg/dia
CONCENTRACION	225.00 mg/l
EFICIENCIA	90.00 %
PRETRATAMIENTO	DESASTE DESARENACION (EQUIPO MECANICO) CÁRCAMO DE BOMBEO.
TRATAMIENTO	SEDIMENTADORES PRIMARIOS, FILTROS ROCIADORES, SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, ESPESADORES DE LODOS, DIGESTORES DE LODOS, CÁRCAMO DE LODOS Y LECHOS DE SECADO, DESINFECCION CON GAS CLORO, TANQUE DE CONTACTO DE CLORO, MEDIDOR PARSHALL, CÁRCAMO DE AGUA TRATADA, VERTIDO DEL EFLUENTE AL RIO LA CUTZAMALA.
REHUSO	RIEGO Y SERVICIOS

SIMBOLOGIA

Primera Etapa	Gaviones de protección
Segunda Etapa	Construcción en Primera Etapa
Tercera Etapa	Construcción en Segunda Etapa
Línea de Agua	Vegetación
Línea de Lodos	Cauce del río

ESTRUCTURAS DE PROCESO

- 1 PRETRATAMIENTO
 - 2 CÁRCAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
 - 3 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 4 SEDIMENTADOR PRIMARIO
 - 5 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 6 FILTRO ROCIADOR
 - 7 CÁRCAMO DE RECIRCULACION
 - 8 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 9 SEDIMENTADOR SECUNDARIO
 - 10 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 11 TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
 - 12 CÁRCAMO DE LODOS
 - 13 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 14 ESPESADOR DE LODOS
 - 15 DIGESTOR DE LODOS
 - 16 CÁRCAMO DE LODOS DIGERIDOS
 - 17 LECHOS DE SECADO
 - 18 CASITA DE CLORACION
 - 19 MEDIDOR PARSHALL
 - 20 OBRA DE VERTIDO
 - 21 BORDO PERIMETRAL
 - 22 VIALIDADES
 - 23 GAVIONES DE PROTECCION
 - 24 CÁRCAMO DE AGUA TRATADA
- EDIFICIO DE OPERACIONES
- A CASITA DE VIGILANCIA
 - B OFICINAS
 - C LABORATORIO
 - D OFICINAS
 - E SANITARIOS
 - F DUCHAS
 - G CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (C.C.M.)
 - H PLANTA DE EMERGENCIA Y TALLER MECANICO
 - I SUBESTACION ELECTRICA

NOTAS

ESCALA 1 : 300

COMISION DE AGUAS POTABLES
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

C.P. CARLOS ZEFERINO TORREBLANCA GALINDO
C. GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO
ING. RODOLFO GUILLERMO TERAN FLORES
C. DIRECTOR GENERAL

CONSTRUCCION DE UN MODULO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE CUERPO NARANJO, MUNICIPIO DE PUNGARABATO, ESTADO DE GUERRERO
ARRREGLO DE CONJUNTO

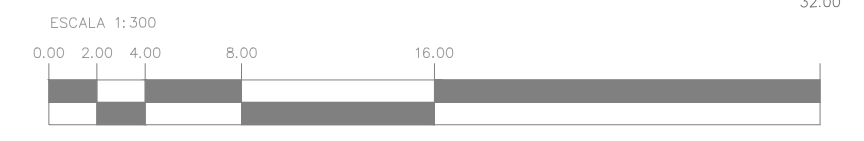
AR-1

4th FEBRUARY 2011



EMPRESA CONSULTORA	
ING. GUILLELMO GARCIA MADRIZ	ING. DIANA VILLEGAS PENA
ING. ARTURO CUEVA SALDANA	MAYRA VILLALBAZ JIMENEZ

V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería, S.A. de C.V.
SEGUN CONTRATO 410001-05-06





Universidad Autónoma del Estado de México.

UAEM

**SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD
ALTAMIRANO, GUERRERO.**

TOLUCA, MEXICO

ABRIL 2013

Índice.

Capítulos	Página
Tema de la memoria.....	1
Índice.....	2
I.- Generalidades.....	3
I.1. Introducción.....	3
I.2. Problemática.....	3 – 4
1.2.1 Objetivo.....	4 – 5
1.2.2 Propósito.....	5
1.2.3 Alcance.....	5 – 6
1.2.4 Plan de trabajo.....	6
I.3. Localización Geográfica de Ciudad Altamirano.....	7
I.4. Hidrografía.....	7
I.5. Clima.....	7
I.6. Localización física de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano.....	7 – 8
II.- Comparativa del proyecto ejecutivo de la PTAR Ciudad Altamirano proporcionado por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero y modificaciones al proyecto ejecutivo de la PTAR Ciudad Altamirano realizado por la Empresa VH Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V. representada por Martin Villalobos Jandete.....	9 – 15
III.- Desarrollo constructivo de las Estructuras de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano, a fin de transmitir las experiencias a estudiantes, maestros y egresados de la Facultad de Ingeniería de la UAEM que se interesen en el tema de proyectos, construcción y operación de plantas.....	16 – 31
IV.- Problemas focalizados y solucionados en el proceso constructivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano.....	31 – 32
V.- Evaluación de las soluciones al proyecto ejecutivo y construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano. Conclusiones y recomendaciones: Procesos biológicos convencionales para tratamiento de aguas residuales.....	32 – 43
Reporte fotográfico.....	44 - 80
Anexos.....	81
Bibliografía.....	82

I.- GENERALIDADES

I.1.- INTRODUCCIÓN.

El crecimiento de la población que se ha observado en las últimas décadas en las zonas urbanas, suburbanas y rurales de la ciudades a creado el incremento de los servicios, entre ellos el suministro de agua y su posterior saneamiento por la necesidad de satisfacer la cobertura y calidad de sus principales bienes, provocando en consecuencia problemas de contaminación del agua ocasionados por la utilización de esta en las actividades cotidianas de sus habitantes que pueden ser domésticas, comerciales e industriales y en consecuencia trae la contaminación de las aguas de los cuerpos receptores que pueden ser ríos, arroyos, lagunas, esteros entre otros. Teniendo como obligación el tratamiento de las aguas residuales a través de procesos que garanticen su calidad y que cumplan con los parámetros que exige la normatividad vigente.

Este crecimiento de las zonas urbanas, suburbanas y rurales, en la mayoría de las veces anárquico y desordenado, especialmente hacia zonas con difícil acceso para llevar los servicios básicos, sin una planeación adecuada y diversos factores de carácter sociopolítico y económico, han detenido durante años la clarificación de las aguas residuales.

Con el fin de contribuir a realizar de manera eficiente las labores de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de saneamiento, es necesario contar con un proyecto ejecutivo integral, la construcción del sistema con información actualizada para la operación y mantenimiento.

El programa de modernización de los sistemas de saneamiento se orienta a cubrir los rezagos existentes, las demandas inmediatas y futuras del crecimiento de la población y promover el cuidado del medio ambiente. Estas acciones permitirán mitigar la problemática a corto, mediano y largo plazo, con respecto a la deficiencia en la cobertura del servicio de saneamiento de Ciudad Altamirano, perteneciente al municipio de Pungarabato, cuya operación y mantenimiento está a cargo del Organismo Operador del municipio de Pungarabato, Estado de Guerrero. Ver figura I.1.

I.2.- PROBLEMÁTICA.

La prioridad fundamental en cualquier desarrollo urbano, suburbano y rural es el abastecimiento de agua potable, pero una vez satisfecha esa necesidad se presenta el problema del desalojo de las aguas residuales y su tratamiento. Por lo tanto se requiere la construcción de un sistema de saneamiento para eliminar la

contaminación de las aguas residuales producto las actividades cotidianas de los habitantes de la zona urbana, suburbana y rural de Ciudad Altamirano.

Ciudad Altamirano, municipio de Pungarabato, tenía problemas de contaminación por sus aguas de desecho, pero a su vez tiene el compromiso de cumplir con la ley a fin no ser sancionado a nivel federal por esta omisión, por lo tanto requirió programar y realizar un proyecto integral de saneamiento y su construcción para coadyuvar a la clarificación de las aguas residuales de tal manera que disminuya la polución del medio ambiente y el potencial de impacto de enfermedades como el cólera y la fiebre tifoidea a la población.

Es por ello que las autoridades Federales, Estatales y Municipales representadas respectivamente por la dependencias CONAGUA, CAPASEG y el municipio de Pungarabato en el Estado de Guerrero, se propusieron realizar el Proyecto ejecutivo de saneamiento y su construcción conformado por tres módulos para tratar un gasto medio de 120.00 lps, que en consecuencia concluyó en la construcción mediata e inmediata de dos módulos para tratar un gasto medio de 80.00 lps y programar un módulo de construcción futura para tratar un gasto medio de 40.00 lps, alcanzando un gran total de gasto medio de 120.00 lps al término del período de diseño; con la finalidad de descargar las aguas tratadas al cauce del río Cutzamala, sin embargo se pueden aprovechar para el riego de áreas verdes en parques y jardines de la Ciudad y también utilizarla para riego de cultivos de ciertas características que satisfagan las normas, antes de que se incorporen a la cuenca del río Balsas; sin embargo las necesidades de tratamiento son mayúsculas por tantas localidades asentadas a lo largo de la rivera del río Cutzamala que requieren de proyectos ejecutivos integrales y la construcción de plantas de tratamiento, a fin de evitar seguir contaminando los cuerpos de agua o recuperar las aguas ya tratadas para ser aprovechadas en la agricultura, la pesca, el turismo y el abastecimiento de agua de las comunidades riverañías, entre otras actividades de carácter secundario que puedan fortalecer y sanear el medio ambiente de la cuenca del río Cutzamala y del río Balsas.

I.2.1.- Objetivo

La Empresa V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V. representada por Martín Villalobos Jandete, concursó la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano, Estado de Guerrero y le fue adjudicada la obra por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero: CAPASEG. Posteriormente a la adjudicación, le fué entregado a la empresa V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V. el proyecto ejecutivo elaborado por la empresa consultora Ingeniería Integral MAV. S.C. para inicio de obra, consistente en el proceso biológico de filtros rociadores, detectando deficiencias sustanciales en el proyecto que fueron informadas a la supervisión

de obra y a su vez transmitidas a la dependencia contratante para recibir las instrucciones correspondientes. A petición de la dependencia contratante, se solicitó a la Empresa V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V. la modificación del proyecto ejecutivo integral consistente en el proceso biológico de filtros rociadores.

El objetivo primordial fue el de contar con un documento básico que contenga memoria descriptiva, memorias de cálculo, planos ejecutivos del proceso, catálogo de conceptos, presupuestos de obra, programa de obra, especificaciones, estudio de impacto ambiental y así dar inicio a la obra en primera etapa y posteriormente la segunda etapa a fin de clarificar las aguas residuales que se generan en Ciudad Altamirano.

I.2.2.- Propósito

Facilitar la construcción, operación y puesta en marcha de la PTAR, para que el proceso planteado de clarificación arrojará la calidad del agua tratada requerida por los parámetros indicados en las normas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997.

I.2.3.- Alcance

El diseño de la PTAR; una vez verificados los estudios de campo, topografía, mecánica de suelos, caracterización y aforo del agua residual e información de climatología, se procedió al cálculo funcional, hidráulico y electromecánico de las siguientes estructuras de proceso de la fase líquida: pretratamiento, cárcamo de aguas crudas, cajas distribuidoras, sedimentador primario, filtro rociador, cárcamo de recirculación, sedimentador secundario, cálculo del sistema de desinfección, tanque de contacto de cloro, medidor parshall, cárcamo de agua tratadas y estructuras de vertido, fase sólida: cárcamo de lodos primarios, caja distribuidora, espesador de lodos, digestor de lodos, cárcamo de lodos digeridos y lechos de secado, cálculo funcional: de puente vehicular, interconexiones, drenaje pluvial, drenaje sanitario, vialidades, guarniciones, banquetas, bordo perimetral, gaviones, sembrado de edificio de operación, caseta de cloración y jardinería, cálculo eléctrico: del diagrama unifilar, línea de media tensión, subestación eléctrica, sistema de fuerza, alumbrado interior y exterior, centro de control de motores, sistema de control y planta de emergencia; cálculo estructural: de pretratamiento, cárcamo de aguas crudas y de recirculación, cajas distribuidoras, sedimentador primario, filtro rociador, sedimentador secundario, tanque de contacto de cloro, medidor parshall, cárcamo de agua tratada y estructura de vertido, fase sólida: cárcamo de lodos primarios y digeridos, espesador de lodos, digestor de lodos y lechos de secado, equipamiento mecánico: rejillas gruesas y finas charolas de acero inoxidable, compuertas de cuchilla, miller y empaque de pvc para biofiltro, equipamiento electromecánico: de cárcamos de bombeo de aguas crudas, recirculación, lodos primarios, lodos digeridos y

de agua tratada, sedimentador primario y secundario, filtro rociador, caseta de cloración, espesador de lodos y digestor de lodos. El diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales consistió en tres módulos para tratar un gasto medio de 40.00 l.p.s. por tren de tratamiento, dos módulos de construcción inmediata y mediata hasta cubrir un gasto medio de 80.00 l.p.s. y un módulo para un gasto medio de 40.00 l.p.s. de construcción futura, haciendo un gran total al término del período de diseño de gasto medio tratado de 120.00 l.p.s.

Paralelamente a la modificación y aprobación por parte de la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero, del proyecto ejecutivo integral de la PTAR de Ciudad Altamirano, se fueron realizando obras que no tuvieran impacto en el proceso de filtros rociadores, de las cuales se mencionan, limpieza general del área de trabajo, construcción del edificio de operación y la construcción del puente vehicular de dos carriles sobre el arroyo sin nombre para acceso a la planta de tratamiento en época de lluvias; continuando con la construcción de las estructuras de un módulo para gasto medio de 40.00 l.p.s. con su respectivo equipamiento de cárcamos, de unidades de proceso y laboratorio para análisis de las aguas residuales y tratadas, así como las pruebas en seco para iniciar la operación y puesta en marcha durante 60 días caracterizando durante 24 horas del día el efluente del agua tratada a fin de certificar los parámetros que exigen las normas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997, cuyo cometido final fue satisfactorio, en el caso de los lodos deshidratados se depositaron en áreas de terrenos de cultivo.

I.2.4.- Plan de trabajo

El plan de trabajo para la elaboración de la presente memoria realizado por Martin Villalobos Jandete para la evaluación y modificación del proyecto integral, construcción y puesta en marcha de la PTAR, de Ciudad Altamirano, Guerrero contempla la descripción de cinco capítulos que se desarrollaron en lapso de tiempo de 12 semanas, según se observa en la tabla I.1.

TABLA I.1 PLAN DE TRABAJO

CAPITULO	CONCEPTO	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
I	Generalidades.												
II	Comparativa del Proyecto ejecutivo de la PTAR, de la CAPASEG, modificaciones al proyecto ejecutivo de la PTAR Ciudad Altamirano realizado por Empresa VH Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V.												
III	Descripción del desarrollo constructivo de las Estructuras y equipamiento de la PTAR de Ciudad Altamirano, Guerrero.												
IV	Problemas detectados y solucionados en el proceso constructivo de la PTAR de Ciudad Altamirano, Guerrero.												
V	Soluciones al proyecto ejecutivo, construcción y puesta en marcha de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano, Guerrero. Conclusiones y recomendaciones.												

I.3.- LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

Ciudad Altamirano, municipio de Pungarabato se ubica a 250.00 m sobre el nivel medio del mar, al noroeste de la Ciudad de Chilpancingo. Colinda al norte con el estado de Michoacán y el municipio de Cutzamala de Pinzón; al sur con los municipios de Tlapehuala, Ajuchitlán del Progreso y Coyuca de Catalán; al oeste con el municipio de Coyuca de catalán y al este con el municipio de Tlalchapa.

I.4.- Hidrografía.

Cuenta con los recursos hidrológicos del río Balsas y del río Cutzamala, el arroyo el Chacamero que es afluente del río Cutzamala con caudal permanente durante todo el año; además con los arroyos: la Carrera, las Pinzas, los Muertos y el Huirunche con caudales intermitentes.

I.5.- Clima.

Presenta un tipo de clima cálido-subhúmedo en el mes de diciembre con una temperatura de 25°C como mínima y 36°C como máxima; sin embargo para el mes de abril y mayo registra altas temperaturas que van desde 36°C en la mínima y 45°C como máxima.

Las lluvias abarcan un período generalmente del mes de junio hasta septiembre, alcanzando una precipitación media anual de 1,100 milímetros. La dirección de los vientos se presenta en el verano de norte a sur, siendo estos los que predominan durante todo el año.

Los valores de intensidad de lluvias, evaporación, temperaturas mínimas y máximas así como la dirección de los vientos impactan directamente en el diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano por lo tanto se deberán tomar en cuenta dichos valores.

I.6. Localización física de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano.

El terreno donde se construyó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales fue adquirido por el H. Ayuntamiento de Pungarabato, se encuentra ubicado al sureste de Ciudad Altamirano, a un costado de la margen izquierda del río Cutzamala con una extensión de 2.30 hectáreas, aprovechable para el sembrado de los tres módulos de tratamiento, en virtud que presenta una topografía plana con pendientes suaves que se desenvuelven de poniente a oriente, por lo tanto se aprovechó el desnivel para la construcción de las unidades o estructuras de proceso para que trabajen por gravedad en su mayoría.

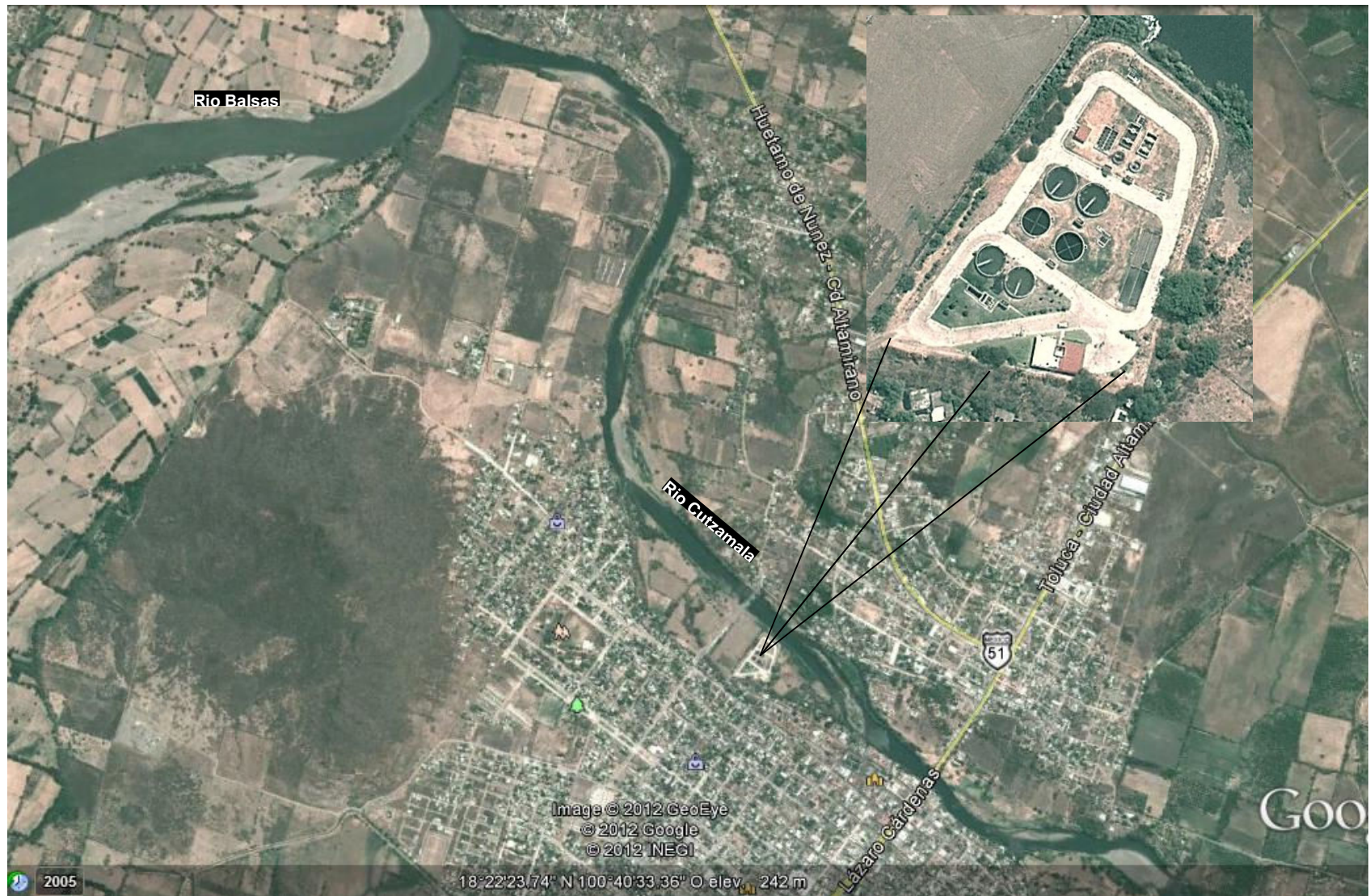


Figura I.1.- Localización y ubicación general de la construcción de planta de tratamiento de Aguas residuales de Ciudad Altamirano, Municipio de Pungarabato, Estado de Guerrero.

II.- Comparativa del proyecto ejecutivo de la PTAR Ciudad Altamirano proporcionado por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero y modificaciones al proyecto ejecutivo de la PTAR Ciudad Altamirano realizado por la Empresa VH Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V. representada por Martin Villalobos Jandete.

II.1.- INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta dos escenarios de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano, que tiene como finalidad mejorar y enriquecer el proceso, sumando o modificando las estructuras de tal manera que se cumpla con la norma para descarga de aguas tratadas y tenga la versatilidad de aprovecharse en riego de parques y jardines, limpieza de calles y avenidas, riego para cultivo restringido y fundamentalmente evitar la contaminación de los cuerpos receptores y en consecuencia prevenir enfermedades entre otras, cólera y fiebre tifoidea.

TABLA II.1 ANÁLISIS COMPARATIVO SOBRE DOS CONDICIONES DE DISEÑO Y EL DE SUS INTERCONEXIONES PARA EL PROCESO DE FILTROS ROCIADORES

EMPRESA INGENIERÍA INTEGRAL MAV S.C	EMPRESA VH CONSTRUCCIONES Y ASESORÍA DE INGENIERÍA S.A. DE C.V.
PRETRATAMIENTO: Cárcamo de bombeo Rejilla y desarenación Caja distribuidora con operación de válvulas de compuerta	PUNTE VEHICULAR DE ENTRADA PRETRATAMIENTO: Canales de desbaste Desarenador vertical Cárcamo de bombeo Caja distribuidora con vertedores
TRATAMIENTO: <u>FASE LÍQUIDA</u> Sedimentador primario Caja distribuidora con operación de válvulas de compuerta Filtro rociador Cárcamo de recirculación Caja distribuidora con operación de válvulas de compuerta Sedimentador secundario Reactor biológico	TRATAMIENTO: <u>FASE LÍQUIDA</u> Sedimentador primario Caja distribuidora con vertedores Filtro rociador Cárcamo de recirculación Caja distribuidora con vertedores Sedimentador secundario Caja distribuidora con vertedores
<u>FASE SÓLIDA</u> Cárcamo de lodos primarios Cárcamo de lodos secundarios Cárcamo de recirculación 1 Cárcamo de recirculación 2 Caja distribuidora con operación de válvulas de compuerta Espesadores de lodos Caja distribuidora con operación de válvulas de compuerta Digestor de lodos Deshidratación de lodos: lechos de secado	<u>FASE SÓLIDA</u> Cárcamo de lodos Caja distribuidora con vertedores Espesador de lodos Caja distribuidora con vertedores Digestor de lodos Cárcamo de lodos digeridos Deshidratación de lodos: lechos de secado

DESINFECCIÓN Caseta de cloración → Tanque de contacto de cloro → Medidor parshall →	DESINFECCIÓN Caseta de cloración Tanque de contacto de cloro Medidor parshall
OBRA DE VERTIDO Bordo Perimetral → Vialidades →	CÁRCAMO DE AGUA TRATADA OBRA DE VERTIDO Bordo perimetral Vialidades GAVIONES DE PROTECCIÓN
EDIFICIOS DE OPERACIÓN: Caseta de vigilancia → Oficinas → Laboratorio → Talleres → Vestidores → Duchas → Centro de control de motores → Almacenamiento Subestación eléctrica →	EDIFICIOS DE OPERACIÓN: Caseta de vigilancia Oficinas Laboratorio Talleres Vestidores Duchas Centro de control de motores Planta de emergencia Subestación eléctrica

II.2.- PROYECTO EJECUTIVO DE LA PTAR ELABORADO POR LA EMPRESA INGENIERÍA INTEGRAL MAV. S.C

II.2.1.- PRETRATAMIENTO

Este proceso presenta un arreglo grave por estar fuera de norma, en virtud que sus unidades están diseñadas de un modo irregular, observándose que el cárcamo de bombeo está ubicado al inicio del pretratamiento, por lo que el diseño normativo será el siguiente: rejillas, desarenador y cárcamo de bombeo de aguas crudas. El arreglo diseñado por la empresa Ingeniería Integral MAV S.C. provocaría que los equipos de bombeo se dañen al bombear el agua cruda y la materia inorgánica conformada por arenas, gravas, entre otros sólidos y se presente el efecto de abrasión en los impulsores de los equipos.

II.2.2.- TRATAMIENTO

Las aguas residuales son conducidas por medio de tuberías a presión hacia una caja distribuidora operada por medio de tres válvulas de compuerta con derivación hacia los tres sedimentadores primarios; de estas unidades se conducen a los filtros rociadores con el mismo sistema mediante caja distribuidora con operación de válvulas de compuerta.

De los filtros rociadores el agua tratada se conduce al cárcamo de recirculación a través de un múltiple, interconectado al influente de los filtros al cárcamo de recirculación, del cárcamo de recirculación el agua se recircula al influente de los filtros rociadores y a su vez el influente de la mezcla a los sedimentadores secundarios.

Los lodos primarios y los lodos secundarios se extraen a través de equipos de bombeo alojados en estructuras denominadas cárcamos de bombeo 1 y 2, y por el mismo sistema de cajas distribuidoras provistas de válvulas de compuerta, se conducen a los espesadores y digestores de lodos para su posterior deshidratación en los lechos de secado.

Este sistema ocasiona no tener control de los gastos que circulan por las tuberías tanto de la fase líquida como de la fase sólida, para que el proceso opere adecuadamente se tendrán que controlar manualmente dichas válvulas. El funcionamiento correcto del sistema sería a través de cajas distribuidoras con compuertas y vertedores reguladores de gastos que trabajen con determinada carga hidráulica para operar por gravedad.

II.2.3.- DESINFECCIÓN

La desinfección está conformada por una caseta de cloración y tanque de contacto de cloro con sus respectivos equipos complementarios, por lo tanto la desinfección se efectúa por medio de tanques de gas cloro al tanque de contacto de cloro. Este proyecto presentado por la Empresa Ingeniería Integral MAV S.C cumple con la normatividad exigida por las normas para la desinfección del agua del efluente de la planta de tratamiento.

II.3.- PROYECTO EJECUTIVO DE LA PTAR ELABORADO POR LA EMPRESA VH CONSTRUCCIONES Y ASESORÍA EN INGENIERÍA S.A. DE C.V.

Esta Empresa elaboró, modificó y enriqueció el Proyecto Ejecutivo propuesto por la Empresa Ingeniería Integral MAV S.C bajo la supervisión de la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero y construyó la planta de tratamiento actualmente en servicio, realizándole modificaciones significativas al Proyecto Ejecutivo propuesto por la Empresa Ingeniería Integral MAV S.C, que se describirá a fondo posteriormente. Ver tabla II.3.2.

II.3.1. PRETRATAMIENTO

El proyecto de pretratamiento fue modificado de tal manera que los sólidos inorgánicos como: arenas, gravas, papel y material flotante queden retenidos en la estructura conformada por los canales de desarenación, las rejillas gruesas y finas; y la materia orgánica continuara su paso hasta el cárcamo de bombeo de aguas crudas y el agua residual circule hacia las siguientes estructuras para que se realice el proceso de filtros rociadores para la desinfección del agua.

Las interconexiones entre las unidades en este caso fueron las mismas que las propuestas del proyecto de Ingeniería Integral MAV S.C. pero con la salvedad de que las cajas distribuidoras provistas con válvulas no garantizaban una

distribución regular del caudal, fueron sustituidas por cajas distribuidoras con la elevación requerida para absorber las pérdidas de carga generadas dando como resultado el perfil hidráulico del proceso, ver anexo III, de tal manera que el sistema trabaje por gravedad, evitando bombeos innecesarios y en consecuencia costos de energía eléctrica no necesarios. Las cajas están provistas de vertedores con la misma longitud de cresta y con la misma altura con relación al fondo de la caja que garantiza que el gasto para los tres vertedores de cada uno de los módulos sea de la misma magnitud. Por otra parte, también disponen de válvulas de compuerta que permiten que en caso necesario se deje fuera de servicio la unidad del proceso que lo requiera, sin interrumpir la operación en los módulos restantes.

El proceso de filtros rociadores en su tren de tratamiento no contempla el reactor biológico por lo tanto fue eliminado del proyecto ejecutivo ya que el proceso satisface los parámetros indicados en las normas ecológicas NOM-001-ECOL-1996 y la NOM-003-ECOL-1997, también se eliminó un cárcamo de recirculación y un cárcamo de lodos, pero se incluyeron dos cárcamos, uno para lodos digeridos y otro para el vertido de las aguas tratadas al río Cutzamala, que durante la época de lluvias incrementa la altura de su tirante y no es posible descargar por gravedad.

II.3.2.- DESINFECCIÓN

El proceso de desinfección está conformado por una caseta de cloración y tanque de contacto de cloro como parte medular, sin embargo se complementa con equipos auxiliares, bomba de ayuda, tuberías, grúa viajera, medidores de gas cloro, entre otros. La desinfección se efectúa en el tanque de contacto de cloro que fue diseñado para atender el efluente de los tres módulos de la PTAR de Ciudad Altamirano.

TABLA II.3.2 DESCRIPCIÓN SOBRE LAS MODIFICACIONES Y JUSTIFICACIONES REALIZADAS AL PROYECTO EJECUTIVO DE LA PTAR DE CIUDAD ALTAMIRANO, PROCESO BIOLÓGICO POR MEDIO DE FILTROS ROCIADORES.

EMPRESA INGENIERÍA INTEGRAL MAV S.C	EMPRESA VH CONSTRUCCIONES Y ASESORÍA DE INGENIERÍA S.A. DE C.V.
<p>PRETRATAMIENTO: Arreglo irregular fuera de norma, cárcamo de aguas residuales, rejillas y desarenación y caja distribuidora por medio de válvulas de compuerta hacia los sedimentadores primarios.</p>	<p>PRETRATAMIENTO: Rejillas, desarenación y cárcamo de bombeo con caja distribuidora elevada provista de tres vertedores para su distribución proporcional del gasto a los sedimentadores primarios.</p>
<p>TRATAMIENTO:</p> <p><u>FASE LÍQUIDA</u></p> <p>Las interconexiones entre unidades sedimentadores primarios, filtros rociadores y sedimentadores secundarios se realizan a través de cajas provistas de válvulas de compuerta para su operación, procedimiento que no garantiza una distribución proporcional del caudal por módulo y que multiplica a su vez su operación.</p>	<p>TRATAMIENTO:</p> <p><u>FASE LÍQUIDA</u></p> <p>Las interconexiones entre unidades se realizan por medio de caja distribuidoras elevadas de concreto con la altura indispensable para aprovechar la carga hidráulica indicado en el perfil hidráulico para que trabaje por gravedad, estas cajas incluyen tres vertedores para cada módulo provistos cada uno de la misma longitud de cresta y la misma altura con respecto a su base a fin de que se distribuya un mismo caudal de salida, además incluyen compuertas metálicas para dejar fuera de servicio cualquier módulo que requiera en su momento al realizar el mantenimiento.</p>
<p><u>FASE SÓLIDA</u></p> <p>El seccionamiento de interconexiones entre unidades se realiza también mediante válvulas de compuerta.</p> <p>Los sedimentadores primarios y secundarios están provistos de cárcamos donde se alojan los equipos de bombeo que operan mediante energía eléctrica. Este sistema no permite aprovechar la carga hidráulica lo que impacta en el costo y la operación de la PTAR.</p> <p>Este sistema se complementa con cajas distribuidoras que operan con de válvulas de compuerta para su distribución a los espesadores y digestores de lodos y la posterior deshidratación en lechos de secado.</p> <p><u>CARCAMO DE RECIRCULACION</u></p> <p>Capta los lodos provenientes de los sedimentadores primarios y secundarios y los distribuye al sistema por medio de válvulas de compuerta que serán operadas manualmente.</p>	<p><u>FASE SÓLIDA</u></p> <p>La distribución de lodos primarios y secundarios hacia los espesadores y digestores de lodos y su deshidratación en lechos de secado, se efectúa mediante la combinación de cárcamos de bombeo y cajas distribuidoras tipo torre con vertedores proporcionales, que permiten aprovechar la carga hidráulica para trabajar por gravedad reduciendo costos de operación.</p> <p><u>CÁRCAMO DE RECIRCULACION</u></p> <p>Capta los lodos provenientes del filtro rociador y mediante dos derivaciones conduce la mezcla del influente hacia cajas distribuidoras tipo torre. La primera derivación regresa la mezcla al filtro rociador, entrando por la parte inferior. La segunda derivación conduce los lodos a una caja distribuidora tipo torre que a su vez conduce la mezcla por la parte inferior al sedimentador secundario.</p>

Tabla II.3.3.A- Normas de Calidad que debe satisfacer el Agua tratada

NOM-001-SEMARNAT-1996			
PARAMETROS	UNIDAD	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PROMEDIO MENSUAL Y DIARIO	
		USO PÚBLICO URBANO (C)	USO EN RIEGO AGRÍCOLA
Sólidos suspendidos Totales SST	mg/lit	40 (60)	75 (125)
Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅ 20°C	mg/lit	30 (60)	75 (150)
Nitrógeno Total Ni	mg/lit	15 (25)	40 (60)
Huevos de Helminto	h/lit	1 huevo/1000 ml Menos de 1000/100 ml	
Coliformes fecales	NMP		

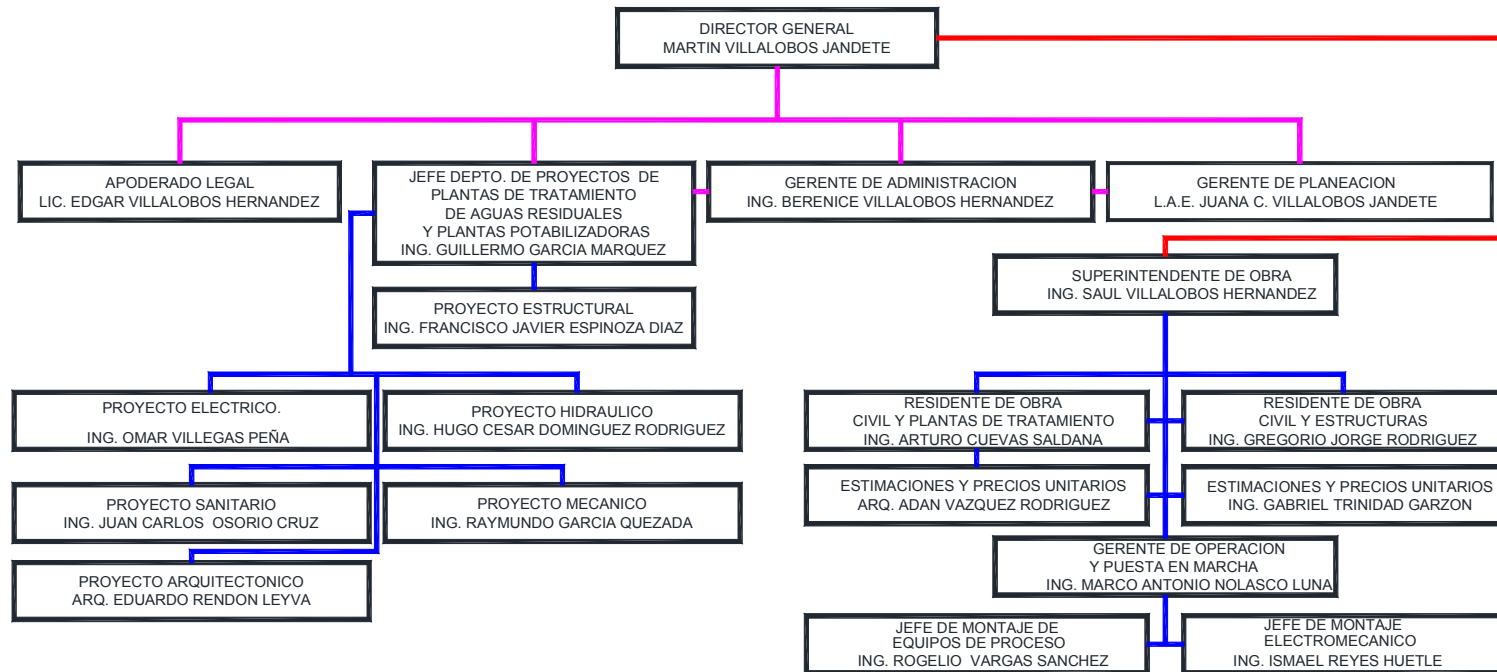
Tabla II.3.3.B- Normas de Calidad que debe satisfacer el Agua tratada

NOM-003-SEMARNAT-1997			
PARAMETROS	UNIDAD	SERVICIO AL PÚBLICO CONTACTO DIRECTO	SERVICIO AL PÚBLICO INDIRECTO Y OCASIONAL
Sólidos suspendidos totales SST	mg/lit	20	30
Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅ 20°C	mg/lit	20	30
Huevos de Helminto	h/lit	Menor o igual a 1	Menor o igual a 5
Coliformes fecales	NMP	240/1000 ml	1000/100 ml

La empresa V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V. representada por Martín Villalobos Jandete, tuvo la inquietud de conformar un equipo interdisciplinario a partir del año de 1996; aprovechando la experiencia de haber realizado proyectos de plantas potabilizadoras y tratamiento anteriormente para clarificación del agua de consumo humano y Aguas Residuales en localidades rurales, suburbanas y urbanas, con diferentes procesos, concluyendo con el área operativa que se indica en la tabla II.4.

Tabla II.4. Organigrama de la Empresa ejecutora.

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA VH CONSTRUCCIONES Y ASESORIA EN INGENIERIA S.A. DE C.V.
 AREA OPERATIVA DE PROYECTOS, CONSTRUCCION Y PUESTA EN MARCHA



EQUIPO INTERDISCIPLINARIO QUE PARTICIPO EN LA EJECUCION DE MODIFICACION DEL PROYECTO, CONSTRUCCION, OPERACION Y PUESTA EN MARCHA DE LA PRIMERA Y SEGUNDA ETAPA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CD. ALTAMIRANO, ESTADO DE GUERRERO

III.- Desarrollo constructivo de las estructuras de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano, a fin de transmitir las experiencias a estudiantes, maestros y egresados de la Facultad de Ingeniería de la UAEM que se interesen en el tema de proyectos, construcción y operación.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano quedó conformada por estructuras de obra civil, estructuras de proceso, equipamientos electromecánicos, interconexiones del proceso, edificio de operación, laboratorio y planta de emergencia, caseta de cloración, línea de energía eléctrica, subestación eléctrica, sistema de fuerza y control, alumbrado interior y exterior, alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, vialidades, jardinería, puente vehicular, guarniciones, banquetas y obra de vertido, cumpliéndose los objetivos de clarificación de las aguas residuales y satisfaciendo los parámetros establecidos en las normas. Sin embargo, hay tareas por realizar, entre ellas es la comercialización de las aguas tratadas que lógicamente implican una organización más especializada que permita la obtención de recursos a fin disminuir la carga económica a los organismos operadores, o en su caso a las presidencias municipales de todo el país.

III.1 ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA PTAR

ELEMENTOS QUE CONFORMAN LA PTAR	ELEMENTOS CONSTRUIDOS EN LA PRIMERA ETAPA	ELEMENTOS CONSTRUIDOS EN LA SEGUNDA ETAPA
Puente vehicular	SI	---
Pretratamiento	SI	---
Cárcamo de bombeo del influente de aguas negras.	SI	---
Cajas distribuidoras	SI	---
Sedimentador primario	SI	SI
Filtro rociador	SI	SI
Cárcamo de recirculación	SI	---
Sedimentador secundario	SI	SI
Cárcamo de lodos	SI	---
Espesador de lodos	SI	SI
Digestor de lodos	SI	SI
Cárcamo de lodos digeridos	SI	---
Lechos de secado	SI	---
Tanque de contacto de cloro	SI	---
Medidor parshall	SI	---
Cárcamo de agua tratada	SI	---
Estructura de vertido	SI	---
Bordo perimetral	SI	---
Edificio de operación, laboratorio y planta de emergencia	SI	---
Caseta de cloración	SI	---
Vialidades, guarniciones, banquetas y jardinería	SI	SI
Gaviones de protección	SI	---
Línea de energía y subestación eléctrica	SI	---
Alumbrado exterior	SI	SI
Alumbrado interior	SI	---
Sistema de fuerza y control	SI	SI
Interconexiones	SI	SI
Equipamiento de cárcamos de bombeo	SI	---

Equipamiento de unidades de proceso	SI	SI
Alcantarillado pluvial	SI	SI
Alcantarillado sanitario y limpieza de unidades	SI	SI
Operación y puesta en marcha	SI	SI

III.2.- PROCESO CONSTRUCTIVO:

La primera etapa tuvo un período de ejecución de 10 meses, iniciando los trabajos en el mes de Junio del año 2006 y culminando en el mes de Marzo del 2007 con el evento de la inauguración, entrega en operación a las autoridades de CONAGUA, Gobierno del Estado de Guerrero, representado por el C.C.P. Zeferino Torreblanca Galindo, y Gobierno Municipal de Pungarabato representado por el Dr. Víctor Adolfo Mojica Wences a partir de esta fecha las autoridades del Municipio de Pungarabato, a través de su organismo operador se hicieron cargo de la operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Ver tabla III.2.1.

La Empresa V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V. representada por Martín Villalobos Jandete, concursó la construcción de la segunda etapa de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano, Estado de Guerrero siendo adjudicada la obra el día 30 de Mayo del 2008 por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero: CAPASEG.

La segunda etapa tuvo un período de ejecución de 6 meses, iniciando el 4 de Junio del 2008 y terminando el día 10 de Noviembre del 2008, entregada y recibida por las autoridades de CONAGUA Delegación Guerrero, representada por el Ing. Jorge Octavio Mijangos Borja, el Gobierno del Estado de Guerrero, representado por el Ing. Rodolfo G. Terán Flores, Director General de la CAPASEG y Gobierno Municipal de Pungarabato representado por el C. Presidente Municipal Constitucional Gustavo Adolfo Juanchi Quiñones. A partir de esta fecha las autoridades del Municipio de Pungarabato, a través de su organismo operador se hicieron cargo de la operación y mantenimiento de la segunda etapa de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Ver tabla III.2.2.

La tercera etapa esta programada para construirse al año 2018 a fin de satisfacer el período de diseño y el compromiso de las autoridades federales, estatales y municipales, para cumplir con la clarificación de las aguas residuales de Ciudad Altamirano, estado de Guerrero.

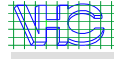
TABLA III.2.2. PROGRAMA DE EJECUCIÓN, PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN DE LA PTAR CIUDAD ALTAMIRANO.

SEGUNDA ETAPA: PROGRAMA CALENDARIZADO DE BARRAS



CAPASEG
COMISIÓN DE AGUA POTABLE
ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO
DEL ESTADO DE GUERRERO

**VH CONSTRUCCIONES Y ASESORIA
EN INGENIERIA, S.A. DE C.V.**



LOCALIDAD:
MUNICIPIO:
ESTADO:

CIUDAD ALTAMIRANO
PUNGARABATO
GUERRERO

PROGRAMA DE
EJECUCION
DE OBRA 2da ETAPA

No.	CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE			
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CALENDARIO DE OBRA: PTAR CIUDAD ALTAMIRANO																												
1		SEDIMENTADOR PRIMARIO	MOD	1.00	■	■	■	■	■	■	■	■																
2		FILTRO ROCIADOR	MOD	1.00	■	■	■	■	■	■	■	■																
3		SEDIMENTADOR SECUNDARIO	MOD	1.00					■	■	■	■	■	■	■	■												
4		ESPESADOR DE LODOS	MOD	1.00									■	■	■	■	■	■	■	■								
5		DIGESTOR DE LODOS	MOD	1.00									■	■	■	■	■	■	■	■								
6		VIALIDADES, GUARNICIONES, BANQUETAS Y JARDINERIA	UNIDAD	1.00									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
7		ALUMBRADO EXTERIOR	P.G	1.00													■	■	■	■	■	■	■	■				
8		SISTEMA DE FUERZA Y CONTROL	P.G	1.00									■	■	■	■	■	■	■	■								
9		INTERCONEXIONES	P.G	1.00	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
10		EQUIPAMIENTO DE UNIDADES DE PROCESO	P.G	1.00					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
11		ALCANTARILLADO PLUVIAL	P.G	1.00									■	■	■	■	■	■	■	■								
12		LIMPIEZA DE UNIDADES	P.G	1.00																	■	■	■	■				
13		OPERACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	P.G	1.00																							■	■

III.3.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS SIGUIENTES ESTRUCTURAS:

1.- Pretratamiento

2.- Cárcamo de bombeo del influente aguas negras.

6.- Cárcamo de recirculación.

8.- Cárcamo de lodos

11.- Cárcamo de lodos digeridos.

15.- Cárcamo de agua tratada.

El proceso constructivo de las estructuras de pretratamiento, cárcamo de bombeo de aguas negras, cárcamo de recirculación, cárcamo de agua tratada, cárcamo de lodos y cárcamo de lodos digeridos. En virtud que estas estructuras tienen semejanza en su construcción se procedió al trazo y nivelación por medio de aparatos topográficos estableciendo ejes y referencias con los señalamientos necesarios para establecer bancos de nivel auxiliares en sitios estratégicos y facilitar los trabajos posteriores tales como excavación, desplante de cimentación de las estructuras y niveles terminados de acuerdo al perfil hidráulico, así mismo se colocaron mojoneras en ambos extremos de los ejes longitudinales y transversales en un sitio de tal manera que no sean movidos durante los trabajos, procediendo a ejecutar las excavaciones con ataque a máquina hasta su desplante, obligados por el ángulo de reposo de los taludes del material denominado grava-arena que es 70° con relación a la vertical para evitar la colocación de tabla-estacados, una vez terminadas estas acciones se procedió a la colocación de la plantilla mediante el acomodo de piedra bola con espesores que van de los 15.00 a los 20.00 cm, presentándose huecos entre las piedras que fueron cubiertos mediante una mezcla de arena, grava y cemento tipo CPC 30R preparado en seco de $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ que se fue colocando a pesar de la presencia de agua del nivel freático, una vez terminada estas actividades se procedió al armado con acero de refuerzo de $f'y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ en los dos lechos de la parte inferior y superior de las losas de fondo y los muros armándose con varillas del #5 a cada 15.00 y 20.00 cm en ambos sentidos respetando el diseño estructural. Prácticamente estas estructuras se diseñaron con varillas del # 4 en el pretratamiento y # 5 en los cárcamos, a fin de uniformizar la adquisición del acero de refuerzo y el manejo del mismo evitando grandes desperdicios en obra. Colocado el acero de refuerzo se procedió al cimbrado con madera de triplay de 19 mm de las diferentes estructuras troqueladas con moños entre el triplay y los polines a fin de darle rigidez a la cimbra, previendo las preparaciones y niveles de las tuberías; los espesores de los muros de las estructuras se diseñaron y construyeron de 30.00 cm, 40.00 cm y 55.00 cm con concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ agregando impermeabilizante integral a razón de 2.00 kg por bulto de cemento, el concreto fue fabricado en obra por medio de revolvedoras de 1 saco de capacidad y una revolvedora móvil autosoficante de 1.00 m^3 de capacidad, se utilizaron vibradores de inmersión a fin de evitar oquedades en el núcleo y superficie de terminado del concreto. Para colocar la mezcla hasta la losa de piso de los cárcamos y sus muros se adaptaron canalones con tubería de pvc estructurada de 45.00 cm de diámetro cortados en

media caña longitudinalmente. Al término de cada colado con alturas de 2.44 m se colocó una junta por medio de una banda de pvc ojillada de 152 mm (6") de ancho para impermeabilizar el siguiente colado. Una vez descimbrados los elementos colados y aprovechando los cárcamos auxiliares habilitados para el desalojo del agua del nivel freático mediante bombas estacionarias de gasolina de 76.00 mm (3") y 102.00 mm (4") de diámetro de descarga se aprovechan para el curado de la estructura y evitar la pérdida de humedad en el concreto ya que esta zona es de alto riesgo por las altas temperaturas ambientales de la región provocando la deshidratación rápida del concreto, al finalizar esta actividad se procedió a realizar el relleno compactado en capas de 20.00 cm de espesor con material producto de la excavación entre los huecos que forman los muros de las estructuras y el talud de las excavaciones; para facilitar el cimbrado de los siguientes colados y tener una superficie estable de sustentación evitando gastar en obra falsa. En estas estructuras los volúmenes fabricados de concreto no fueron mayores de 100.00 m³ por lo tanto se seleccionaron muestras cilíndricas en número de tres para obtener el revenimiento en campo y la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad para verificar que el concreto alcance la resistencia del proyecto.

III.4.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS SIGUIENTES ESTRUCTURAS:

3.- Cajas distribuidoras (5 unidades)

9.- Espesador de lodos

10.- Digestor de lodos

12.- Lechos de secado

13.- Tanque de contacto de cloro

14.- Medidor parshall

16.- Estructura de vertido.

El proceso constructivo para estas estructuras es un poco diferente a las anteriores debido a que sus profundidades son menores con respecto al nivel del terreno natural y por lo tanto no se alcanza a detectar el nivel freático, procediendo a los trabajos de trazo y nivelación por medio de aparatos topográficos estableciendo ejes y referencias con los señalamientos necesarios para establecer bancos de nivel auxiliares en sitios estratégicos y facilitar los trabajos posteriores tales como excavación, desplante de cimentación de las estructuras y niveles terminados de acuerdo al perfil hidráulico, así mismo se colocaron mojoneras en ambos extremos de los ejes longitudinales y transversales en un sitio de tal manera que no sean movidos durante los trabajos. Procediendo a la excavación con ataque a máquina hasta la profundidad requerida en cada estructura y carga a camión para transportarla en su caso al sitio de tiro o donde se requiera de manera tal que no interfiera con el desarrollo de los trabajos, para dar seguridad y evitar derrumbes durante las siguientes etapas de construcción de las estructuras. Una vez concluidas las excavaciones se procedió a la compactación del terreno natural con la finalidad de evitar en lo posible asentamiento posteriores de las estructuras, concluida esta actividad se realizó el colado de la plantilla de concreto simple de $f'c=$

100 kg/cm² elaborado en obra para que una vez que haya fraguado se efectúe el trazo definitivo de la estructura e iniciar con el armado de acero de refuerzo en las losas, muros, de acuerdo a los diámetros especificados, respetando separaciones de los armados, según lo que se indica en el proyecto estructural.

Conforme se avanzó en el armado de la losa de cimentación y de los muros se realizó el cimbrado de la frontera y parte de los muros, se verificó la alineación y el plomeo de estos que fueron revisados y autorizados por la supervisión por lo menos 24 horas antes de proceder al colado. Una vez aprobado y según se presenten las condiciones y volúmenes se procede al colado con concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con impermeabilizante integral y T.M.A. de 19 mm (3/4") fabricado en obra por medio de revolvedoras de 1 saco y una revolvedora móvil autodosificante de 1.00 m³ de capacidad; al concreto se verificó su revenimiento y acomodó uniformemente mediante vibrador de inmersión. De los concretos elaborados se tomaron muestras cilíndricas en número de tres para obtener el revenimiento en campo y la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad para verificar que el concreto alcance la resistencia del proyecto. Debido a las dimensiones de algunas estructuras no fue posible realizar el colado en un solo evento, por lo cual se dejaron las preparaciones con banda de pvc de 152 mm (6") de ancho para impermeabilizar al siguiente colado de acuerdo al proyecto. También se dejaron las preparaciones necesarias para la colocación de las tuberías de llegada y salida de acuerdo a diámetros, niveles y ubicación que indica el proyecto ejecutivo el cual fue verificado previo al colado por la supervisión. En estos casos fue factible realizar el bombeo del concreto con bomba estacionaria, propiedad de la empresa, a fin de facilitar la elevación y acomodo en las estructuras, debido a las dimensiones y volúmenes programados. Al final del descimbrado de las estructuras se fue realizando el curado.

III.5.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

4.- Sedimentador primario

5.- Filtro rociador

7.- Sedimentador secundario

El proceso constructivo de las estructuras de sedimentador primario, filtro rociador y sedimentador secundario. En virtud que estas estructuras tienen semejanza en su construcción se procedió al trazo y nivelación por medio de aparatos topográficos estableciendo ejes y referencias con los señalamientos necesarios para fijar bancos de nivel auxiliares en sitios estratégicos y facilitar los trabajos posteriores tales como excavación, desplante de cimentación de las estructuras y niveles terminados de acuerdo al perfil hidráulico, así mismo se colocaron mojoneras en ambos extremos de los ejes longitudinales y transversales en un sitio de tal manera que no sean movidos durante los trabajos, procediendo a ejecutar las excavaciones con ataque a máquina hasta su desplante, debido al ángulo de reposo de los taludes del material denominado grava-arena que es aproximadamente 70° con relación a la vertical para evitar la colocación de tabla-estacados, una vez terminadas estas acciones se procedió a la formación de la cimbra falsa mediante la construcción de muros de tabique rojo de 28.00 cm de espesor de diversas alturas

perimetralmente para formar las tolvas centrales de los sedimentadores primario y secundario una vez realizada esta acción se continuo con la colocación de una plantilla de tepetate de 40.00 cm de espesor compactado al 95% de la prueba proctor estándar; posteriormente se construyó una plantilla de concreto simple de 10 cm de espesor de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ fabricado en obra. Para el caso del desplante del filtro rociador se construyeron los muros de tabique rojo para dar forma a los canales centrales y perimetrales con pendientes a las plataformas centrales mediante el acomodo de piedra bola con espesores que van de los 15.00 a los 20.00 cm presentándose huecos entre las piedras que fueron cubiertos con una mezcla de arena, grava y cemento tipo CPC 30R preparado en seco de $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$ que se fue colocando a pesar de la presencia de agua de nivel freático, posteriormente se procedió al armado con acero de refuerzo de $f'y=4,200 \text{ kg/cm}^2$ en los dos lechos de la parte inferior y superior de las losas de fondo y los muros armándose con varillas del #6 a cada 16.00 en el sentido longitudinal y 21.00 cm en el sentido perimetral de ambos lechos respetando el diseño estructural, prácticamente estas estructuras se diseñaron con varillas del # 6, a fin de uniformizar la adquisición del acero de refuerzo y el manejo del mismo evitando grandes desperdicios en obra. Colocado el acero de refuerzo se procedió al cimbrado con madera de triplay de 19 mm troqueladas con moños entre el triplay y los polines a fin de darle rigidez a la cimbra, los espesores de los muros de las estructuras se diseñaron y construyeron de 45.00 cm sedimentadores primario y secundario y 40.00 cm para el filtro rociador con concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ agregando impermeabilizante integral a razón de 2.00 kg por bulto de cemento, el concreto fue fabricado en obra por medio de revolvedoras de 1 saco de capacidad y una revolvedora móvil autosuficiente de 1.00 m^3 de capacidad, se utilizaron vibradores de inmersión para acomodo y expulsión de las partículas de aire del concreto. Para colocar la mezcla hasta la losa de piso del filtro rociador y parte de sus muros se adaptaron canalones con tubería de pvc estructurada de 45.00 cm de diámetro cortados en media caña longitudinalmente. Al término de cada colado con alturas de 2.44 m se colocó una junta por medio de una banda de pvc ojillada de 152 mm (6") de ancho para impermeabilizar el siguiente colado. Una vez descimbrados los elementos colados y aprovechando los cárcamos auxiliares habilitados para el desalojo del agua del nivel freático, se procedió al curado de los elementos colados mediante bombas estacionarias de gasolina de 76.00 mm (3") y 102.00 mm (4") de diámetro de descarga, al finalizar esta actividad se procedió a realizar el relleno compactado en capas de 20.00 cm de espesor con material producto de la excavación entre los huecos que forman los muros de las estructuras y el talud de las excavaciones; para facilitar el cimbrado de los siguientes colados y tener una superficie estable de sustentación evitando gastar en obra falsa. En estas estructuras los volúmenes fabricados de concreto no fueron mayores de 100.00 m^3 en cada jornada se seleccionaron muestras cilíndricas en número de tres para obtener el revenimiento en campo y la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de edad para verificar que el concreto alcance la resistencia del proyecto; previamente se dejaron todas las preparaciones necesarias para la colocación de las tuberías de llegada y salida mediante tramos de tubo de acuerdo a diámetros, niveles y ubicación que indica el proyecto ejecutivo el cual fue

verificado previo al colado por la supervisión. En estos casos fue factible realizar el bombeo del concreto con bomba estacionaria, propiedad de la empresa, a fin de facilitar la elevación y acomodo del concreto en las estructuras, debido a las dimensiones y volúmenes programados.

III.6.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

18.- Edificio de operación

19.- Caseta de cloración

El proceso constructivo de las estructuras, Edificio de Operación conformado por caseta de vigilancia, oficinas, laboratorio, módulos de sanitarios, duchas, planta de emergencia, taller mecánico, centro de control de motores y la caseta de cloración. En virtud que estas estructuras tienen semejanza en su construcción se procedió al trazo y nivelación por medio de aparatos topográficos estableciendo ejes y referencias con los señalamientos necesarios para establecer bancos de nivel auxiliares en sitios estratégicos y facilitar los trabajos posteriores tales como excavación, desplante de cimentación de las estructuras y niveles terminados, así mismo se colocaron mojoneras en ambos extremos de los ejes longitudinales y transversales en un sitio de tal manera que no fueran movidos durante los trabajos, procediendo a ejecutar las excavaciones con ataque a máquina hasta terminar el cajón de cimentación, una vez concluidas las excavaciones se procedió a la compactación del terreno natural con la finalidad de evitar en lo posible asentamientos posteriores del edificio de operación y la caseta de cloración. Concluida esta actividad se realizó el colado de la plantilla de concreto simple hecho en obra de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ para que una vez que haya fraguado se efectuó el trazo definitivo de las estructuras e inició el armado con acero de refuerzo de $f'y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ en la zapata de cimentación con varilla del #3. Los curados del concreto de zapatas, castillos, trabes de cerramiento y losa se realizaron aprovechando los cárcamos auxiliares para la extracción del agua del nivel freático mediante equipo de bombeo estacionario de 76 mm 3" de diámetro de descarga, sobre ésta se construyeron los muros de enrase que fueron terminados con cadenas de cerramiento hasta el nivel que indicó el proyecto ejecutivo, una vez terminada se desplantaron los muros de block juntados con mortero-cemento 1:3 o en su caso celosía de acuerdo a las indicaciones del proyecto arquitectónico. Conforme se fue avanzando en la construcción de los muros se realizó el colado de trabes, castillos y columnas armados con varillas del #3 y #4 para concluir la obra negra con el colado de la losa de azotea armada con varillas del #4 en ambos sentidos complementados con bastones y bayonetas, previendo dejar ahogadas las canalizaciones de las instalaciones eléctricas que marca el proyecto, a la par se realizaron las preparaciones de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, el espesor de la losa fue de 12.00 cm colado con concreto hecho en obra de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Posteriormente se impermeabilizó la superficie de losa de azotea procediendo con los acabados, aplanado de los muros interiores y exteriores con mortero cemento-arena 1:3, colocación de piso de loseta, azulejo, lambrines, suministro y colocación de cancelería metálica, vidriería, suministro y aplicación de pintura

vinílica interior y exterior, por último se realizó la limpieza fina para tenerla en condiciones de entrega de las instalaciones con su correcto funcionamiento.

III.7.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

17.- Bordo perimetral

20.- Vialidades

El proceso constructivo del bordo perimetral y vialidades presentan acciones que tienen semejanza en su desarrollo como son el trazo, nivelación, excavación y rellenos compactados. Paralelamente a la construcción de las estructuras de proceso de la planta de tratamiento se fue realizando la limpieza del área de desplante del bordo perimetral para evitar inundaciones en época de lluvias y la posible interrupción de la operación de la planta de tratamiento; se iniciaron los trabajos de trazo y nivelación del eje del bordo por medio de aparatos topográficos estableciendo ejes y referencias con los señalamientos necesarios para establecer bancos de nivel auxiliares en sitios estratégicos y facilitar los trabajos posteriores, tales como excavación de dentellón de 4.00 x 1.00 m de sección a lo largo del eje perimetral del bordo, con ataque a máquina hasta su desplante en material denominado grava-arena. Para desalojar la presencia de agua del nivel freático y vertido al río Cutzamala se habilitarán cárcamos auxiliares y se instalaron bombas estacionarias de gasolina de 76.00 mm (3") y 102.00 mm (4") de diámetro de succión y descarga mediante mangueras flexibles, procediendo al agregado de cal a lo ancho y largo de la sección para estabilizar la plantilla de material grava-arena, inmediatamente ejecutar el compactado con rodillo vibratorio para alcanzar el 60% de la prueba proctor estándar, una vez efectuadas estas acciones se fue colocando el material de banco descargando los camiones de volteo sobre la sección para agregar el agua necesaria y alcanzar el grado de humedad óptima, una vez extendido el material en capas de 20.00 cm de espesor y compactado mediante rodillo vibratorio hasta alcanzar el grado de compactación del 95% de la prueba proctor estándar, al término de la compactación se fueron afinando los taludes del bordo perimetral para evitar dejar material suelto y sobre esta superficie se fueron colocando los gaviones en parte exterior que está en contacto con la corriente del río Cutzamala.

Procedimiento similar con respecto a excavaciones y compactación también se realizó en la formación de la sub base de las vialidades que tienen una sección de 7.00 m de ancho, 50.00 cm de espesor de sub base y 15.00 cm de espesor de concreto hidráulico de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ fabricado en obra para la construcción de losas de 3.50 x 3.50 m, para formar una junta constructiva o en caso de que el colado sea continuo se realiza corte de concreto en verde a un tercio del espesor para formar la junta volumétrica que al igual que la constructiva se relleno con cola de rata y sonomeric, las losas son armadas con malla electrosoldada 6-6-10/10 con $f'y = 50 \text{ kg/mm}^2$ para soportar los esfuerzos por temperatura del concreto y evitar la presencia de agrietamientos en la superficie terminada de la vialidad. Sobre la superficie ya terminada de las losas de concreto se aplica curacreto por medio de aspersión para evitar la pérdida de humedad en el concreto.

III.8.- PROCESO DE SUMINISTRO E INSTALACIONES DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS; Cárcamo de agua cruda a caja distribuidora No1, Caja distribuidora No 1 a sedimentador primario, sedimentador primario a caja distribuidora No 2, caja distribuidora No 2 a filtro rociador, filtro rociador a cárcamo de recirculación, cárcamo de recirculación a caja distribuidora No 3, caja distribuidora No 3 a sedimentador secundario, sedimentador secundario a caja distribuidora No 4, caja distribuidora No 4 a tanque de contacto de cloro, estructura de medidor parshall a tanque de agua tratada, tanque de agua tratada a estructura de vertido que puede ser por gravedad o bombeo, sedimentador primario a cárcamo de lodos primario, sedimentador secundario a cárcamo de lodos primario, cárcamo de lodos primarios a caja distribuidora No 5, caja distribuidora No 5 a espesador de lodos, espesador de lodos a digester de lodos, digester de lodos a cárcamo de lodos digeridos, cárcamo de lodos digeridos a lecho de secado.

26.- Interconexiones; Existen diversas líneas que conducen agua cruda, agua tratada, líneas mezcla de agua y lodos, líneas de lodos que fueron suministradas e instaladas trabajando por bombeo o gravedad, construidos con tuberías de acero cedula 40 protegidas interior y exteriormente, tuberías de PVC hidráulico, tuberías de PVC serie alcantarillado y tuberías de polietileno de alta densidad de diámetros que van desde 152 mm (6"), 203 mm (8") y 254 mm (10") con sus respectivas piezas especiales, válvulas y estructuras denominadas cajas de operación de válvulas, que tienen como finalidad el cierre y apertura para seccionar en caso de reparación cualquier línea o la purga de lodos hacia el cárcamo de lodos primarios. El procedimiento constructivo consistió en limpieza, trazo, excavaciones en material grava-arena con ataque de maquinaria, compactación y afine plantilla, rellenos compactados al 60% de la prueba proctor estándar con rodillo vibratorio y compactador bailarina, los conductos fueron probados hidrostáticamente de acuerdo a los valores recomendados por normas.

Estos trabajos fueron realizados previamente a la ejecución de la construcción de vialidades, guarniciones y banquetas, drenaje pluvial, drenaje sanitario, instalaciones eléctricas y jardinería.

III.9.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

29.- Alcantarillado pluvial.

30.- Alcantarillado sanitario y limpieza de unidades.

El suministro, la instalación y prueba de las líneas de alcantarillado sanitario y pluvial que en este caso trabajan únicamente por gravedad fueron conformados con tuberías de PVC serie alcantarillado de 350 mm (14") y 203 mm (8") de diámetro con sus respectivas estructuras complementarias que son pozos de visita común, pozos con caída adosada, rejilla de piso, rejillas de banqueta y descargas domiciliarias. El procedimiento constructivo consistió en limpieza, trazo, excavaciones en material grava-arena con ataque a maquinaria, compactación y afine de plantilla, rellenos compactados al 60% de la prueba proctor estándar con rodillo vibratorio y compactador bailarina, los conductos fueron probados hidrostáticamente de acuerdo a los valores recomendados por normas.

III.10.- PROCESO DE SUMINISTRO E INSTALACIONES DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

22.- Línea de energía de media tensión y subestación eléctrica tipo poste de 150 kva.

23.- Alumbrado exterior

24.- Alumbrado interior

25.- Sistema de fuerza y control

22.- Línea de energía de media tensión y subestación eléctrica tipo poste de 150 kva. El procedimiento constructivo de la línea de energía de media tensión cambia sustancialmente con respecto a la obra civil, hidráulica, sanitaria, mecánica y equipamiento debido a que generalmente se requiere de un experto que conozca los lineamientos y normas de la Comisión Federal de Electricidad y que se encuentre ubicado en zona de obra, tenga sus respectivos registros para llevar a cabo los trámites del proyecto eléctrico y la construcción de la línea de energía así como el montaje de la subestación eléctrica, con la finalidad de que sean aprobados por las respectivas autoridades del ramo. Sin embargo es una de las acciones que la empresa que construyó tuvo la previsión de gestionar con anticipación el proyecto eléctrico, con expediente, memoria técnica responsiva ante SEMIP, plano eléctrico, libranzas, trámites hasta su operación y modificación de carga ante C.F.E. para que una vez terminada la obra civil, hidráulica, sanitaria, mecánica, equipamiento, contara con la energía eléctrica para llevar a cabo las pruebas en seco y en consecuencia la operación y puesta en marcha de la planta de tratamiento. La ampliación de línea de media tensión consistió en la instalación de cable aac-3/0 en un sistema 3f-4h, 90 ml. incluyendo colocación de transformador general de 150 kva-3f para 13,200-440-127 v, sobre postes de concreto conforme normas C.F.E. hasta finalizar en la construcción de murete para instalación de equipo de medición según especificación CFE MM-01.

El proceso constructivo del alumbrado exterior, alumbrado interior, sistema de fuerza y control presentan acciones que tienen semejanza en su desarrollo como son el trazo, nivelación, excavación, instalación de tubería de pvc eléctrico tipo pesado, construcción de registros eléctricos de tabique de 0.60 x 0.60 x 0.60 m y rellenos compactados, así como el suministro e instalación de cableados de diferentes calibres, en el caso del alumbrado exterior el suministro y colocación de luminario modelo OV-15 vapor de sodio de 250 watts a 220 v. con poste circular de acero de 5.00 m de altura, 4 espárragos ahogados en dado de concreto de 0.40 x 0.60 x 0.60 m de concreto $f'c= 150 \text{ kg/cm}^2$ con tuercas para fijado del poste, fotocelda, y pintura terminada en esmalte marca comex 100, en el caso de alumbrado interior la obra civil fue descrita puntualmente en la parte superior de este párrafo, cambiando únicamente el suministro, instalación y prueba de luminaria fluorescente tipo sobreponer servicio industrial con 2 tubos de 38 watts, 127 volts, 60 Hz., lámina de acabado porcelanizado, suministro, instalación, prueba de apagadores y contactos tipo intercambiable, 2 polos de 127 volts. 20A, 60 Hz. en caja de conexiones rectangular tipo conduit, con placa de dos ventanas. Una vez concluidas las instalaciones eléctricas y contando con la línea de baja tensión se procedió a la prueba de las instalaciones eléctricas, como amperaje y voltaje.

III.11.- PROCESO DE SUMINISTRO E INSTALACIONES DE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

27.- Equipamiento de cárcamos de bombeo

28.- Equipamiento de unidades de proceso

27.- Equipamiento de cárcamos de bombeo: Como se menciona en párrafos anteriores se previo las preparaciones para el anclaje de los cabezales de descarga con tornillos de acero inoxidable para las bombas sumergibles en el caso de los cárcamos de agua cruda, recirculación, lodos primarios y lodos digeridos, se fijan los cabezales y a partir de esta pieza se puede realizar el montaje de las columnas de tubería de acero al carbón con costura, rosca cónica en los extremos para unirla mediante coples en diámetros de 102 mm (4"), 152 mm (6") y 203 mm (8") de acuerdo al diseño plasmado en planos mecánicos para unirse al tren de descarga de cada uno de los cárcamos de bombeo, al mismo tiempo se realiza el habilitado de las guías a base de tubería de fierro galvanizado cédula 40 de 51 mm (2") de diámetro, para el izaje de los equipos en el caso de mantenimiento o reparación, una vez que se ha revisado el montaje de las instalaciones se procede a hacer la prueba electromecánica en seco para verificar el sentido de giro de los impulsores sea el correcto; para facilitar el izaje de las bombas se habilitó un marco a base de vigas I de 152 mm (6") y 203 mm (8") de peralte el cual puede ser desarmado para su traslado al cárcamo de bombeo que requiera retirar el equipo de bombeo, en el caso del equipamiento de unidades de proceso generalmente llegan a obra en piezas que se arman hasta conformar la unidad de proceso para su posterior montaje se utilizó un equipo grúa tipo Hiab en las estructuras; sedimentador primario, sedimentador secundario, filtro rociador, espesador de lodos iniciando con la colocación de las columnas centrales sobre los tornillos que se encuentran ahogados en las columnas de concreto, posteriormente se colocan los brazos de las rastras, el brazo del desnatador, el pozo del desnatador, pasillo central con sus barandales y finalmente el motoreductor, una vez que se tiene asegurado que todas las piezas están debidamente conectadas se realiza la prueba del equipo en seco girando de manera manual para verificar que la nivelación de los brazos sea la correcta y no roce con la superficie de concreto de la estructura, una vez que se realizaron los ajustes necesarios se llenan las estructuras con agua pretratada para ejecutar la prueba del equipo. En el caso del montaje de los digestores de lodos se atornillan las placas base a la losa del pasillo para sobre estas colocar los motores de los aereadores, en la parte inferior de la flecha se colocan las turbinas de baja velocidad al igual que las anteriores se prueban en seco para verificar el sentido de giro y posteriormente trabajen por carga hidráulica.

III.12.- INVERSIONES REALIZADAS A LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD ALTAMIRANO, ESTADO DE GUERRERO.

Las inversiones realizadas por el gobierno federal, estatal y municipal para la construcción de la PTAR en dos etapas, la primera realizada en el año 2006 y la segunda ejecutada en el año 2008, se presentan en la tabla III.12.A.

Tabla III.12.A Inversión programada e Inversión real de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Altamirano, municipio de Pungarabato, Estado de Guerrero.

Primera Etapa.	
Presupuesto programado	Presupuesto Real
\$ 22'745,212.45	\$ 28'164,384.39

Segunda Etapa.	
Presupuesto programado	Presupuesto Real
\$ 15'996,855.47	\$ 16'181,857.40

Importe total.	
Presupuesto programado	Presupuesto Real
\$ 38'742,067.92	\$ 44'346,241.79
IVA \$ 5'811,310.19	IVA \$ 6'651,936.27
TOTAL \$ 44'553,378.11	TOTAL \$ 50'998,178.06

La inversión final de la obra de la Planta de Tratamiento de aguas residuales fue de \$ 50'998,178.06 (Cincuenta millones Novecientos noventa y ocho mil ciento setenta y ocho pesos 06/100 m.n.) que incluyen el impuesto al valor agregado.

III.13.-Seguridad e higiene de la obra

El personal de la empresa VH Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V representada por Martin Villalobos Jandete y de las empresas mipymes que participaron fundamentalmente en el suministro y equipamiento de esta obra estuvieron asegurados por el IMSS y portaron equipo de seguridad como guantes, botas y gafas para prevenir alguna lesión y accidentes en el transcurso de la ejecución y desarrollo de los trabajos que se les encomendaron. Fue necesario la señalización de las áreas de trabajo en zonas de riesgo además contar en las áreas de construcción con equipo de primeros auxilios y equipos complementarios como andamios con escaleras, pasamanos y herramientas, generadores de energía eléctrica, bombas de achique para los trabajos auxiliares que llevo a cabo el personal que laboró en la obra.

Se tomaron las medidas necesarias de seguridad, tanto en equipo como en personal, contando con la supervisión especializada en cada una de las áreas, además de la señalización de aislamiento mediante cintas que alertan el peligro a fin de evitar cualquier contingencia o accidente.

III.14.- Comentarios de la experiencia laboral en campo y gabinete, para el diseño, construcción y operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Las necesidades de saneamiento de las ciudades urbanas, suburbanas, comunidades y nuevos centros de población del país, así como las áreas industriales y comerciales son retos que sociedad y gobierno tienen que ir resolviendo a corto, mediano y largo plazo con la tecnología y las herramientas disponibles, nacionales e internacionales, donde la participación de las áreas de las ingenierías en sus diversas ramas y especialidades tienen vital importancia en virtud que son grupos interdisciplinarios los que tienen que participar y conformar en la solución del saneamiento.

Estos grupos interdisciplinarios se conforman generalmente de expertos en la ingeniería civil, ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería de sistemas y otras disciplinas como la ingeniería ambiental, ingeniería química, y la rama de la arquitectura, existiendo un campo fértil de trabajo para los egresados de la facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México.

En el transcurso de mi vida profesional se tiene la experiencia que hacen falta personas que se interesen en este tema, adoleciendo de una gran cantidad de ingenieros que tengan la inquietud de prepararse tanto en gabinete como en campo para el desarrollo de proyectos, construcción y operación de plantas de tratamiento en las diferentes opciones que la tecnología nos ofrece.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales y plantas potabilizadoras, en muchas de las ocasiones no proporcionan los resultados óptimos y se abandonan perdiendo inversiones realizadas muy importantes que en nada fortalecen al país. Existiendo una gran cantidad de fallas que pueden ser por las siguientes causas: Estudios de campo deficientes, topografía, mecánica de suelos, caracterización y aforo de las aguas residuales, diseño deficiente de los procesos de tratamiento, mala construcción de las estructuras, equipamiento inadecuado en las unidades de proceso o una operación incorrecta de las plantas. Esto crea la necesidad de formar ingenieros preparados en estas áreas.

Generalmente el estudiante y egresado de la carrera de Ingeniería Civil tiende a prepararse en especialidades muy importantes como son el diseño y construcción de edificios, diseño y construcción de carreteras y puentes, diseño y construcción de presas, diseño de sistemas de riego, diseño y construcción de canales, o especialidades como la mecánica de suelos, olvidando que existen otras disciplinas que van a fortalecer la vida profesional del egresado,

como es la ingeniería sanitaria e hidráulica, donde existen campos que en los últimos 10 años están ofreciendo un panorama alentador en campo y gabinete en el diseño, construcción y operación de plantas de tratamiento y plantas potabilizadoras.

IV.- PROBLEMAS FOCALIZADOS Y SOLUCIONADOS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD ALTAMIRANO.

Ciudad Altamirano, municipio de Pungabarato perteneciente al Estado de Guerrero, es la cabecera municipal de un área muy importante donde confluye el intercambio comercial de algunas comunidades aledañas pertenecientes al Estado de Guerrero, Estado de México y Estado de Michoacán, convirtiéndose en una Ciudad con potencial económico debido a su crecimiento poblacional, generando recursos muy importantes para el Estado de Guerrero.

Esto ocasiona la generación de un volumen considerable de desechos que son recibidos y conducidos por las aguas residuales, siendo indispensable su tratamiento para evitar la contaminación mediante la construcción y puesta en operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, modulada y diseñada al año 2025.

IV.1.- Mano de obra.

En el área y su contorno de Ciudad Altamirano se detectó que se carece de mano de obra calificada y no calificada para realizar los trabajos de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales debido a que generalmente las personas en edad productiva emigran hacia los Estados Unidos de Norteamérica buscando mejores horizontes de empleo, ocasionando que los trabajos por ejecutar en zona se tuviera que emplear personal fundamentalmente del estado de Morelos y un pequeño equipo conformado de la localidad de paso de Arena perteneciente al Municipio de Coyuca de Catalán, provocando que el encarecimiento de los costos de mano de obra hayan incidido en el costo final de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales.

IV.2.- personal profesional.

Otra de las carencias para llevar a cabo los trabajos de la construcción de la planta de tratamiento, fue el personal profesional requerido con los conocimientos preliminares e interés para seguir capacitándose en esta área, así como el entusiasmo y dinamismo para supervisar y dirigir la obra. Lo anterior provocado por las condiciones climatológicas de la región, especialmente por las altas temperaturas que oscilan entre los 36°C y 45°C y el tipo de alimentación de la región que coadyuvan en la presencia de enfermedades gastrointestinales, trayendo como consecuencia el retiro del personal de la empresa constructora del área de trabajo, para tratarse dichas enfermedades, ocasionando la contratación de nuevo personal profesional para la continuación de los trabajos.

IV.3.- Materiales de la región.

Otro de los inconvenientes por resolver fue la adquisición de materiales pétreos: para la fabricación del concreto hidráulico debido a que no existía planta de concreto premezclado cercano a la zona de construcción de la planta de tratamiento. En el contorno inmediato de Ciudad Altamirano no se encontraron bancos de arena de calidad de acuerdo a normas, en cuanto a la grava existía una planta trituradora en la zona pero con producción limitada ya que no es muy importante y común la demanda de materiales de calidad en la zona, generalmente se utilizan para la edificación en la región material denominado grava-arena obtenido de los bancos que se van conformando sobre la margen izquierda y derecha de los cauces de los ríos Balsas y Cutzamala explotados en época de estiaje, mismos que no se pueden utilizar en construcciones de otra magnitud debido a que no existe ningún control en la proporción de los agregados para la fabricación del concreto, no satisfaciendo las normas para ser utilizados. De la arena obtenida del cribado del material base de uno de los bancos, se mando a analizar en el laboratorio su composición y propiedades mecánicas, el mismo seguimiento se llevó a cabo con la grava triturada para de esta manera se analizara en el laboratorio y determinar sus características de calidad de tal manera que se pudiera obtener un mezcla óptima de dosificación, para garantizar que el concreto que se fabricaría en obra cumpliera con el grado de resistencia requerido para este tipo de estructuras, que en este caso fue de $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$. Como se comentó, la producción de la grava es limitada por lo que se vio en la necesidad de realizar almacenaje de los materiales pétreos (arena y grava) dentro del área de construcción destinada para la planta con la finalidad de tener disponibilidad y control de estos de acuerdo a los tiempos de los colados de las estructuras. Otra alternativa de solución era adquirir los materiales pétreos arena y grava de los bancos explotados muy cercanos a la carretera federal No 134 en las localidades de San Pedro Tejalpa y San Juan de las Huertas del Municipio de Zinacantepec, con el inconveniente de elevados costos de fletes para transportarlos hasta Ciudad Altamirano, elevando sustancialmente el costo parcial y final de la construcción de las estructuras de la planta.

Posterior al análisis en el laboratorio de los materiales de la región se recomendó preparar la proporción de la mezcla con cemento tipo CPC 30R, grava-arena, grava triturada y agua, para obtener la resistencia de proyecto del concreto $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$.

V.- EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES AL PROYECTO EJECUTIVO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD ALTAMIRANO.

Una vez evaluado y modificado el proyecto ejecutivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano propuesto por la empresa Ingeniería Integral MAV S.C. y aceptada la propuesta de la Empresa V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

del Estado de Guerrero, se procedió a la construcción, equipamiento y puesta en marcha de la PTAR bajo la supervisión de su personal técnico.

V.1.- Una de las primeras propuestas fue la construcción de un puente vehicular de concreto armado de dos carriles, para cruzar un arroyo intermitente sin nombre, que en época de lluvias incrementa su tirante y no permite el acceso a la PTAR, tanto del personal profesional, obrero, transporte de materiales y equipos electromecánicos y de proceso.

V.2.- Otro de los cambios sustanciales fue el diseño y la construcción de cajas distribuidoras tipo torre de concreto armado, con compuertas de acero y vertedores proporcionales para aprovechar la carga hidráulica ya que trabajan por gravedad, y permiten una distribución proporcional del gasto hacia las estructuras de proceso, reduciendo costos de operación en virtud que se evita bombes innecesarios que ocasionarían pagos de energía eléctrica y suministro e instalación de equipos de bombeo.

V.3.- Se eliminó el reactor biológico del proceso ya que el sistema de filtros rociadores satisface las normas ecológicas NOM-001-SEMARNAT-1996 Y NOM-003-SEMARNAT-1997 proporcionando los parámetros del agua tratada: demanda bioquímica de oxígeno, sólidos sedimentables totales, demanda química de oxígeno, grasas y aceites, huevos de helminto, coliformes fecales entre otros.

V.4.- Fueron eliminados dos cárcamos de recirculación con sus respectivos equipos de bombeo, así como las instalaciones hidráulicas, eléctricas y sanitarias, evitando costos innecesarios de obra civil, equipamiento, pago de energía eléctrica y una caja distribuidora.

V.5.- Se diseñó y construyó un cárcamo de bombeo de concreto armado con sus respectivos equipos de bombeo, instalaciones hidráulicas, eléctricas y sanitarias para llevar a cabo el vertido de las aguas tratadas hacia el cauce del río Cutzamala en época de lluvias, para salvar la altura del tirante que se incrementa en esa época. De no hacerlo, causarían inundaciones en el área de la planta, impactando al interrumpir el proceso de operación y mantenimiento de la PTAR.

V.6.- Con la finalidad de evitar la socavación del talud que conforma el bordo perimetral que está en contacto con la corriente del río Cutzamala, se diseñaron y colocaron gaviones en la parte externa del talud, reforzando el bordo perimetral y a su vez evitando posibles inundaciones a la PTAR.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La empresa V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V. representada por Martin Villalobos Jandete modificó, diseñó, construyó, puso en marcha y operación dos módulos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano en dos etapas, cuyo producto final fue el agua tratada que satisface los parámetros exigidos por la normas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997, DBO₅ a 20° C, DQO, SST, grasas y aceites, coliformes fecales, huevos de helminto, entre otros. Una vez concluida la construcción, puesta en marcha y operación de la PTAR en un primer módulo, fue recibida a satisfacción de las autoridades Municipales, Estatales y Federal representadas por el Municipio de Pungabarato, la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Guerrero y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), inmediatamente entregada al organismo operador del municipio de Pungabarato, del Estado de Guerrero para la continuación de su operación y mantenimiento.

Objetivos cumplidos.

- Se ha construido y puesto en marcha los dos módulos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Altamirano, estado de Guerrero, ya que actualmente se encuentra en operación, dando los resultados y cumpliendo con los parámetros que exigen las normas.
- El gasto medio de la primera y segunda etapa que actualmente trata la PTAR de Ciudad Altamirano es de 40.00 l.p.s. por módulo, dando un total de 80.00 l.p.s. de gasto medio tratado.
- Las aguas residuales aportadas por la población asentada en Ciudad Altamirano y la población flotante de los estados de Guerrero, Michoacán y Estado de México que tienen trato comercial en el área de proyecto son tratadas actualmente, evitando la contaminación de los cuerpos receptores.
- Se ha cumplido con el compromiso de los gobiernos federal, estatal y municipal, para la clarificación de las Aguas Residuales, satisfaciendo las leyes y reglamentos de aguas nacionales.

A continuación enumero algunas recomendaciones para el diseño, proyecto ejecutivo, construcción y operación de Plantas de Tratamiento de aguas residuales de las ciudades, comunidades y nuevos centros de población del país:

- 1).- Realizar un cálculo preliminar de la población de proyecto al período de diseño de la PTAR, determinando la dotación, aportación y datos de proyecto para obtener preliminarmente el área requerida para el sembrado de la planta de acuerdo al proceso biológico de tratamiento.
- 2).- Disponer de la cesión de derechos del terreno y pasos de servidumbre donde se proyectará y construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, en virtud que se presentan condiciones adversas generalmente para la obtención del área para la construcción de la planta de tratamiento.
- 3).- Realizar los estudios preliminares y básicos, caracterización y aforo de las aguas residuales, topografía, mecánica de suelos, información de las condiciones climatológicas de la zona de proyecto por ingenieros y técnicos del ramo.
- 4).- Posteriormente a la información preliminar y básica se realizará el proyecto ejecutivo integral por cualesquiera de los procesos de tratamiento generalmente biológicos, que sean proyectados por grupos interdisciplinarios con el conocimiento y la experiencia que avale los resultados.
- 5).- Utilizar preferentemente tecnología nacional en el diseño de los equipos electromecánicos y de proceso, evitando la dependencia de tecnología extranjera, sin dejar de utilizar herramientas extranjeras que fortalezcan al proyecto y que no se fabrique en el país.
- 6).- Elaborar el estudio de impacto ambiental para trámite, pago de derechos ante SEMARNAT para la autorización, aprobación de la construcción y puesta en marcha de la PTAR.
- 7).- Conformar y preparar grupos interdisciplinarios de ingenieros y técnicos en las diferentes ramas para el diseño, construcción y puesta en marcha de las plantas de tratamiento de Aguas Residuales.
- 8).- Elegir personal que cumpla generalmente de zona con el perfil y los conocimientos para la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- 9).- Capacitar permanentemente el personal contratado que ha llenado el perfil para la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales.
- 10).- El grupo contratado que opera y mantiene las plantas de tratamiento de aguas residuales deberá percibir salarios dignos, a fin de crecer profesionalmente, personalmente, familiarmente y tener la certeza que desempeña sus labores con equidad.
- 11).- De preferencia, se recomienda que las estructuras de proceso trabajen por carga hidráulica, evitando gastos onerosos de energía eléctrica y se limiten el uso de reactivos en las Plantas de tratamiento de Aguas Residuales.

12).- El organismo operador de la planta deberá aspirar a la comercialización y venta del agua tratada.

PROCESOS BIOLÓGICOS CONVENCIONALES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Los Procesos Biológicos pueden ser Primarios y Secundarios.

A.- PROCESOS BIOLÓGICOS PRIMARIOS

En los procesos biológicos primarios se simplifica la fase líquida que incluye pretratamiento, sedimentación, no así los sólidos que contemplan digestión, espesamiento y deshidratación de lodos a continuación los mencionamos.

A.1.- SEDIMENTADOR PRIMARIO.

El tanque sedimentador primario en la fase líquida tiene una remoción de la DBO₅ a 20° C de 30% por lo que es indispensable que disponga de un cuerpo receptor para su dilución y remoción final. La fase sólida: requiere tratamiento de lodos: digestión, espesamiento y deshidratación en lechos de secado o filtros prensa banda.

A.2.- TANQUE IMHOFF.

Esta constituido por tres cámaras sedimentación, espumas y digestión de lodos, la ventaja de este proceso sobre el anterior es que incluye la digestión de lodos los cuales se extraen y se retiran cada 6 meses utilizándolos en el mejoramiento de suelos para mejorar los cultivos restringidos en la agricultura. La remoción de la DBO₅ 20° C es de 30% por lo que es indispensable que disponga de un cuerpo receptor para su dilución y remoción final.

En los dos casos para su viabilidad es indispensable que se cuente con un cuerpo receptor cuya capacidad garantice que se tendrá una dilución y remoción a fin de que no se contamine este. La fase líquida se conduce a un cuerpo receptor puede ser un río, un lago o el vertido al mar mediante una línea que trabaje a gravedad o bombeo convirtiéndose en un emisor submarino.

B.- PROCESOS BIOLÓGICOS SECUNDARIOS

Los procesos secundarios requieren de pretratamiento, fase líquida: sedimentación primaria, reactor biológico, sedimentación secundaria y desinfección, fase sólida: espesadores, digestores y deshidratación de lodos en lecho de secado o filtro prensa banda, siguiendo el orden enunciado y en función de su viabilidad se consignan a continuación los procesos secundarios siguientes:

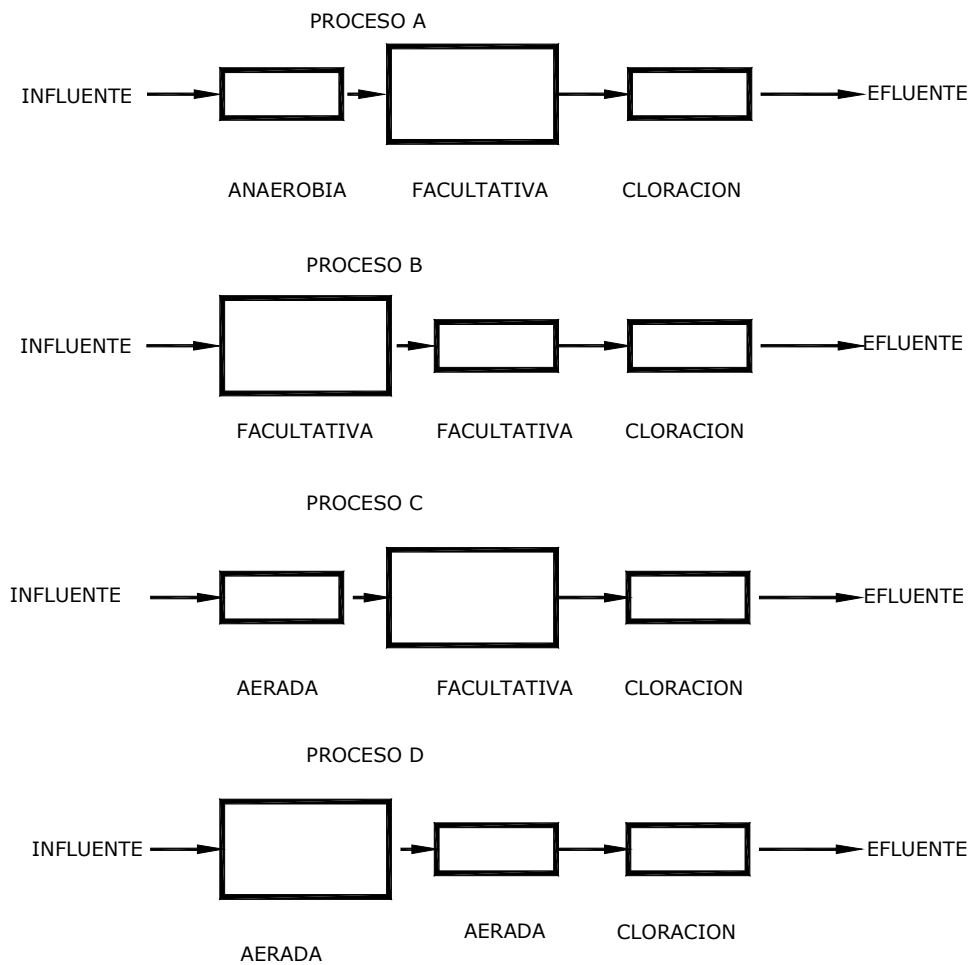
- B.1.- Lagunas de Estabilización naturales: Anaerobias y Facultativas o Facultativas en Serie.
- B.2.- Lagunas de estabilización combinadas: Aereada y Natural.
- B.3.- Lagunas Aereadas en dos pasos.

- B.4.- Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente: RAFA.
- B.5.- Filtros Rociadores: Una o Dos Etapas.
- B.6.- Aeración Extendida.
- B.7.- Zanjas de Oxidación.
- B.8.- Discos Biológicos.
- B.9.- Lodos Activados: Proceso Convencional.

Conviene señalar que los procesos de aeración extendida y zanjas de oxidación corresponden con modalidades simplificadas de los lodos activados (proceso convencional).

En los esquemas siguientes se ilustran los procesos Biológicos Secundarios enumerados.

DIAGRAMAS DE FLUJO
ESTRUCTURAS DE PROCESO DE LAGUNAS
DE ESTABILIZACION: Variantes



DIAGRAMAS DE FLUJO

ESTRUCTURAS DE PROCESO DEL REACTOR ANAEROBICO DE FLUJO ASCENDENTE

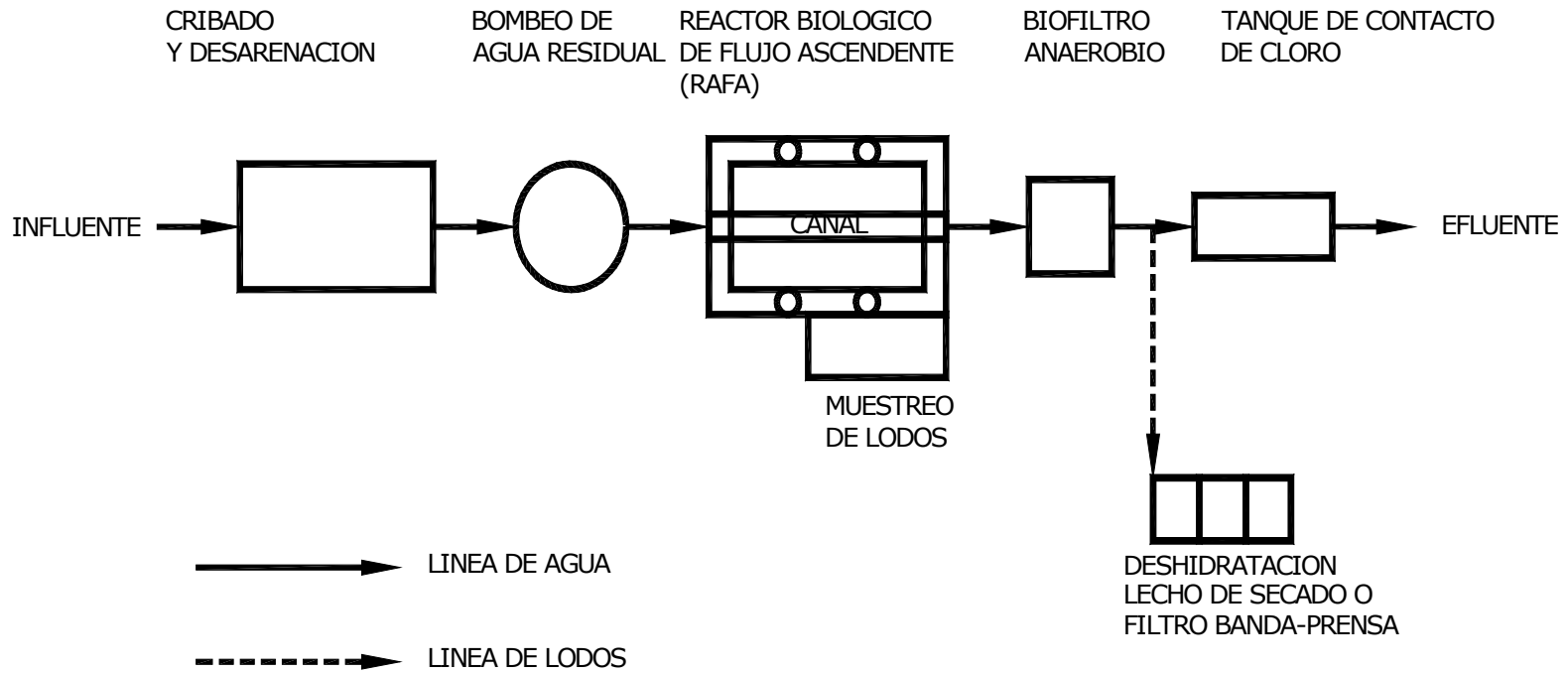


DIAGRAMA DE FLUJO PARA ESTRUCTURAS DE PROCESO PARA FILTROS ROCIADORES

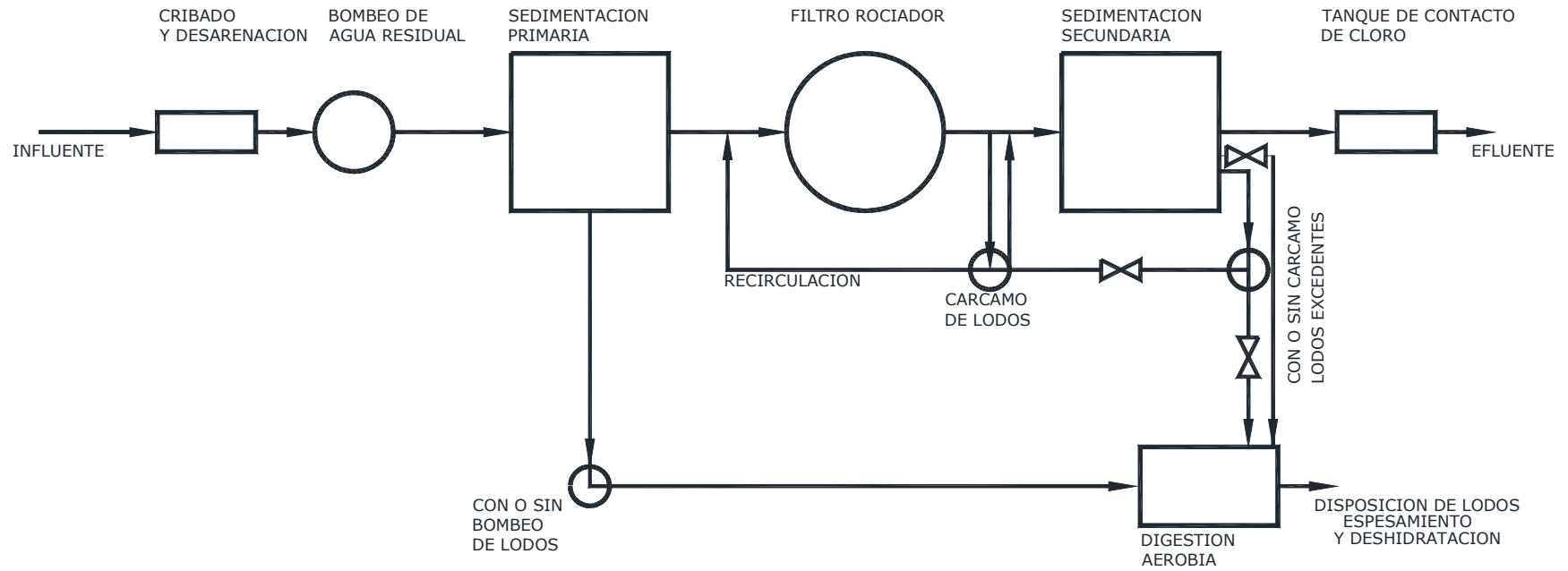


DIAGRAMA DE FLUJO ESTRUCTURAS
DE PROCESO DE AERACION EXTENDIDA

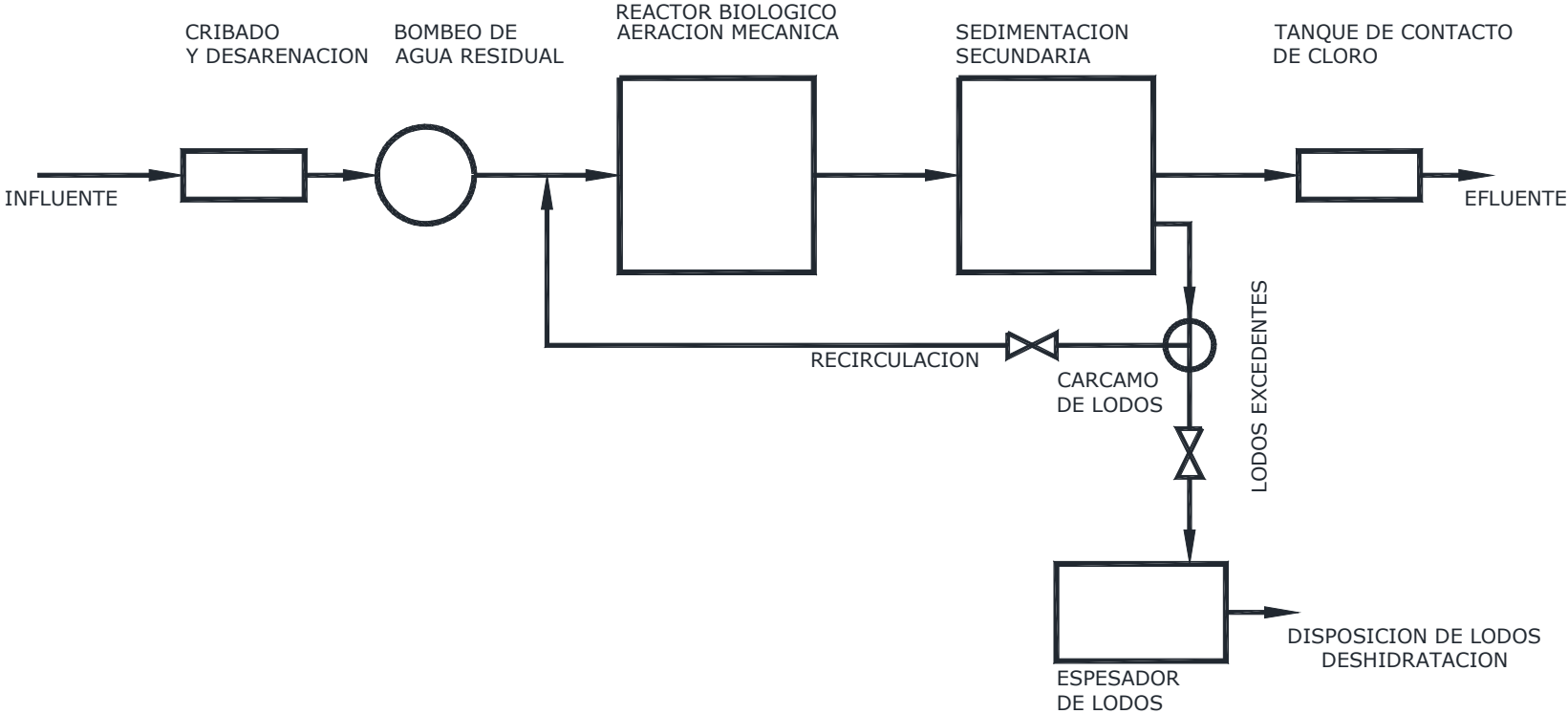


DIAGRAMA DE FLUJO ESTRUCTURAS DE
PROCESO DE ZANJAS DE OXIDACION: AERACION EXTENDIDA

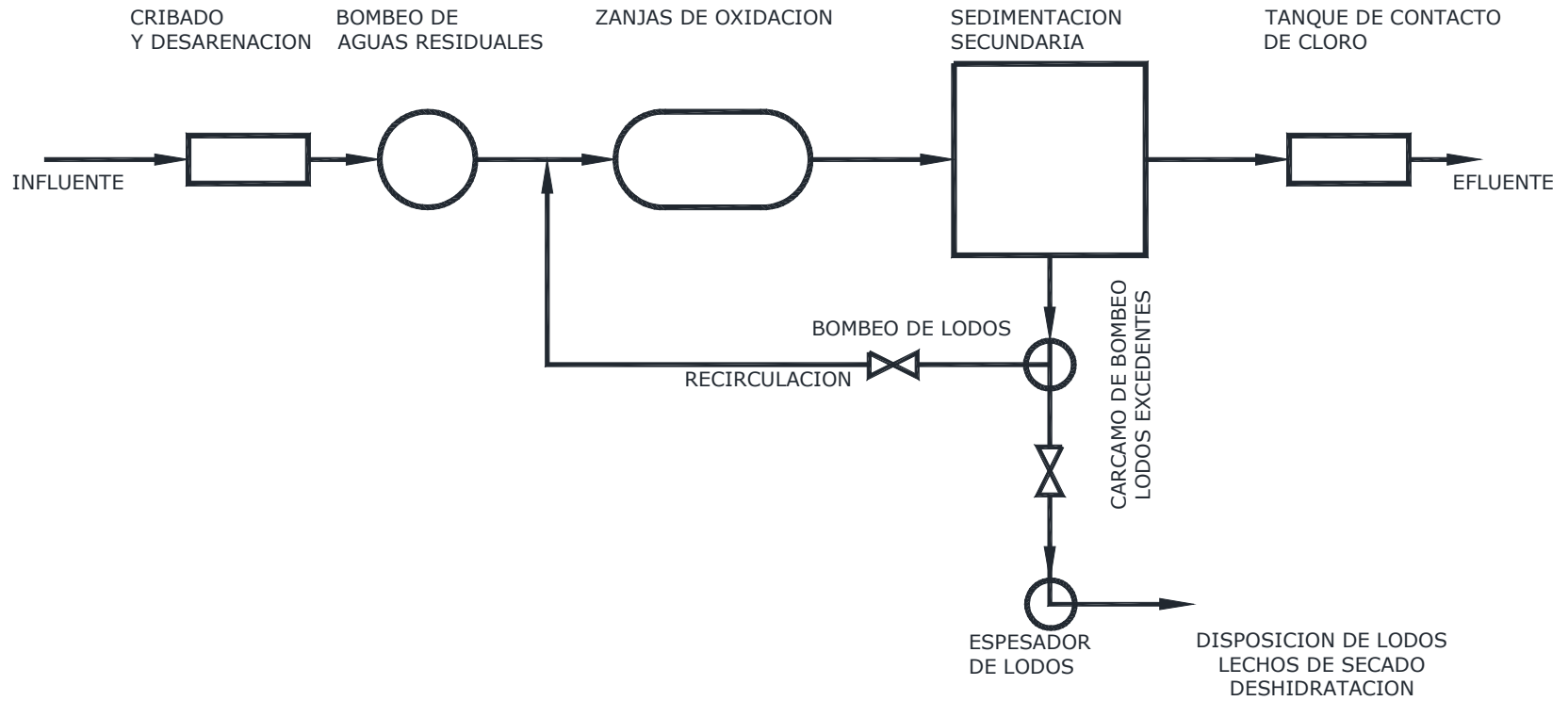


DIAGRAMA DE FLUJO ESTRUCTURAS DE PROCESO PARA BIODISCOS

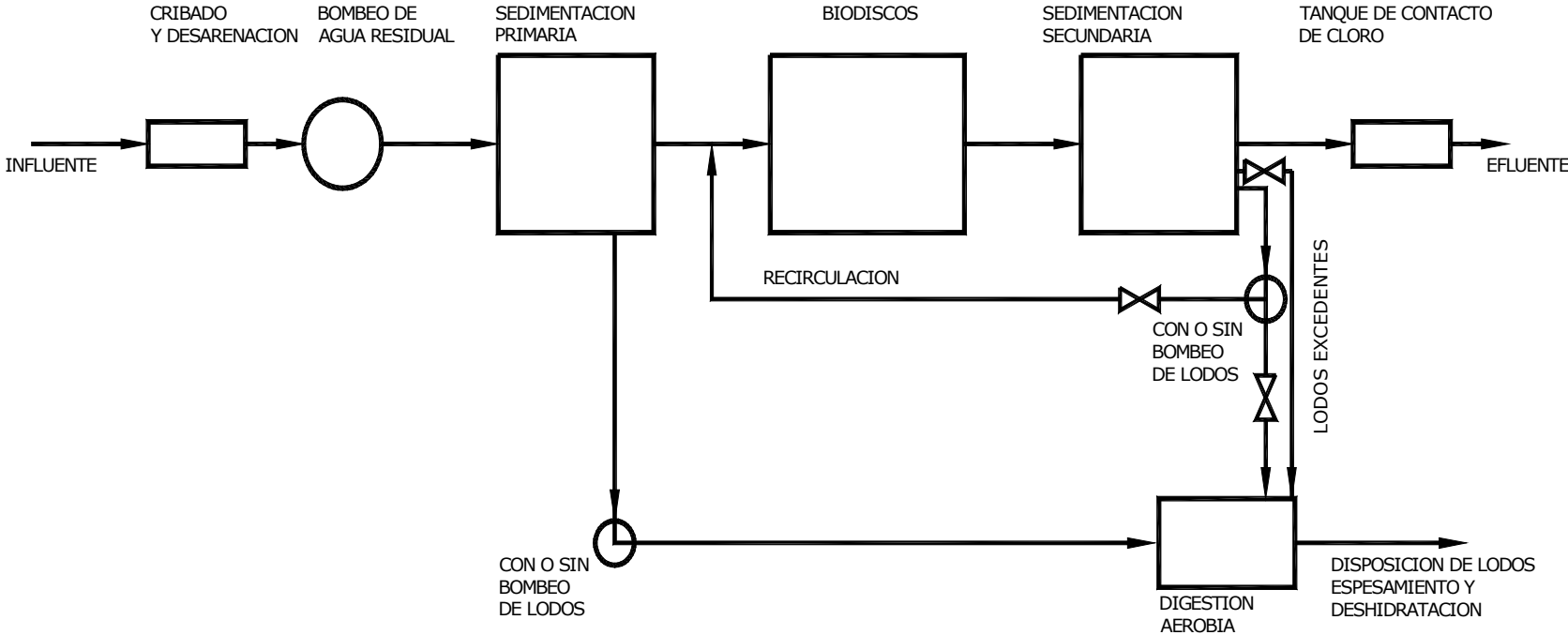
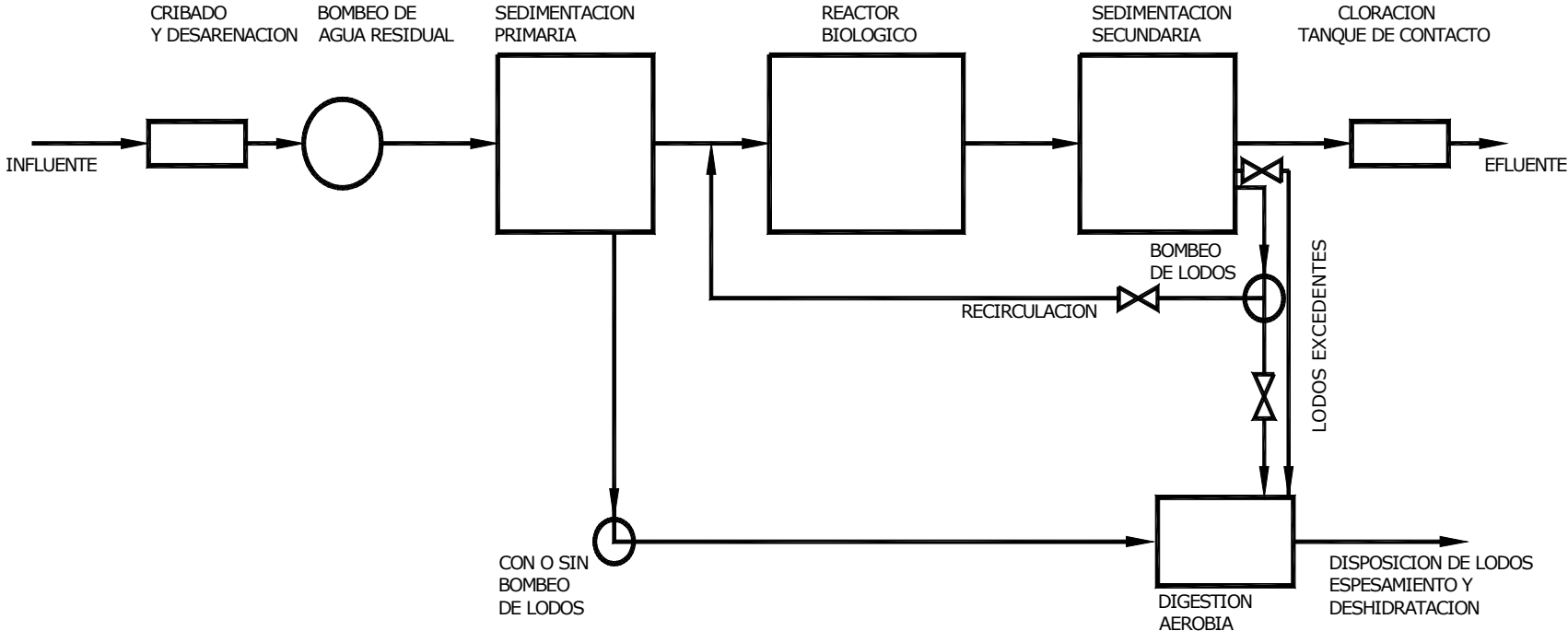


DIAGRAMA DE FLUJO ESTRUCTURAS
DE PROCESO PARA LODOS ACTIVADOS
(PROCESO CONVENCIONAL)



REPORTE FOTOGRAFICO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD ALTAMIRANO, ESTADO DE GUERRERO.

PRIMERA ETAPA



Obsérvese: arroyo intermitente sin nombre para ingresar a los terrenos donde se construyó la planta de tratamiento de Aguas residuales.



Obsérvese: Avance de la construcción del puente de mampostería de piedra braza sobre el arroyo sin nombre para complementar la capacidad de gasto que circula por dos tuberías de concreto reforzado de 1.22 m de diámetro para ingresar a los terrenos donde se construyó la planta de tratamiento de aguas residuales.



Obsérvese: Trazo para el desplante de la estructura de pretratamiento de la PTAR.



Obsérvese: Excavación del material denominado grava-arena a cielo abierto con maquinaria pesada en presencia de agua para el desplante de las estructuras de pretratamiento y cárcamo de aguas crudas, y los equipos de bombeo de achique de 76 mm (3") de diámetro para el desalojo del agua freática.



Obsérvese: Plantilla terminada del cárcamo de agua cruda hasta una profundidad de 7.80 m con respecto al nivel de terreno natural, conformada de piedra bola de 15 a 20 cm de diámetro cuyos huecos fueron cubiertos con mezcla de concreto en seco de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en presencia de agua, en la parte posterior se encuentran trabajando los equipos de bombeo de achique de 76 mm (3") de diámetro para evitar la acumulación del agua freática en el área de trabajo



Obsérvese: Avance del cárcamo de Bombeo de aguas crudas hasta 4.88 m de altura con respecto al nivel desplante, preparando el armado con varillas $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 5, y la compactación al 60% de la prueba proctor estándar con material producto de la excavación con rodillo vibratorio.



Obsérvese: Avance de la construcción de las estructuras de cárcamo de bombeo de aguas crudas y pretratamiento armado con varillas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 4, cimbra de madera de triplay de 19 mm de espesor en la cara exterior del cárcamo y cara interior del pretratamiento, así como los equipos de bombeo de 102 mm (4") y 76 mm (3") de diámetro de descarga para desalajo del agua del nivel freático.



Obsérvese: Avance de las estructuras de Pretratamiento y cárcamo de aguas crudas construidas con concreto de $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ armadas con acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 4 y #5 respectivamente



Obsérvese: Avance de la estructura del pretratamiento donde se esta realizando el colado de concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y cimbra interior y exterior de madera de triplay de 19 mm de espesor en pretratamiento y sedimentador primario troquelada con moños entre el triplay y los polines a fin de darle rigidez a la cimbra



Obsérvese: Avance de la estructura del sedimentador primario donde se esta realizando el cimbrado interior con madera de triplay de 19 mm de espesor la obra falsa y los andamios utilizados durante la ejecución de los trabajos



Obsérvese: Excavación del material denominado grava-arena a cielo abierto con maquinaria pesada en presencia de agua para el desplante de la estructura de Filtro rociador así como la carga del material producto de la excavación para su retiro fuera de la obra.



Obsérvese: Trazo para el desplante de la estructura de Filtro rociador, en la parte superior se encuentran trabajando el equipo de bombeo de achique de 102 mm (4") de diámetro de descarga para evitar la acumulación del agua freática en el área de trabajo



Obsérvese: Construcción Plantilla del filtro rociador conformada de piedra bola de 15 a 20 cm de diámetro cuyos huecos fueron cubiertos con mezcla de concreto en seco de $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en presencia de agua, así como la construcción de muros perimetrales de tabique rojo para formar los canales perimetrales y centrales de la losa de cimentación, en la parte superior se encuentran trabajando los equipos de bombeo de achique de 76 mm (3") de diámetro para evitar la acumulación del agua freática en el área de trabajo



Obsérvese: Avance del filtro rociador armado con varillas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 6 en losa de cimentación y los muros, así mismo se está realizando la colocación de la cimbra perimetral con madera de triplay de 19 mm de espesor en la losa y en las plataformas interiores.



Obsérvese: Construcción del falso fondo para sostener el medio filtrante armado con varillas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 4 en columnas y trabes, así mismo se inicia con el montaje del equipo mecánico del filtro rociador.



Obsérvese: El equipo mecánico montado en la columna central del filtro rociador además de la colocación de los módulos del empaque filtrante de pvc para darle mayor eficiencia al proceso de tratamiento, colocados sobre las trabes del falso fondo.



Obsérvase: construcción de plantilla de concreto simple $f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$ desplantada sobre capa compactada con material de banco tepetate al 95% de la prueba proctor estándar, al centro se aprecia muro de tabique rojo para cimbra de tolva y tubería de pvc de 203 mm (8") de llegada del influente a la columna central y salida de lodos hacia el cárcamo de lodos primarios.



Obsérvase: Avance de la construcción del sedimentador secundario, cimbra perimetral de losa de cimentación y muros de la estructura, con acero de refuerzo $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 6, los armados en la cimentación con separación 16 cm perimetralmente y a 21 cm radialmente, armado de muros en el sentido vertical a cada 20 cm y en sentido horizontal a cada 25 cm de separación.



Obsérvese: Avance de la estructura del sedimentador secundario donde se esta realizando el cimbrado interior con madera de triplay de 19 mm de espesor, con obra falsa y los andamios utilizados durante la ejecución de los trabajos para la conclusión de los muros y el canal perimetral de la estructura.



Obsérvese: Compactación del terreno natural al 60% de la prueba proctor estándar, también se aprecia la excavación para el desplante del dentellón de la cimentación de la caja distribidora No 2



Obsérvese: Avance de la estructura caja distribuidora No 2 armada con varillas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 4 a cada 15 cm en ambos sentidos en dos lechos vertical y horizontal.



Obsérvese: Avance de la caja distribuidora No 5, habilitando cimbra de madera de triplay de 19 mm de espesor rigidizada con barrotes en el sentido vertical y en el sentido horizontal con moños y polines con dimensiones de $0.10 \times 0.10 \times 3.05 \text{ m}$



Obsérvese: estructura de espesador de lodos de concreto armado terminada, pasillo de operación con barandal y montaje del mecanismo del motoreductor que permite que el sistema gire perimetralmente sobre su eje central para disminuir la carga líquida de la mezcla hacia su paso al digestor de lodos.



Obsérvese: el proceso de colocación y compactación del material denominado tepetate compactado al 95% de la prueba proctor estándar en capas de 20 cm para la conformación de una de las vialidades, guarniciones, subestación eléctrica tipo poste de 150 KVA y edificio de operación terminado de la PTAR.



Obsérvese: Estructuras terminadas con montajes de mecanismos para el proceso de filtros rociadores, edificio de operación, caseta de cloración, cajas distribuidoras, sedimentadores primario y secundario, cárcamo de recirculación, espesador de lodos, digestor de lodos, tanque de contacto de cloro y estructura para medidor parshall de la PTAR.



Obsérvese: muro de la caseta de cloración, donde quedan anclados los equipos; bomba de ayuda, dosificador de cloro y regulador de cloro, tuberías eléctricas de alimentación y tuberías de inyección de gas cloro que irán al tanque de contacto de cloro



Obsérvese: Vista parcial de Jardinería, subestación eléctrica tipo poste de 150 KVA, nicho de medición e interruptor general, vialidad, banquetas y guarniciones, pretratamiento, cárcamo de bombeo de aguas crudas, caja distribuidora No 1 con barandales, sedimentador primario, filtro rociador de estructuras terminadas de la PTAR.



Obsérvese: Vista parcial de Jardinería, subestación eléctrica tipo poste de 150 KVA, nicho de medición e interruptor general, vialidad, banquetas y guarniciones, alumbrado exterior, cárcamo de bombeo de aguas crudas, caja distribuidora No 1 con barandales, pozos de visita de drenaje sanitario, rejillas de piso y banqueta del drenaje pluvial.



Obsérvese: Vista parcial de Jardinería, vialidades, banquetas y guarniciones, alumbrado exterior, cárcamo de bombeo de aguas crudas, cajas distribuidoras con barandales, pozos de visita de drenaje sanitario, rejillas de piso y banqueta del drenaje pluvial, sedimentadores primario y secundario, filtro rociador, marco portátil para izaje de equipos de bombeo y bordo perimetral de obra terminada de la PTAR.



Obsérvese: Calidad del agua del influente en caja distribuidora No 1 posterior al pretratamiento y cárcamo de aguas crudas de la PTAR.



Obsérvese: Calidad del agua del efluente posterior al sedimentador secundario de la PTAR.



Obsérvese: al C. C.P. Zeferino Torreblanca Galindo, Gobernador constitucional del estado de Guerrero, en el presídium durante la entrega al H. Ayuntamiento de Pungarabato de las instalaciones para el arranque y puesta en operación de la planta de tratamiento de aguas residuales de ciudad Altamirano, Estado de Guerrero.

REPORTE FOTOGRAFICO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD ALTAMIRANO, ESTADO DE GUERRERO.

SEGUNDA ETAPA



Obsérvese: excavación en material denominado grava-arena para desplante de sedimentador primario con su respectiva tolva donde se aprecia el agua del nivel freático.



Obsérvese: Losa de cimentación con acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 6, los armados en la cimentación con separación 16 cm perimetralmente y a 21 cm radialmente en dos lechos, armado de muros en el sentido vertical a cada 20 cm y en sentido horizontal a cada 25 cm de separación en ambos lechos.



Obsérvese: Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 6, armado de muros en el sentido vertical a cada 20 cm y en sentido horizontal a cada 25 cm de separación en ambos lechos, banda de pvc de 152 mm (6") de ancho para evitar fugas en la junta fría al realizar el siguiente colado de los muros del sedimentador primario, también se aprecia la construcción de una caja de operación de válvulas de la primera etapa, así como el edificio de operación.



Obsérvese: Obra civil terminada del sedimentador primario e inicio del montaje del mecanismo de tracción central.



Obsérvese: Excavación del material denominado grava-arena a cielo abierto con maquinaria pesada en presencia de agua para el desplante de la estructura de Filtro rociador así como la carga del material producto de la excavación para su retiro fuera de la obra.



Obsérvese: Proceso constructivo del filtro rociador, muro de tabique para formar canales perimetrales y centrales, distribución de material producto de la excavación compactado al 60% de la prueba proctor estándar para formar plataformas de la losa de cimentación central, armado con varilla # 6, separación a cada 25 cm radialmente y a cada 20 cm en sentido perimetral en dos lechos, cimbra perimetral de la frontera del dentellón de la losa de cimentación.



Obsérvese: Avance de la construcción del filtro rociador, cimbra de contacto interior y exterior con madera con triplay de 19 mm de espesor en muros a una altura de 4.88 m con respecto al nivel de desplante, obra falsa y andamiaje, banda de pvc de 152 mm (6") de ancho que actúa como junta fría para evitar fugas al realizar el siguiente colado, presencia de agua del nivel freático.



Obsérvese: Obra civil del filtro rociador terminada caja de ventilación natural para la oxigenación de bacterias, retiro de cimbra de contacto



Obsérvese: Descimbrado de las trabes que forman el falso fondo del filtro rociador coladas con concreto $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$, armado de la columna central con acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 8 y estribos de #4 a cada 15 cm y tubería de llegada de 203 mm (8") de diámetro.



Obsérvese: El equipo mecánico montado en la columna central del filtro rociador además de la colocación de los módulos del empaque filtrante de pvc para darle mayor eficiencia al proceso de tratamiento, colocados sobre las trabes del falso fondo.



Obsérvese: construcción de muro de tabique para cimbra de tolva y tubería de pvc de 203 mm (8") de llegada del influente a la columna central y salida de lodos hacia el cárcamo de lodos primarios.



Obsérvese: Proceso constructivo de la capa compactada con material de banco, tepetate al 95% de la prueba proctor estándar, realizando acciones de papeo, compactación con rodillo vibratorio y afine de los taludes con herramienta menor.



Obsérvese: colocación de plantilla de concreto simple de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ hecho en obra para recibir acero de refuerzo de la cimentación y desplante de muros del sedimentador secundario.



Obsérvese: colado de losa de cimentación una vez colocado el acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 6 y la banda de pvc de 152 mm (6") de ancho, armados de cimentación con separación 16 cm perimetralmente y a 21 cm radialmente, muros en el sentido vertical a cada 20 cm y en sentido horizontal a cada 25 cm de separación en dos lechos.



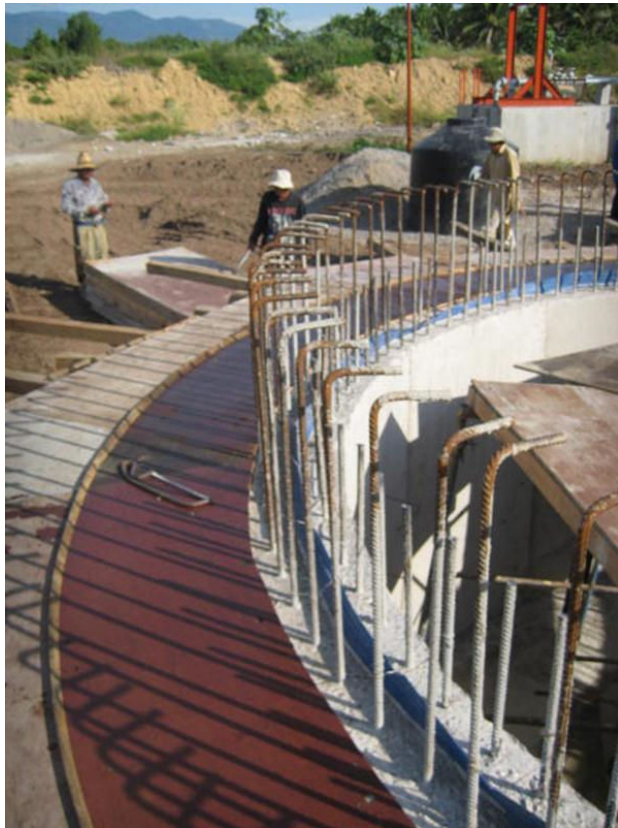
Obsérvese: Cimbra de contacto con madera de triplay de 19 mm de espesor y obra falsa hasta una altura de 2.44 m y preparación para el colado de muros del sedimentador secundario con concreto hecho en obra con impermeabilizante integral de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$.



Obsérvese: Excavación en material denominado grava-arena en presencia de agua a 2.00 m de profundidad para desplante del espesor de lodos.



Obsérvese: plantilla terminada de concreto simple hecho en obra de $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$, colocación de acero de refuerzo de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 5 con separación a cada 15 cm perimetral y radialmente en losa de cimentación en dos lechos para el espesor de lodos, tubería de salida de lodos de 102 mm (4") de diámetro hacia el digester de lodos.



Obsérvese: cimbra de contacto de madera de triplay de 19 mm y chaflán para delimitar el ancho de la losa de fondo del canal perimetral del espesor de lodos, colocación de banda de pvc de 152 mm (6") de ancho para evitar fugas en la junta fría al realizar el siguiente colado de la parte final del muro.



Obsérvese: Plantilla de terminada de concreto simple hecho en obra de $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ colocación de acero de refuerzo de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 5 con separación a cada 20 cm en sentido longitudinal y 15 cm en sentido transversal en losa de cimentación en dos lechos para el digester de lodos.



Obsérvese: armado de muros con acero de refuerzo de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 5 con separación a cada 20 cm en sentido horizontal y 20 cm en sentido vertical en dos lechos para el digester de lodos. Armado de columnas con 6 varillas del #6 y estribos del #3 a cada 15 cm.



Obsérvese: Procedimiento para fabricación y colado de concreto hecho en obra con impermeabilizante integral de $f'c= 250 \text{ kg/cm}^2$, el equipo empleado para la fabricación fueron: tres revolvedoras de 1 saco, hormigonera autosificante de 1.00 m^3 de capacidad, bomba de concreto, canalón habilitado en obra de madera para alimentación a la tolva de la bomba de concreto, vibrador de inmersión y motobomba de 76 mm (3") de descarga para alimentación de agua a los tinacos de 1,100 lts de capacidad.



Obsérvese: cimbra de contacto interior y exterior con madera con triplay de 19 mm de espesor en muros a una altura de 2.44 m con respecto al nivel de desplante rigidizada con barotes en el sentido vertical y en el sentido horizontal con moños y polines con dimensiones de $0.10 \times 0.10 \times 3.05 \text{ m}$ en el digestor de lodos.



Obsérvese: Trazo y excavación de zanjas con maquinaria pesada para la instalación de tubería de tubería de pvc serie DI alcantarillado de 350 mm (14") de diámetro para el drenaje pluvial de la PTAR.



Obsérvese: Excavación de zanjas con maquinaria pesada para alojamiento e instalación de tubería de tubería de pvc serie DI alcantarillado de 350 mm (14") de diámetro para el drenaje pluvial de la PTAR.



Obsérvese: Construcción de pozo de visita construido con tabicón con escalones a base de varilla de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ del # 5 aplanado con mortero cemento arena 1:3.



Obsérvese: Excavación en material denominado grava-arena con maquinaria para alojar tubería de polietileno de alta densidad de 203 mm (8") de diámetro para la interconexión de sedimentador primario a cárcamo de bombeo de lodos primarios.



Obsérvese: equipo de termofusión para termofusionar tubería de polietileno de alta densidad RD 17 para alcantarillado de 152 mm (6") y 203 mm (8") de diámetro en interconexiones de unidades de proceso de la PTAR.



Obsérvese: Múltiple y tren de descarga conformados con piezas especiales de acero al carbón de 152 mm (6") de diámetro en cárcamo de bombeo de agua cruda.



Obsérvese: trabajos de pailería en tubería de acero al carbón cedula 40 de 102 mm (4") de diámetro para descarga de caja de natas del sedimentador primario.



Obsérvese: Suministro de equipo mecánico de proceso para el sedimentador primario fabricado placa de acero cedula 30 incluye: pasillo, barandal, puente, pozo de alimentación, columna, rastras, desnatador, baffles, jaula, vertedores, caja de natas, anclas, barreanclas tipo hilti, acabado sand-blast/epoxico en color institucional de la dependencia.



Obsérvese: Montaje de columna central, pozo de alimentación, motoreductor, y brazos de rastras del sedimentador primario fabricado con placa de acero al carbón cedula 30.



Obsérvese: Excavación con maquinaria pesada en material denominado grava-arena para formación de caja que posteriormente será rellena con material de banco tepetate con la humedad optima colocada en capas de 20 cm y compactada al 95% de la prueba proctor estándar con rodillo vibratorio.



Obsérvese: construcción de guarniciones, banquetas y relleno de caja con material de banco tepetate con la humedad optima colocada en capas de 20 cm y compactada al 95% de la prueba proctor estándar con rodillo vibratorio y afine de la superficie con herramienta menor.



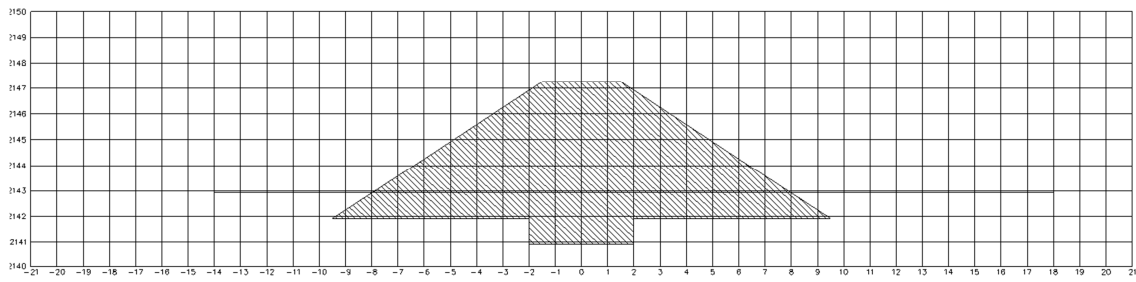
Obsérvese: Colocación de malla electrosoldada 6-6-10/10 de $f_y = 50 \text{ kg/mm}^2$ en construcción de vialidad para suplir los efectos de agrietamiento por temperatura en la losa de concreto de 15 cm de espesor de $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y colocación de cimbra tubular en la frontera central para seccionar las dimensiones de los cuadros que forman las losas de transito de la vialidad.



Obsérvese: malla colocada electrosoldada 6-6-10/10 de $f_y = 50 \text{ kg/mm}^2$ y colado de losas de concreto de $3.50 \times 3.50 \times 0.15 \text{ m}$ de espesor de $f_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ con hormigonera autodosificante y colocación de cimbra tubular en la frontera central para seccionar las dimensiones de los cuadros que forman las losas de tránsito de la vialidad.



Obsérvese: Vialidad terminada, aplicación de pintura amarillo tráfico en guarniciones, alcantarilla de piso para alcantarillado pluvial, postes y luminarias de alumbrado exterior.



ESTACION 0+200



Obsérvese: construcción de bordo perimetral con dentellón de sección de 1.00 x 4.00 m a lo largo de su eje, conformado con material de banco tepetate con la humedad óptima, compactado en capas de 20 cm de espesor al 95% de la prueba proctor estándar con taludes 1:2 afinados, de altura variable y ancho de terminado de corona de 3.00 m, luminarias y vialidad terminada.



Obsérvese: Construcción de registro eléctrico para alojar tuberías de pvc eléctrico tipo pesado de diversos diámetro para alojar cables de diferentes calibres para fuerza, control, alumbrado exterior y energizar equipos de bombeo de diferentes capacidades y equipos de proceso, sedimentadores primarios y secundarios, espesador de lodos, digestor de lodos, caseta de cloración y medidor de flujo electrónico de la PTAR.



Obsérvese: Proceso de montaje de gabinete y conexión de los módulos del centro control de motores que contiene interruptores termomagnéticos, arrancadores magnéticos a tensión plena, relevadores, transformador seco, banco de capacitores y botoneras de arranque y paro de los equipos de la PTAR.



Obsérvese: Estructuras de proceso terminadas: Edificio de operación, sedimentador secundario, cajas distribuidoras, espesadores de lodos, digestores de lodos, tanque de contacto de cloro, alumbrado exterior, vialidad de concreto hidráulico, bordo perimetral y cárcamo de agua tratada equipado con bombas verticales, piezas especiales y múltiple de descarga al río Cutzamala de la PTAR.



Obsérvese: Estructuras de proceso terminadas: Edificio de operación, sedimentadores secundarios, cajas distribuidoras, espesadores de lodos, digestores de lodos, tanque de contacto de cloro, alumbrado exterior, vialidad de concreto hidráulico, cárcamo de lodos digeridos y caseta de cloración de la PTAR.

Anexos

		Pagina
Anexo I	Reporte fotográfico de la primera y segunda etapa de construcción de la PTAR.....	44 – 80
Anexo II	Planta general del Proyecto Ejecutivo Integral de la empresa consultora Ingeniería Integral MAV. S.C.....plano	1/1
Anexo III	Planta general del Proyecto Ejecutivo Integral de la empresa consultora y constructora V.H Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V.....plano	AR – 1
Anexo IV	Perfil hidráulico general del Proyecto Ejecutivo Integral de la empresa consultora y constructora V.H Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V.....plano	PH – 1
Anexo V	Diagrama funcional del Proyecto Ejecutivo Integral de la empresa consultora y constructora V.H Construcciones y Asesoría en Ingeniería S.A. de C.V.....plano	DF – 1
Anexo VI	Perspectiva de arreglo de conjunto.....plano	AR - 2

Bibliografía

- J. Glynn Henry, Gary W. Heinke, *Ingeniería Ambiental*, segunda edición.. Editorial Pearson. PRENTICE HALL, 1999. México.
- Ernest W. Steel, Terence J. McGhee, *Abastecimiento de agua y alcantarillado*, 5ta edición ampliada y revisada.. Editorial Gustavo Gili S.A. 1981. México.
- Ron Crites, George Tchobanglous, *Tratamiento de Aguas Residuales en pequeñas poblaciones*, Primera edición.. Editorial Mc Graw Hill 2000. México.
- División de Educación continúa Facultad de Ingeniería UNAM, *Tratamiento de Aguas Residuales Municipales Industriales y Reúso*.. Editorial UNAM 1985. México.
- José Ferrer Polo, Aurora Seco Torrecillas, *Tratamientos biológicos de Aguas Residuales*, primera edición. Editorial Alfaomega, 2008. México.
- División de Educación continúa Facultad de Ingeniería UNAM, *Selección y Operación de Bombas de Agua y sistemas de bombeo. Plantas de bombeo*. Editorial UNAM 1985. México.
- David A. Day, *Maquinaria para construcción*, segunda reimpresión. Editorial Limusa, México. 1985.
- Victor L. Streeter, E. Benjamin Wylie, Keith W. Bedford , *Mecánica de fluidos*, novena edición. Victor L. Streeter, E. Benjamin Wylie, Keith W. Bedford. Editorial Mc Graw Hill. México.
- CNA, Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, Diciembre de 2007. México.



LOCALIZACIÓN



DATOS DE PROYECTO

CONCEPTO	PLANTA PROYECTO
POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA 2005	20,839.00 hab.
POBLACIÓN DE PROYECTO 2025	40,225.00 hab.
DOTACIÓN	320.00 lts/hab/día
APORTACIÓN 75% DE LA DOTACIÓN	240.00 lts/hab/día
GASTO MÍNIMO	56.00 l.p.s.
GASTO MEDIO	112.00 l.p.s.
GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO	264.00 l.p.s.
GASTO MÁXIMO EXTRAORDINARIO	396.00 l.p.s.
COEFICIENTE DE HARMON	2.3537
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	1.50
SISTEMA	SEPARADO DE AGUAS RESIDUALES
SISTEMA DE ELIMINACIÓN	BOMBEO Y GRAVEDAD
SITIO DEL VERTIDO	RIO CUTZAMALA
DBO: INFLUENTE	300.00 mg/lit
DBO: EFLUENTE	30.00 mg/lit
CARGA BIOLÓGICA POR HABITANTE	54.00 gr/hab/día
CARGA BIOLÓGICA TOTAL	2,172.15 Kg/día
CONCENTRACIÓN	225.00 mg/lit
EFICIENCIA	90.00 %
PRETRATAMIENTO	DESABASTE DESARENACION (EQUIPO MECÁNICO) CÁRCAMO DE BOMBEO.
TRATAMIENTO	SEDIMENTADORES PRIMARIOS, FILTROS ROCIADORES, SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, ESPESADORES DE LODOS, DIGESTORES DE LODOS, CÁRCAMO DE LODOS Y LECHOS DE SECADO, DESINFECCIÓN CON GAS CLORO, TANQUE DE CONTACTO DE CLORO, MEDIDOR PARSHAL, CÁRCAMO DE AGUA TRATADA, VERTIDO DEL EFLUENTE AL RIO CUTZAMALA
REHUSO	IRRIEGO Y SERVICIOS

SIMBOLOGIA

NPT	Nivel piso terminado	—	Linea de agua
NC	Nivel corona	—	Linea de lodos
NA	Nivel agua	—	
Np	Nivel plantilla	—	
Nf	Nivel de fondo	—	
Ncm	Nivel corona de mampara	—	
Nc	Nivel cresta	—	
NCs	Nivel cimentación superior	—	
NT	Nivel terreno	—	
NFC	Nivel fondo canal	—	
NL	Nivel de lodos	—	
Nft	Nivel fondo tolva	—	
NAB3	Nivel arranque bomba 3	—	
NAB2	Nivel arranque bomba 2	—	
NAB1	Nivel arranque bomba 1	—	
NPB3	Nivel parada bomba 3	—	
NPB2	Nivel parada bomba 2	—	
NPB1	Nivel parada bomba 1	—	
Ha	Tirante antes de la cresta	—	
Hb	Tirante después de la cresta	—	

NOTAS

La tubería que va expuesta será de acero al carbon cedula 40 de 6.35 mm (1/4") de espesor.
 La tubería que va enterrada será de polietileno de alta densidad.
 ESCALA: 1 : 75

C.P. CARLOS ZEFERINO TORREBLANCA GALINDO
 C. GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO
ING. RODOLFO GUILLERMO TERAN FLORES
 C. DIRECTOR GENERAL

CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE CIUDAD ALTAMIRANO MUNICIPIO DE PUNGARABATO, ESTADO DE GUERRERO
PERFIL HIDRAULICO

COMISION DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

ING. V.H. CONSTRUCCIONES Y ASESORIA EN INGENIERIA, S.A. DE C.V.

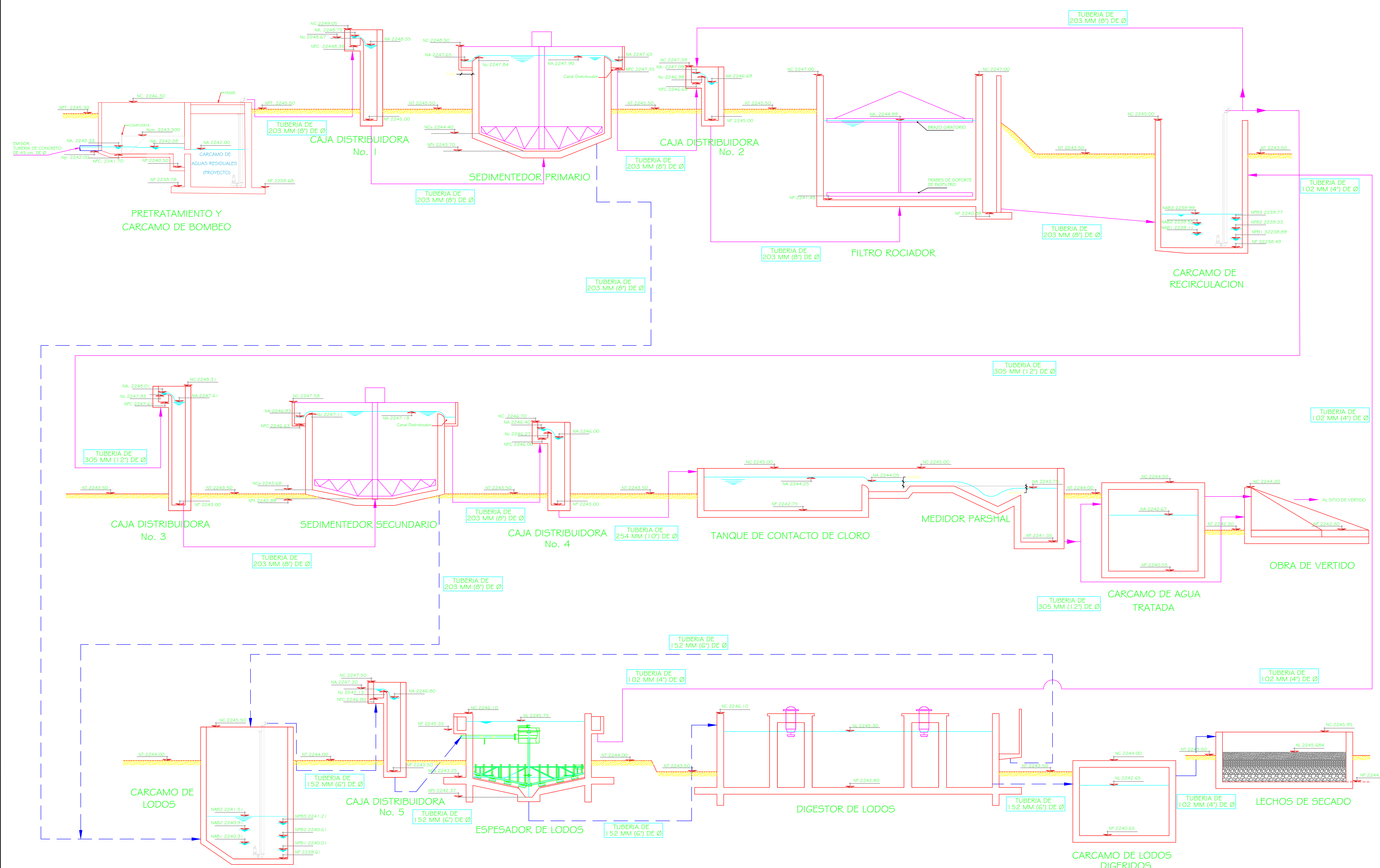
SEGUN CONTRATO: 41101001-26-06

EMPRESA CONSULTORA
 DISEÑO: ING. GUILLERMO GARCIA MANSUETI
 DIBUJO: ING. FRUJO C. DOMINGUEZ RODRIGUEZ
 REVISO: ING. ARTURO CUEVAS SALAZAR
 APROBADO: MARTIN VILLALBAZ BARRERA

FECHA: 02/06/2010

ESTADO: GUERRERO

PROYECTO: PH-1



V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería, S.A. de C.V.

SEGUN CONTRATO: 41101001-26-06

EMPRESA CONSULTORA
 DISEÑO: ING. GUILLERMO GARCIA MANSUETI
 DIBUJO: ING. FRUJO C. DOMINGUEZ RODRIGUEZ
 REVISO: ING. ARTURO CUEVAS SALAZAR
 APROBADO: MARTIN VILLALBAZ BARRERA



LOCALIZACIÓN



Municipio de Pungarabato Ciudad Altamirano

DATOS DE PROYECTO

Table with 2 columns: CONCEPTO and PLANTA PROYECTO. Includes data for population, budget, and treatment processes.

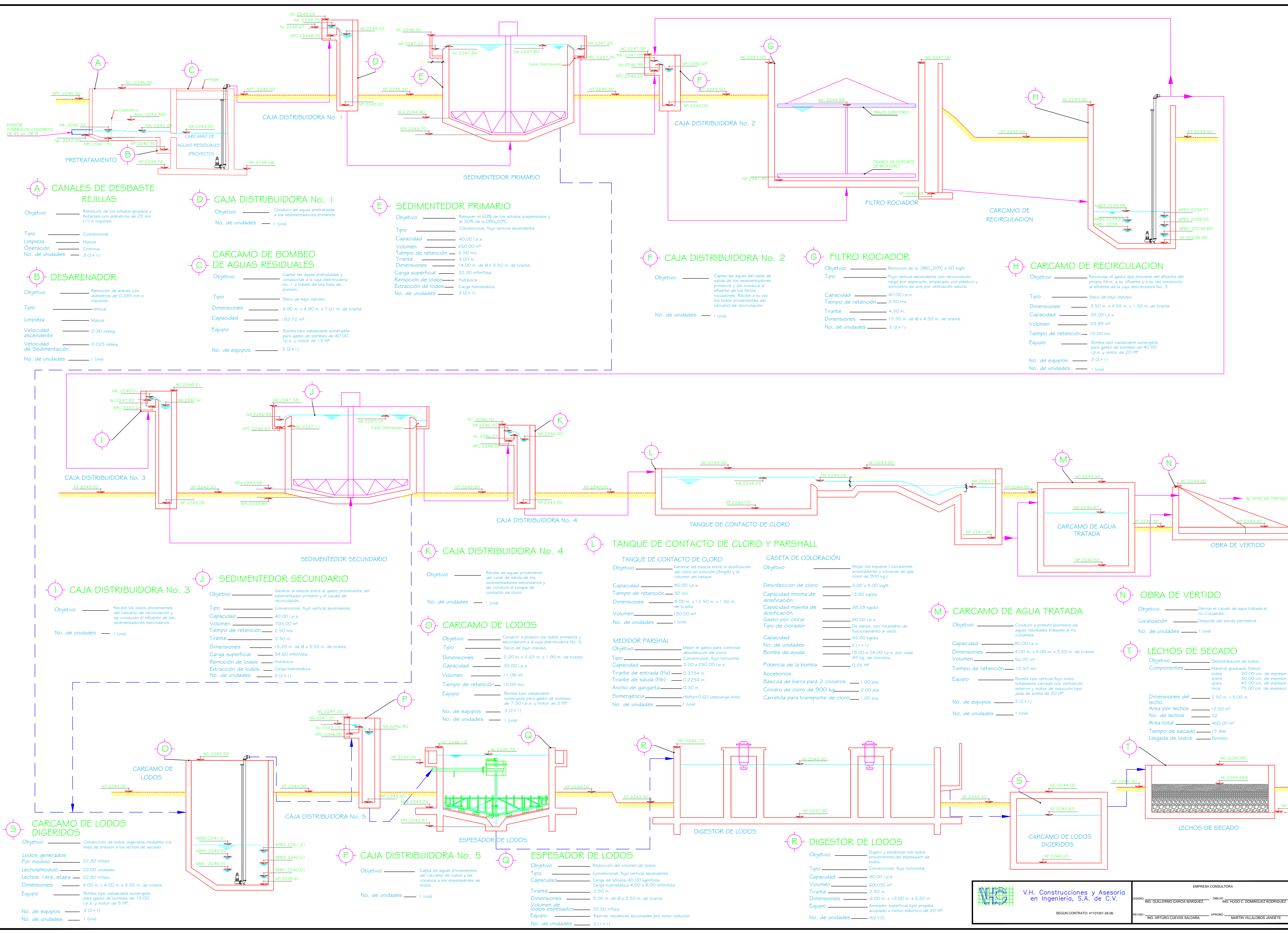
SIMBOLOGIA

Legend for symbols used in the diagram, including levels (NPT, NC, NA, etc.) and lines (water, sludge).

NOTAS

ESCALA: 1:75

Project information block including the name of the consultant (C.P. CARLOS ZEFERINO TORREBLANCA GALINDO), the project name (CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES), and the diagram type (DIAGRAMA FUNCIONAL).



A CANALES DE DESBASTE REJILLAS

Objetivo: Remoción de los sólidos gruesos y flotantes con diámetros de 25 mm (1) o mayores.

B DESARENADOR

Objetivo: Remoción de arenas con diámetros de 0.250 mm o mayores.

D CAJA DISTRIBUIDORA No. 1

Objetivo: Conducir las aguas pretratadas a los sedimentadores primarios.

C CARCAMO DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES

Objetivo: Captar las aguas pretratadas y conducirlas a la caja distribuidora no. 1 a través de una línea de presión.

E SEDIMENTADOR PRIMARIO

Objetivo: Remover el 60% de los sólidos suspendidos y el 30% de la DBO5,20°C.

F CAJA DISTRIBUIDORA No. 2

Objetivo: Captar las aguas del canal de salida de los sedimentadores primarios y los conducir al filtro rociador.

G FILTRO ROCIADOR

Objetivo: Remoción de la DBO5,20°C a 30 mg/l.

H CARCAMO DE RECIRCULACION

Objetivo: Recircular el gasto que proviene del efluente del propio filtro, a su influente y a su vez conducir al efluente de la caja distribuidora No. 3.

I CAJA DISTRIBUIDORA No. 3

Objetivo: Recibe los lodos provenientes del carcamo de recirculación y los conduce al influente de los sedimentadores secundarios.

J SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Objetivo: Generar la mezcla entre el gasto proveniente del sedimentador primario y el caudal de recirculación.

K CAJA DISTRIBUIDORA No. 4

Objetivo: Recibe las aguas proveniente del canal de salida de los sedimentadores secundarios y las conduce al tanque de contacto de cloro.

L TANQUE DE CONTACTO DE CLORO Y PARSHALL

Objetivo: General la mezcla entre la dosificación del cloro en solución (3mg/l) y el volumen del tanque.

M CARCAMO DE AGUA TRATADA

Objetivo: Conducir a presión (bomba) las aguas residuales tratadas al río Cutzamala.

N OBRA DE VERTIDO

Objetivo: Devolver el caudal de agua tratada al río Cutzamala.

T LECHOS DE SECADO

Objetivo: Deshidratación de lodos.

S CARCAMO DE LODOS DIGERIDOS

Objetivo: Conducir los lodos digeridos mediante una línea de presión a los lechos de secado.

P CAJA DISTRIBUIDORA No. 5

Objetivo: Captar las aguas provenientes del carcamo de lodos y las conduce a los espesadores de lodos.

Q ESPESADOR DE LODOS

Objetivo: Reducción del volumen de lodos.

R DIGESTOR DE LODOS

Objetivo: Digerir y estabilizar los lodos provenientes del espesador de lodos.

Professional seal and contact information for V.H. Construcciones y Asesoría en Ingeniería, S.A. de C.V.

LOCALIZACIÓN



DATOS DE PROYECTO

CONCEPTO	PLANTA PROYECTO
POBLACIÓN ACTUAL ESTIMADA 2005	20,839.00 hab.
POBLACIÓN DE PROYECTO 2025	40,225.00 hab.
DOTACIÓN	320.00 lts/hab/día
APORTACIÓN 75% DE LA DOTACIÓN	240.00 lts/hab/día
GASTO MÍNIMO	58.00 l.p.s.
GASTO MEDIO	112.00 l.p.s.
GASTO MÁXIMO INSTANTÁNEO	264.00 l.p.s.
GASTO MÁXIMO EXTRAORDINARIO	396.00 l.p.s.
COEFICIENTE DE HARMON	2.3537
COEFICIENTE DE SEGURIDAD	1.50
SISTEMA	SEPARADO DE AGUAS RESIDUALES
SISTEMA DE ELIMINACIÓN	BOMBEO Y GRAVEDAD
SITIO DEL VERTIDO	RIÓ LA CUTZAMALA
DÑO. INFLUENTE	300.00 mg/l
DÑO. EFLUENTE	30.00 mg/l
CARGA BIOLÓGICA POR HABITANTE	54.00 gr/hab/día
CARGA BIOLÓGICA TOTAL	2,172.15 Kg/día
CONCENTRACIÓN	225.00 mg/l
EFICIENCIA	90.00 %
PRETRATAMIENTO	DESABASTE DESARENACIÓN (EQUIPO MECÁNICO) CARGAMO DE BOMBEO
TRATAMIENTO	SEDIMENTADORES PRIMARIOS, FILTROS ROTACIONES, SEDIMENTADORES SECUNDARIOS, ESPESADORES DE LODOS, DIGESTORES DE LODOS, CARGAMO DE LODOS Y LECHOS DE SECADO, DESINFECCIÓN CON GAS CLORO, TANQUE DE CONTACTO DE CLORO, MEDIDOR PARSHALL, CARGAMO DE AGUA TRATADA, VERTIDO DEL EFUENTE AL RÍO CUTZAMALA.
REHUSO	RIEGO Y SERVICIOS

ESTRUCTURAS DE PROCESO

- 1 PRETRATAMIENTO
 - 2 CARGAMO DE BOMBEO DE AGUAS NEGRAS
 - 3 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 4 SEDIMENTADOR PRIMARIO
 - 5 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 6 FILTRO ROTACION
 - 7 CARGAMO DE RECIRCULACION
 - 8 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 9 SEDIMENTADOR SECUNDARIO
 - 10 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 11 TANQUE DE CONTACTO DE CLORO
 - 12 CARGAMO DE LODOS
 - 13 CAJA DISTRIBUIDORA
 - 14 ESPESADOR DE LODOS
 - 15 DIGESTOR DE LODOS
 - 16 CARGAMO DE LODOS DIGERIDOS
 - 17 LECHOS DE SECADO
 - 18 CASETA DE CLORACION
 - 19 MEDIDOR PARSHALL
 - 20 OBRA DE VERTIDO
 - 21 BORDO PERIMETRAL
 - 22 VIAJIDADES
 - 23 GAVIONES DE PROTECCION
 - 24 CARGAMO DE AGUA TRATADA
 - 25 EDIFICIO DE OPERACIONES
 - 26 SUBESTACION ELECTRICA
- No CONTRUCCION PRIMERA ETAPA
No CONTRUCCION SEGUNDA ETAPA
No CONTRUCCION TERCERA ETAPA

NOTAS

SIN ESCALA

C.P. CARLOS ZEFERINO TORREBLANCA GALINDO
 C. DIRECTOR GENERAL
ING. RODOLFO GUILLERMO TERAN FLORES
 C. DIRECTOR GENERAL

CONSTRUCCION DE UN MODULO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE CLORO AL TAMPONADO MUNICIPIO DE PUNGARABATO, ESTADO DE GUERRERO PERSPECTIVA ARREGLO DE CONJUNTO

AR-2
 4/11/2011 10:00 AM
 1/11/2011 10:00 AM
 2/11/2011 10:00 AM
 3/11/2011 10:00 AM
 4/11/2011 10:00 AM
 5/11/2011 10:00 AM
 6/11/2011 10:00 AM
 7/11/2011 10:00 AM
 8/11/2011 10:00 AM
 9/11/2011 10:00 AM
 10/11/2011 10:00 AM
 11/11/2011 10:00 AM
 12/11/2011 10:00 AM



PERSPECTIVA ARREGLO DE CONJUNTO



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL
ESTADO DE MEXICO**

UAEM

FACULTAD DE INGENIERIA



**“SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD
ALTAMIRANO, GUERRERO.”**

M E M O R I A

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

PRESENTA

MARTIN VILLALOBOS JANDETE

TOLUCA, MÉXICO.

ABRIL 2013



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL
ESTADO DE MEXICO**

UAEM

FACULTAD DE INGENIERIA

**“SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD
ALTAMIRANO, GUERRERO.”**

PRESENTA

MARTIN VILLALOBOS JANDETE

DIRECTOR DE MEMORIA

DR. RENÉ MUCIÑO CASTAÑADA

TOLUCA, MÉXICO.

ABRIL 2013



Toluca, Edo. de México a 1 de Febrero del 2013

C. MARTÍN VILLALOBOS JANDETE
PASANTE DE INGENIERÍA CIVIL
P R E S E N T E

En respuesta a su solicitud, a continuación transcribo el tema aprobado por esta Dirección, que propuso el **DR. RENE MUCIÑO CASTAÑEDA**, con el fin de que lo desarrolle en la modalidad de **MEMORIA**, le informo que se autoriza la **impresión de su trabajo** para presentar su Evaluación Profesional.

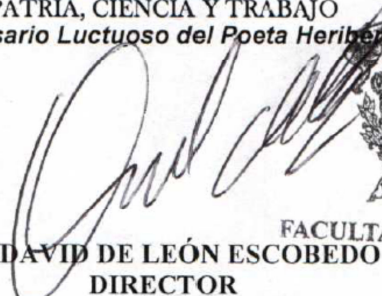

“SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD ALTAMIRANO, GUERRERO”

	INDICE
CAPÍTULO I	GENERALIDADES
CAPÍTULO II	COMPARATIVA DEL PROYECTO EJECUTIVO DE PTAR CIUDAD ALTAMIRANO PROPORCIONADO POR LA COMISIÓN DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DEL ESTADO DE GUERRERO Y MODIFICACIONES AL PROYECTO EJECUTIVO DE LA PTAR CIUDAD ALTAMIRANO REALIZADO POR LA EMPRESA VH CONSTRUCCIONES Y ASESORÍA EN INGENIERÍA S.A. DE C.V. REPRESENTADA POR MARTÍN VILLALOBOS JANDETE.
CAPÍTULO III	DESARROLLO CONSTRUCTIVO DE LAS ESTRUCTURAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD ALTAMIRANO, A FIN DE TRANSMITIR LAS EXPERIENCIAS A ESTUDIANTES, MAESTROS Y EGRESADOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UAEM QUE SE INTERESEN EN EL TEMA DE PROYECTOS, CONSTRUCCION Y OPERACION DE PLANTAS.
CAPÍTULO IV	PROBLEMAS FOCALIZADOS Y SOLUCIONADOS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD ALTAMIRANO
CAPÍTULO V	EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES AL PROYECTO EJECUTIVO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CIUDAD ALTAMIRANO
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: PROCESOS BIOLÓGICOS CONVENCIONALES PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
	BIBLIOGRAFÍA

Ruego a usted tomar nota de que, en cumplimiento a lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito indispensable para sustentar su Evaluación Profesional.

Asimismo, para la elaboración de la **MEMORIA** y demás trámites, deberá sujetarse a la reglamentación respectiva de esta Universidad.

ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
“2013, 50 Aniversario Luctuoso del Poeta Heriberto Barrios”



DR. DAVID DE LEÓN ESCOBEDO U.A.E.M.
DIRECTOR

DLE/agc