



SUBGERENCIA DE ALCANTARILLADO

COMPETENCIA ABIERTA No. 012-11

**ADECUACION, OPTIMIZACION, MODIFICACION Y
NUEVA INTEGRACION DE PROCESOS PLANTA DE
TRATAMIENTO PTAR RIO FRIO ETAPA II FASE 1
GIRON SANTANDER**

**TÉRMINOS DE REFERENCIA
VOLUMEN II**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCION

Bucaramanga, Enero de 2012

INTRODUCCIÓN

La Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta, contrató los estudios y diseños para la adecuación, optimización, modificación y nueva integración de procesos en la planta de tratamiento de aguas residuales . de Río Frío, con nuestras Empresas, Interpro Ltda. y Cicico Ltda, las cuales en Unión Temporal PTAR, se integraron para acometer los estudios, por medio del Contrato No. 4478-04, del año 2003.

El alcance general del estudio y diseño, consiste en actualizar el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, para que logre una recuperación superior o igual a los parámetros establecidos por la Autoridad competente (RAS 2000) y los normas establecidas por la CDMB, además controlar la emisión del biogás y del ácido sulfhídrico, este último generador de un olor particular molesto, para las comunidades sentadas en las áreas cercanas a la planta de tratamiento.

El proyecto está complementado entre otros, con diseños y estudios eléctricos, mecánicos, hidrológicos, hidráulicos, sanitarios, químicos, topográficos, geotécnicos, arquitectónicos, elaboración de las especificaciones técnicas de construcción, cantidades de obra, presupuestos y ambientales; con el fin de lograr un proyecto integral, que involucre todos los elementos necesarios para su construcción.

Se programó elaborar cuatro volúmenes así: el primero corresponde al estudio de las alternativas de la planta de tratamiento, el segundo volumen incluye los diseños del sistema de tratamiento de aguas residuales, en el tercer volumen se presenta el Plan de Manejo Ambiental y el cuarto es un Manual de Operación y Mantenimiento. La información que se genere de los estudios complementarios, Tales como estructurales, eléctricos, topográficos, mecánicos, urbanismo etc., se presentan como informes anexos a los volúmenes I y II.

El presente documento, corresponde al **Anexo K Versión 01** **Í Especificaciones Técnicas de Construcción** del Volumen II **Í Diseño del sistema de tratamiento Versión 06**. Las especificaciones en él relacionadas corresponden a la generalidad de las obras, por tanto para

efecto práctico de cada licitación, deben tenerse en cuenta las correspondientes a aquellos ítems incorporados en el formulario de precios.

El profesional encargado del presente estudio corresponde al Ingeniero Luis Fernando Hoyos Carrillo, como especialista Hidráulico y Director de los estudios, el cual cuenta adicionalmente con una asesoría extranjera con el objeto de utilizar experiencias y tecnologías de punta que se han desarrollado e implementado en países tropicales, con resultados satisfactorios. Participan en la elaboración de las especificaciones el ingeniero electricista Rafael Arizmendi Weeber y el Ingeniero Mecánico Gustavo Navia.

Las especificaciones técnicas, consignadas en el presente volumen son aplicables a la Adecuación, Modificación y Nueva Integración de Procesos en la PTAR RÍO FRÍO 1, obedeciendo a los planes de trabajo que se ha trazado la Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga.

Por lo tanto, se aclara a los Contratistas que de estas especificaciones se deben utilizar aquellas normas estrictamente necesarias para licitar y construir los ítems que se consignan en el formulario de precios y todos los adicionales que la C.D.M.B. autorice para cada obra en particular.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
I. TRABAJOS PRELIMINARES	5
1. Replanteo, control y medición de la obra	5
2. Descapote	6
3. Rotura de pavimentos	7
4. Vallas y señales especiales	9
5. Retiro de Basuras y Escombros	10
II. MOVIMIENTOS DE TIERRA	13
1. Explosivos	13
2. Control de aguas durante la construcción	14
3. Excavaciones	16
4. Terraplenes y rellenos	28
5. Acarreos	35
6. Derrumbes y deslizamientos	37
7. Bancos de préstamos	39
III. TUBERIAS PREFABRICADAS	43
1. Tubería de Policloruro de Vinilo PVC	43
2. Tubería de PVC para redes Hidráulicas	45
3. Tubería corrugada de Policloruro de Vinilo PVC	47
4. Tubería en acero	49
5. Tubería de PRFV	61
6. Tubería y accesorios de acero Inoxidable	64
IV. ESTRUCTURAS	66
1. Rellenos alrededor de las estructuras	66
2. Concretos	67
3. Acero de refuerzo	85
4. Estructuras en Ladrillo	96
5. Juntas con cinta polivinilo	98
6. Obras de Urbanismo	99
V. VARIOS	101
1. Accesorios de hierro fundido	101
2. Barandas u escaleras metálicas	104
3. Accesorios de acrílico	104
4. Barandas metálicas para vías	105
5. Unidad Geomembrana	106
6. Elementos en PRFV	110
7.	
VI. UNIDAD DE LODOS Y DECANTACION	112

I. TRABAJOS PRELIMINARES

1. REPLANTEO, CONTROL Y MEDICION DE LA OBRA

TRABAJOS POR EJECUTAR

Consiste en la localización, nivelación, control y medición de las obras por ejecutar, realizadas por medio de una comisión de topografía, siguiendo las referencias del proyecto y con la previa aprobación del Interventor, de tal manera que ocupen la posición indicada con relación a las edificaciones existentes y a los accidentes topográficos.

Se entiende por comisión de topografía aquel grupo humano que con el apoyo del equipo topográfico convencional de precisión, esté en capacidad técnica de realizar las labores de que trata esta especificación.

El Contratista deberá evaluar el costo del personal, materiales y equipos solicitados en los formatos de Análisis de Precios Unitarios que hacen parte de los Pliegos de Condiciones, teniendo en cuenta que el replanteo, control y medición de la obra se hará durante todo el plazo del Contrato y que la utilización de la comisión de topografía podrá ser exigida por la Interventoría en cualquier momento.

La aprobación por parte del Interventor a los trabajos topográficos no releva al Contratista de su responsabilidad al cometer errores de localización o nivelación en uno o varios tramos de la obra.

La localización del proyecto se apoyará en los sistemas altimétricos y planimétricos suministrados por la Interventoría.

El error de cierre en centímetros para la nivelación no debe ser superior a la raíz cuadrada de la longitud de la línea de nivel, expresando dicha longitud en kilómetros.

MEDIDA

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance atrás anotado se hará en forma global.

PAGO

El replanteo, control y medición de la obra se pagará al Contratista, al precio global consignado en el formulario de precios para el ítem correspondiente, de una manera proporcional al valor de la obra ejecutada en el mes con respecto al valor del Contrato. Dicho precio global deberá incluir la mano de obra, los materiales, los equipos, y los costos directos e indirectos requeridos para la correcta ejecución de las actividades, durante todo el plazo del Contrato.

2. DESCAPOTE

GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación, consistirá en la ejecución de todas las operaciones relativas al descapote de las áreas que se indican en los planos y/o que ordene el Interventor, así como en la disposición de los materiales resultantes de dichas operaciones.

Se entiende por descapote, la remoción de la capa superficial del terreno natural, (incluyendo hierbas y árboles), en un espesor suficiente para eliminar tierra vegetal, turba, cieno, material orgánico y demás materiales indeseables depositados en el suelo.

TRABAJOS POR EJECUTAR

En el descapote efectuado en bancos de préstamo, se deberá remover la capa superficial cuyo material no sea aprovechable para la construcción. En el efectuado en las áreas de construcción, se removerá la capa superficial que no sirva para la cimentación, o que sea inconveniente como superficie de contacto con agua en movimiento.

La operación de descapote no se limitará a la sola remoción de las capas superficiales, sino que incluirá la extracción de todas aquellas cepas y raíces que, en concepto del Interventor, sean inconvenientes para el trabajo.

CONSTRUCCION

El trabajo anterior se hará de tal manera que se retiren las capas de terreno natural enunciadas anteriormente hasta una profundidad límite de 0.50 m, medidos desde la superficie natural del terreno. La remoción de capas de terreno situado a una profundidad mayor de 0.50 m, será considerada como excavación de acuerdo a lo prescrito en la especificación **EXCAVACIONES**.

Deberán extraerse las raíces y salientes de más de 0.50 m de diámetro dentro de las áreas de fundaciones para estructuras y de más de 0.10 m de diámetro dentro de las áreas para construcción de terraplenes, bermas, taludes, etc.

DISPOSICION DE LOS MATERIALES

Inmediatamente después de efectuar el descapote, los materiales que no se fueren a utilizar deberán transportarse hasta las zonas o áreas de desperdicio indicadas en los planos o las aprobadas previamente por el Interventor, donde no interfieran los trabajos de construcción ni ocasionen perjuicios a terceros.

Allí se dispondrán en capas aproximadamente horizontales, con un espesor no mayor de 0.50 m por capa. La distancia de acarreo libre para la disposición de estos materiales se determinará como indica la especificación **ACARREOS**.

Los materiales provenientes del descapote que vayan a ser utilizados deberán disponerse en pilas longitudinales, en sitios lo más próximos posibles a la localización de las obras donde se vayan a incorporar posteriormente. Estos sitios serán determinados por el Interventor.

Las cepas, raíces y demás elementos combustibles, deberán ser acumulados por separado y dispuestos en sitios adecuados, previamente aprobados por el Interventor, para su incineración.

MEDIDA

La operación de descapote se medirá basándose en levantamientos topográficos del terreno, hechos antes de comenzar dicha operación y después de terminada. La unidad de medida será el metro cuadrado con aproximación a la unidad. En el evento de que el material producto del descapote deba ser retirado a distancias mayores que las fijadas para el acarreo libre, la distancia de sobreacarreo se medirá en la forma que se indica en la especificación de ACARREOS tomando como unidad de volumen el metro cúbico de descapote medido en el sitio de procedencia.

PAGO

El descapote de las áreas descritas, medidas según el numeral anterior, se pagará al Contratista al precio unitario fijado en el formulario de precios del Contrato, para el ítem correspondiente.

El movimiento del material producto del descapote a sitios fuera de la zona que cubre el acarreo libre determinado, le será pagado al Contratista de acuerdo con la especificación ACARREOS.

3. ROTURA DE PAVIMENTOS

GENERALIDADES

Los trabajos incluidos en esta especificación consisten en la realización de todas las operaciones para efectuar la rotura de pavimentos, asfálticos o de concreto, en aquellas calles pavimentadas en donde es necesario efectuar excavaciones para la construcción de colectores y de estructuras para el alcantarillado, de acuerdo con los alineamientos consignados en los planos, o los ordenados por el Interventor.

TRABAJOS POR EJECUTAR

La rotura de los pavimentos deberá hacerse por medios mecánicos que no causen destrozos al resto de la calle, los cuales deben ser sometidos a la aprobación del Interventor antes de ser utilizados. El ancho de la zona por romper no podrá ser mayor del ancho máximo fijado en los planos para las excavaciones de acuerdo con el tamaño de los tubos, o el ancho que fije previamente el Interventor. Si el Contratista excede estos anchos especificados, el exceso de rotura, disposición, excavación, los rellenos y reparaciones correrán por su cuenta.

El espesor que se indique, tanto para la rotura de pavimento flexible como para pavimento rígido, se refiere al espesor de la carpeta de rodadura y hormigón asfáltico, entendiéndose ésta como el material asfáltico y la losa de concreto para cada uno, respectivamente.

Los materiales de desperdicio, provenientes de estos trabajos, deberán ser dispuestos en las zonas de botadero aprobadas por el Interventor, paralelamente al avance de dichos trabajos. Si el Contratista no cumple con esta especificación, el Interventor puede ordenar la remoción de estos materiales de desperdicio y los costos que esto implique correrán por cuenta del Contratista.

MEDIDA

La rotura de pavimentos se medirá siguiendo el eje especificado en los planos y en un ancho igual al especificado en los mismos para la excavación de las zanjas, o el ordenado por el Interventor, tomando como unidad de medida el metro cuadrado con aproximación a un decimal. La disposición de los materiales de desperdicio, más allá de la distancia de acarreo libre, se medirá de acuerdo con la especificación correspondiente a ACARREOS.

PAGO

La rotura de pavimentos se pagará al Contratista de acuerdo con la medición efectuada según el numeral anterior y de acuerdo con el precio unitario consignado en el formulario de precios para cada espesor de pavimento especificado en el formulario de cantidades de obra y precios, así:

ITEM	CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA
1.04	Rotura de pavimentos	
1	Asfáltico	
a	Espesor menor o igual a 0.05 m	m2

b	Espesor entre 0.06 m y 0.10 m	m2
2	De concreto rígido	
a	Espesor menor o igual a 0.15 m	m2
b	Espesor entre 0.16 m y 0.25 m	m2
c	Espesor mayor de 0.25 m	m2

La disposición de los materiales de desperdicio se pagará de acuerdo con las mediciones especificadas para ACARREOS y de acuerdo con los precios unitarios consignados en el formulario de precios para el ítem correspondiente a ACARREOS. El precio unitario de rotura de pavimentos debe incluir toda la planta, equipo y mano de obra que sean necesarios para realizar estos trabajos a satisfacción del Interventor y debe incluir además el acarreo libre de los materiales de desperdicio.

4. VALLAS Y SEÑALES ESPECIALES

GENERALIDADES

La presente especificación se refiere a la construcción de las vallas, señales luminosas, barandas para peatones y pontones con baranda para el paso de los peatones, los cuales se colocarán en los sitios y en la cantidad que ordene y apruebe el Interventor.

El Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para colocar y mantener en perfecto estado, durante todo el período de construcción de la obra, las vallas y señales especiales a que se refiere esta especificación.

MATERIALES

Las vallas se construirán en lámina galvanizada nueva, sobre un marco de madera o estructura metálica, según el tamaño de la misma, con las dimensiones, forma, colores y letreros claramente indicados en los planos.

Las barandas serán en madera de buena calidad con las dimensiones y demás características que se indiquen en los planos. Los pontones para el paso de peatones serán en madera de buena calidad con las dimensiones y demás características que se indiquen en los planos.

Las señales luminosas serán con bombillas de 150 vatios, protegidas con malla especial para impedir que las rompan. De todas maneras, el Contratista será el único responsable de mantener y cambiar oportunamente todas las bombillas que hayan sido sustraídas o destruidas por terceras personas, sin que este cambio implique pago adicional por parte de **LA CORPORACION**.

MEDIDA

La medición de las vallas se hará por unidad, para cada tipo de valla indicada en los planos.

Las barandas se medirán tomando como unidad el metro lineal aproximado a un decimal, para cada tipo de baranda indicado en los planos.

La medición de los pontones para peatones, se hará tomando como unidad el metro lineal aproximado a un decimal.

Las señales luminosas se medirán por unidad de bombilla instalada teniendo en cuenta que éstas deberán estar encendidas de las 6 p.m. a las 6 a.m. durante todo el tiempo del Contrato.

PAGO

Las vallas, barandas, pontones y señales luminosas le serán pagadas al Contratista al precio unitario estipulado en el formulario de precios del Contrato para el ítem correspondiente.

Todas las vallas, barandas, pontones y demás señales serán de propiedad de **LA EMPAS S.A.**, la cual podrá hacer uso de ellas cuando juzgue conveniente.

VALLAS ALQUILADAS

Cuando se especifique, las vallas tipo 1 deberán ser alquiladas por el Contratista, y el precio unitario del alquiler será el incluido por el Contratista en el formulario de precios del Contrato para el ítem correspondiente.

En el precio unitario el Contratista deberá incluir todos los costos de transporte, pintura, montaje, desmontaje, mano de obra, costos directos e indirectos y todos aquéllos que se requieran para cumplir a satisfacción con el alcance de esta Especificación.

5. RETIRO DE BASURAS Y ESCOMBROS

GENERALIDADES

Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para ejecutar la operación de retiro de basuras y escombros existentes en el área de construcción antes de la iniciación de los trabajos, que interfieran con la ejecución de las obras, a juicio del Interventor, y/o se especifique su retiro en los planos o en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios del Contrato.

CONSTRUCCION

La operación de retiro de basuras y escombros podrá ser efectuada, indistintamente, a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos; sin embargo, esta operación deberá efectuarse, invariablemente, en forma previa a los trabajos de construcción en las áreas afectadas por las basuras y escombros, y con la anticipación necesaria para no entorpecer el normal desarrollo de las obras.

DISPOSICION DE MATERIALES

Todos los materiales provenientes del retiro de basuras y escombros de las áreas de construcción deberán colocarse fuera de ellas; de no ser esto posible, el Contratista los dispondrá en sitios seleccionados por el Interventor, de tal manera que no interfieran los trabajos de construcción que deben ejecutarse posteriormente.

Los materiales combustibles que el Interventor estime conveniente, deberán ser amontonados en pilas, en las áreas aprobadas por el Interventor y serán quemados oportunamente, tomando las precauciones necesarias para evitar la propagación del fuego a sus vecindades.

Si durante las operaciones de retiro de basuras y escombros de las áreas de construcción, se observa que hay en ellas materiales aprovechables, éstos deberán ser colocados en los sitios que indique el Interventor, y serán de propiedad de LA EMPAS S.A. El Contratista no podrá utilizar dichos materiales sin la autorización previa del Interventor.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena, producidos por operaciones inadecuadas en la ejecución del retiro de basuras y escombros o por una disposición errada de los materiales, serán de responsabilidad del Contratista.

MEDIDA

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance de la presente especificación, se hará en el sitio del botadero de basuras y escombros, utilizando el método de promedio de las áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la naturaleza de la obra, tomadas antes y después de ejecutados los trabajos, dentro de los alineamientos dados en los planos o los aprobados por el Interventor.

La unidad de medida será el metro cúbico con aproximación a un decimal de basuras y escombros retirados.

PAGO

El retiro de basuras y escombros medido como se indica en el numeral anterior, se pagará al Contratista al precio unitario estipulado en el ítem correspondiente del formulario de precios del Contrato; por consiguiente, en este precio unitario se deberán incluir todos los gastos que el Contratista haga para ejecutar los trabajos que se describen en esta especificación, incluyendo el costo del acarreo de los materiales producto del retiro de basuras y escombros a los sitios de disposición y su adecuada disposición.

Si los materiales producto del retiro de basuras y escombros, no hubieren podido disponerse en forma conveniente de acuerdo con lo prescrito en el numeral 1.08.03 de esta especificación, por razones no imputables al Contratista, se computará para efectos de pago únicamente un avance, que a juicio del Interventor, puede variar entre el 70% y el 90% del retiro de basuras y escombros efectuado; el porcentaje restante se pagará cuando se hayan dispuesto correctamente los materiales.

Los trabajos que ejecute el Contratista para seleccionar y colocar en sitios adecuados los materiales aprovechables **por LA EMPAS S.A.**, se le pagarán separadamente por el sistema de **COSTO REAL DIRECTO MAS EL 10%** o el ítem 5.25 **TRABAJOS POR ADMINISTRACION.**

II. MOVIMIENTO DE TIERRA

1. EXPLOSIVOS

GENERALIDADES

a. Almacenamiento y transporte

Los fulminantes, espoletas y detonadores de cualquier clase no deberán ser almacenados o transportados en los mismos sitios o vehículos en que se almacenen o transporten la dinamita y demás explosivos. La localización, diseño y organización de los polvorines, los métodos de transporte de los explosivos y en general, las precauciones que se tomen para prevenir accidentes, estarán sujetos a la aprobación del Interventor, pero esta aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad en caso de accidentes.

b. Utilización

En general, no se permite el uso de explosivos dentro del perímetro urbano ni en zonas residenciales, recreacionales, comerciales o industriales.

En el evento en que se requiera el uso de explosivos, éste estará condicionado a la aprobación escrita del Interventor. Sólo se permitirá cuando se hayan tomado las medidas indispensables para proteger a las personas, los semovientes, las obras y las propiedades públicas o privadas. Estas medidas consisten en la instalación de vallas, señales, sirenas, semáforos vivos, todo tipo de sistemas de protección que no permitan que pedruscos o esquirlas, producto de la voladura, sean expelidos fuera de la zanja y en general, toda clase de medidas preventivas que sean necesarias.

La autorización e instrucciones que el Interventor pueda dar al Contratista para el uso de los explosivos, no relevará al Contratista de las responsabilidades consiguientes.

El uso de explosivos no será permitido cuando exista peligro de fracturación excesiva del material circundante, o de aflojar o perturbar, de alguna manera, terrenos vecinos en los cuales vayan a cimentarse estructuras.

No se permitirá el uso de explosivos a distancias menores de 1.50 metros de cualquier tubería, conducto o estructura que intercepte la excavación.

El Contratista estará obligado a reparar a su costa los daños que causen las voladuras y será responsable por todos los daños, siniestros, accidentes y perjuicios de cualquier clase que ocasione el empleo de explosivos.

PAGO

No se hará al Contratista ningún pago por separado por los trabajos relacionados con el uso de explosivos, pues su costo deberá quedar incluido en los precios unitarios del formulario de precios, para los ítems en los cuales el Contratista se proponga utilizarlos.

2. CONTROL DE AGUAS DURANTE LA CONSTRUCCION

GENERALIDADES

Esta especificación se refiere al manejo de las aguas de cualquier origen, (residuales, subterráneas, superficiales, etc.), durante la ejecución de los diferentes trabajos especificados en esta sección. **El trabajo comprende el suministro de todos los medios, materiales, mano de obra y equipo necesarios para mantener libres de agua las obras en ejecución.**

TRABAJOS POR EJECUTAR

El Contratista deberá suministrar, instalar y operar toda la maquinaria, la tubería, los aparatos y los equipos necesarios para mantener las excavaciones razonablemente libres de agua durante las construcciones y deberá drenarlas de acuerdo con las instrucciones del Interventor. El Contratista deberá tener disponibles, en todo tiempo, suficientes equipos de bombeo y maquinarias en buenas condiciones de trabajo para todas las contingencias que puedan presentarse y dispondrá también, en todo momento, de operarios y mecánicos competentes para su operación. Además deberá suministrar todos los medios necesarios para llevar agua a las bombas para su cebamiento y operación correctos.

El Contratista deberá ejecutar todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones las zonas de construcción de las obras, las zonas de préstamo y demás zonas donde la presencia de aguas afecte la calidad o la economía de la construcción o la conservación de las obras.

El Contratista deberá mantener continuamente estas condiciones de trabajo, durante el tiempo que sea necesario a juicio del Interventor. En los bancos de préstamo las mencionadas obras deberán evitar su inundación o encharcamiento, aún después de concluida su explotación.

Las zanjas y todas las excavaciones deben mantenerse totalmente libres de agua durante la colocación de las tuberías, y hasta el momento en que el concreto, o el mortero, o el material para juntas hayan fraguado totalmente.

Siempre que el Contratista lo juzgue necesario, podrá construir subdrenajes para el desagüe de las aguas subterráneas que lleguen a las zanjas o túneles y descargar hacia los sitios que el Interventor le autorice. Tales subdrenajes deben seguir las especificaciones dadas para DRENES en las estructuras.

El Contratista no recibirá pagos adicionales por la instalación de los subdrenajes, a menos que ellos hayan quedado específicamente en los planos de construcción, o hayan sido ordenados por el Interventor como obras permanentes.

El Contratista deberá tener especial cuidado en evitar la rotura de instalaciones, tuberías y conexiones existentes, siempre que ello sea posible, pero cuando la rotura de tuberías resulte inevitable, y cuando la construcción de los nuevos colectores se

efectúe en forma suficientemente rápida, para que la reconstrucción definitiva de los colectores rotos pueda hacerse casi inmediatamente, o en un lapso que a juicio del Interventor no vaya a causar condiciones sanitarias inconvenientes, los colectores rotos podrán taponarse, provisionalmente, en su lado de aguas arriba hasta el momento de la reconexión definitiva.

En caso contrario, deberán hacerse conexiones provisionales que conduzcan las aguas hacia la porción de aguas abajo del colector roto, de manera que se restablezca el flujo de aguas en condiciones equivalentes a su forma original. Cuando se trate de la reconstrucción de un colector hacia el cual deban conectar forzosamente otros colectores existentes, el flujo de las aguas se restablecerá mediante tuberías provisionales que vayan a entregar a un sitio adecuado del colector que se está reemplazando, aguas abajo de la construcción. De ninguna manera podrán efectuarse entregas provisionales, y mucho menos permanentes, a cauces que se encuentren saneados.

Solamente en los casos en que resulte imposible hacer otra cosa, el Interventor autorizará por escrito que las aguas negras circulen por dentro del nuevo colector que se está construyendo, pero en ningún caso se permitirá que dichas aguas estén en contacto con los materiales de las juntas de la tubería mientras éstos estén frescos o no hayan fraguado de manera adecuada.

El Contratista debe proveer y mantener suficiente equipo en la obra, para las emergencias previsibles en los trabajos que abarca esta especificación.

Antes de iniciar los trabajos a que se refiere esta especificación, el Contratista deberá someter a la aprobación del Interventor, el plan detallado que piensa poner en marcha, indicando la localización y características de las obras provisionales que llevará a cabo para este propósito, así como el tipo y las capacidades del equipo de bombeo, o sistema de desecación que se propone usar. El Contratista deberá tener aprobado el plan, 10 días antes de la iniciación de cada trabajo específico.

La aprobación por parte del Interventor a dicho plan de trabajo, la forma de pago y la autorización para que ejecute cualquier otro trabajo con el mismo fin, no releva al Contratista de su responsabilidad por el mismo; por consiguiente, deberá tener el cuidado suficiente de ejecutar las obras y trabajos de control del agua durante la construcción, de tal manera que no ocasione daños ni perjuicios a terceros y será el único responsable por los que se produzcan por causas derivadas de estos trabajos.

El Contratista deberá efectuar todos los trabajos necesarios para remover las obras de control de aguas o anular su efecto cuando lo indiquen los planos y/o el Interventor lo ordene; en general, deberá adelantar los trabajos que sean necesarios para que las zonas afectadas por las obras de control queden en el estado más conveniente, de acuerdo con lo ordenado por el Interventor.

PAGO

En general, los gastos que ocasionen los trabajos aquí enumerados, de manera taxativa, no se pagarán al Contratista por separado puesto que **su costo deberá estar**

incluido dentro de los precios unitarios establecidos en el formulario de precios del Contrato para los ítems en que se requiera el control de aguas.

Sin embargo, cuando el control de aguas superficiales sea particularmente complejo y requiera de elementos, materiales y trabajos cuyos costos representan un porcentaje importante del valor de la obra, EMPAS S.A. reconocerá dichos costos al Contratista a los precios consignados en el formulario de precios del contrato, para el siguiente concepto de trabajo: OBRAS PARA CONTROL DE AGUAS SUPERFICIALES. En este caso, el Contratista presentará el diseño correspondiente a las obras de control de cauce, que a su juicio, considera se requieren para manejar adecuadamente las aguas superficiales.

La aprobación por parte de la Interventoría, de los diseños que presente el Contratista, no exonera a éste de los daños y perjuicios en que se incurra cuando las obras de control de aguas superficiales sean insuficientes para manejar el caudal que se presente durante la ejecución de la obra.

3. EXCAVACIONES

OBJETO

Esta especificación comprende las exigencias mínimas para la ejecución tanto de las excavaciones con acarreo libre, como de las excavaciones sin acarreo libre y la construcción de entibados que sean necesarios para la construcción de las obras.

ALCANCE DE LOS TRABAJOS

a. La presente especificación da normas para las siguientes clases de excavación:

a.1. Excavaciones en zanja

a.1.1. Excavaciones en zanja para alcantarillado, con o sin entibados.

a.1.2. Excavaciones en zanja para construcción de filtros de desecación y drenaje, con o sin entibados.

a.1.3. Excavaciones para la cimentación de estructuras, rellenos, etc.

a.2 Excavaciones a tajo abierto

a.2.1. Excavaciones a tajo abierto en cauces

a.2.2. Excavaciones a tajo abierto en taludes

a.2.3. Excavaciones a tajo abierto para estructuras

b. Los siguientes trabajos se considerarán implícitamente incluidos dentro del alcance tanto de las excavaciones con acarreo libre como de las excavaciones sin acarreo libre.

- b.1. *Control de aguas durante todo el proceso de construcción de la obra.*
- b.2. *Las vallas y señales para seguridad en la zona donde se efectúen los trabajos.*
- b.3. Los trabajos correspondientes al uso de explosivos.
- b.4. La reparación de conexiones domiciliarias y redes de servicios públicos que se dañen, los trabajos de excavación de zanjas para alcantarillados.
- b.6. La adecuada disposición de los materiales.
- b.7. Para la excavación sin acarreo libre, quedará incluido el transporte y disposición del material a una distancia máxima de 12.50 m, medidos desde el centro de gravedad del sitio de excavación hasta el centro de gravedad del lugar de utilización, banco de almacenamiento o botadero.
- b.8. Para las excavaciones con acarreo libre, quedará incluido además el acarreo libre cargue y transporte dentro de la distancia de acarreo libre), como se indica en la especificación ACARREOS.
- c. Los siguientes trabajos quedarán excluidos, tanto para las excavaciones con acarreo libre como para las excavaciones sin acarreo libre.
 - c.1. Las excavaciones efectuadas en bancos de préstamo de materiales.
 - c.2. El sobreacarreo del material producto de la excavación, determinado según la especificación ACARREOS.
 - c.3. Las excavaciones realizadas por fuera de las líneas de proyecto definidas en los planos o por el Interventor, las cuales se considerarán como sobreexcavaciones.
- d. Para las excavaciones sin acarreo libre, quedará excluido además el acarreo libre como se define en la especificación ACARREOS.

NORMAS DE CONSTRUCCION

Las siguientes disposiciones mínimas deberán tenerse en cuenta en todo tipo de excavaciones:

1. Las operaciones de excavación se harán respetando en un todo las dimensiones indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor.
2. El Interventor, si lo considera del caso, podrá modificar las líneas y taludes de excavación por solicitud del Contratista. Si se aprueba la solicitud del Contratista, el Interventor debe hacerlo por escrito, mediante un acta aceptada por el Subdirector Técnico, en la cual se fijen los nuevos límites de excavación, se indiquen las razones de tal modificación y se califique si la cantidad adicional de excavaciones se considerará como sobreexcavación o como obra adicional.
3. Las excavaciones para cimentaciones deben llevarse hasta obtener un piso de cimentación que satisfaga al Interventor, aunque el nivel así obtenido sea inferior al indicado en los planos.

4. El Contratista debe tomar todas las precauciones necesarias para controlar la estabilidad de los taludes de excavación así como de los terrenos vecinos.

5. **La sobreexcavación será sufragada a su costa por el Contratista**, así como el relleno posterior que sea necesario ejecutar, de acuerdo con las indicaciones del Interventor y los materiales escogidos por éste.

EXCAVACIONES EN ZANJA PARA ALCANTARILLADO Y FILTROS

a. Generalidades

Las zanjas deberán excavarse a lo largo de los alineamientos y según las secciones y rasantes que se indiquen en los planos o las que autorice por escrito el Interventor.

Las excavaciones de zanjas para alcantarillado no deben llevarse más allá de 50 metros del punto en donde se haya construido el colector, a menos que el Interventor autorice lo contrario por escrito. Las excavaciones de zanjas para filtros no deben llevarse más allá de 10 metros del punto en donde se haya construido la conducción o descole, a menos que en los planos se especifique algo diferente o el Interventor autorice lo contrario por escrito.

Cuando se trate de reposiciones, la longitud permitida de excavación se definirá durante la construcción, de acuerdo con las condiciones que determinen las redes de servicios públicos existentes en la zona, de tal forma que la excavación que se permita no ocasione deterioro por exposiciones prolongadas o las haga susceptibles a daños por accidentes.

b. Excavaciones en túnel

Las excavaciones en túnel se permitirán solamente en los sitios claramente indicados en los planos, o cuando resulte necesario colocar la tubería bajo otras estructuras existentes y de acuerdo con la autorización escrita del Interventor.

Para proceder a realizar esta clase de excavaciones, el Contratista deberá obtener aprobación escrita del Interventor sobre el método propuesto para entibar el túnel y rellenarlo.

Los espacios que queden alrededor de la tubería colocada en el túnel, deben ser suficientes para que el relleno pueda compactarse en forma adecuada a mano, de tal manera que asegure que el material compactado tenga características por lo menos iguales a las del material que lo rodea.

El Contratista será totalmente responsable por la seguridad del entibado del túnel, por cualquier hundimiento del terreno vecino a la excavación, por los daños a las estructuras existentes, por los métodos de excavación y por el control de aguas.

c. Profundidad de excavación

Las excavaciones a máquina deben llevarse hasta una profundidad máxima de 0.20 metros por encima de la cota de excavación final, para permitir la terminación de la zanja a mano hasta el nivel especificado de cimentación.

En el caso de encontrarse roca en el fondo de cimentación, ésta debe excavarse mínimo 0.20 metros por debajo de la superficie de apoyo inferior de las tuberías prefabricadas.

d. Ancho de excavación para zanjas

El ancho de excavación para las zanjas será siempre igual al especificado en los planos para cada diámetro, clase de tubería y tipo de filtro. La tolerancia nunca debe ser mayor de $\pm 5\%$ del ancho especificado en los planos o el que autorice por escrito el Interventor. El exceso determinado de acuerdo con esta especificación será tratado como sobreexcavación.

En el caso de excavaciones de zanjas no previstas en los planos, se adoptará un ancho igual al diámetro exterior de la tubería más 0.40 m, previa autorización del Interventor.

e. Taludes en las zanjas

En general, los taludes de las zanjas serán verticales para tuberías, o los indicados en planos para filtros. Cuando porque se presenten indicios de inestabilidad, o por conveniencias de construcción, sea necesario tender los taludes de las zanjas, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Los taludes de las zanjas podrán ser más suaves que el vertical desde 30 cm por encima del extradós superior del tubo hacia arriba, siempre y cuando no se afecte la estabilidad de las edificaciones vecinas, ni se intercepten servicios públicos.

Sin embargo, la zanja deberá ser rigurosamente vertical entre el fondo de cimentación y la altura correspondiente al extradós superior de los tubos, más 30 cm, en todos los casos.

El cambio de los taludes de las zanjas especificados en los planos deberá ser aceptado por escrito por el Interventor, antes de su ejecución, mediante un acta aprobada por el Subdirector Técnico, en la cual se fijen los nuevos taludes de las zanjas y se califique si la modificación es por conveniencia del Contratista (sobreexcavación) o por inestabilidad del terreno (obra adicional).

f. Estabilidad-Entibados-Protección de zanjas

Cuando el Contratista considere indispensable entibar una excavación para preservar la estabilidad de las áreas vecinas a la zanja, o para prevenir accidentes de sus propios trabajadores y poder adelantar en forma apropiada la excavación, deberá

solicitar la autorización del Interventor para el respectivo entibado, presentándole esquemas detallados del sistema que se propone emplear.

El Interventor deberá autorizar por escrito los entibados, cuando a su juicio sean indispensables para ejecutar las excavaciones, señalando claramente las abscisas y profundidades entre las cuales aprueba entibar la zanja. Cuando el Interventor considere que el trabajo puede avanzar satisfactoriamente sin necesidad de hacer entibados, o éstos pueden reemplazarse por otras precauciones y medidas que deben efectuarse por cuenta del Contratista, como un eficiente control de aguas, negará su autorización.

En cualquier caso, el Contratista será el único responsable por cualesquiera daños o perjuicios que se produzcan con motivo de los trabajos, si a juicio de la Interventoría hubiere podido prevenirlos o evitarlos en alguna forma, de manera que la no autorización para entibar, no releva al Contratista de las responsabilidades que sobrevengan por efecto de derrumbes y/o deslizamientos.

EMPAS S.A. únicamente reconocerá precios pactados para los conceptos de: EXCAVACIONES EN TIERRA CON ENTIBADOS y EXCAVACIONES EN MATERIAL GRANULAR CON ENTIBADOS, cuando el Interventor haya autorizado por escrito los entibados, cuando éstos a juicio del mismo hayan reunido las condiciones o características necesarias para cumplir satisfactoriamente la función de entibamiento, y cuando dicho entibamiento sea necesario por inestabilidad del terreno únicamente. Si no se cumplen todas estas condiciones, el entibado será a costa del Contratista.

En el caso de presentarse derrumbes y deslizamientos en las zanjas, se aplicarán las especificaciones correspondientes a DERRUMBES y DESLIZAMIENTOS.

EXCAVACIONES PARA CIMENTACION DE ESTRUCTURAS

Las excavaciones para estructuras deberán hacerse de acuerdo con las secciones dadas en los planos y de acuerdo con un plano aprobado por el Interventor, empleando equipos de excavación apropiados, cuidando siempre de no alterar las condiciones de estabilidad del terreno y/o estructuras e instalaciones existentes.

Las excavaciones se perfilarán de tal manera que ninguna saliente del terreno interfiera con la construcción de la estructura.

Cuando los taludes o la base de las excavaciones vayan a recibir vaciado directo de concreto, deberán ser pulidos hasta las líneas o niveles indicados en los planos o autorizados por el Interventor, y la excavación deberá hacerse con la menor anticipación posible a la construcción de la estructura.

Cuando las superficies de las excavaciones no vayan a quedar en contacto directo con las superficies de concreto, y las líneas de excavación no se hayan determinado en los planos, se hará la excavación con las dimensiones que, a juicio del Interventor, permitan la colocación de las formaletas.

EXCAVACIONES A TAJO ABIERTO

Las excavaciones a tajo abierto para rectificación de cauces, vías, corte y/o perfilación de taludes, etc; se harán utilizando el equipo apropiado para obtener las secciones especificadas en los planos, las autorizadas por el Interventor, o aquéllas que se requieran para garantizar la estabilidad de los taludes resultantes.

Todas las zonas en donde se efectúen las excavaciones deberán ser descapotadas previamente.

El Contratista debe remover y reemplazar los materiales que haya disgregado o removido innecesariamente, sustituyéndolos por otro material adecuado.

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL POR EXCAVAR

Toda excavación se deberá clasificar dentro de uno de los siguientes ítems:

- a. Excavación en tierra.
- b. Excavación en material granular.
- c. Excavación en roca.

a. Excavación en tierra

Se entiende por excavación en tierra, la efectuada en todos aquellos depósitos sueltos o cohesivos, con nula o muy poca cementación, tales como: gravas o cantos rodados con tamaños que no exceden de quince (15) centímetros (6 pulgadas) en su mayor dimensión, arenas, limos, arcillas, turbas, cienos y materiales orgánicos, materiales de desecho, sueltos o cualesquiera de sus mezclas, formadas natural o artificialmente, que puedan ser excavados con herramientas de mano o con maquinaria convencional para este tipo de trabajo.

El Contratista podrá utilizar, previa aprobación del Interventor, el método de excavación que considere conveniente para aumentar sus rendimientos, puesto que este hecho, por sí solo, no influirá en la clasificación del material.

b. Excavaciones en material granular

Se especifican como excavaciones en material granular todas aquéllas ejecutadas en depósitos granulares o redondeados, tales como bolos, gravas, piedras o peñascos con tamaños mayores a quince (15) centímetros (6 pulgadas) en su menor dimensión y menores de cincuenta y tres (53) centímetros (21 pulgadas) en su mayor dimensión, y que puedan ser excavados con herramienta de mano o maquinaria pesada convencional para este tipo de trabajo.

c. Excavaciones en roca

Se considerarán como roca, para efectos de pago, todas aquellas piedras o peñascos con tamaños mayores o iguales de cincuenta y tres (53) centímetros (21 pulgadas) en su menor dimensión, o todas aquellas formaciones o mantos naturales provenientes de la agregación natural de granos minerales conectados mediante fuerzas cohesivas permanentes y de gran intensidad.

Sin embargo, será requisito para clasificar un material como roca, que éste tenga dureza y textura tal, que no pueda ser aflojado o resquebrajado con herramientas de mano y/o que sólo pueda removerse con el uso de la maquinaria pesada convencional para esta clase de material o con la utilización previa de explosivos, cuñas o barrenos.

Cuando sea necesario emplear explosivos para efectuar las excavaciones, el Contratista se deberá regir por lo estipulado en la especificación EXPLOSIVOS.

ACCESO Y SEÑALES

El Contratista proveerá vigilantes para proteger a los habitantes y animales de posibles accidentes en los sitios que determine el Interventor.

El Contratista deberá dejar completamente accesibles los hidrantes, cajas de válvulas de acueducto, cajas de inspección de los teléfonos, etc. Los sumideros existentes deben ser protegidos adecuadamente para que sus bocas no se obstruyan con la tierra de las excavaciones.

Se entiende que la negligencia, descuido o incumplimiento del Contratista en lo que respecta a accesos o señales para la protección de personas, vehículos o animales, lo harán responsable ante LA CORPORACION y/o ante terceros por los perjuicios que puedan ocasionarse.

DISPOSICION DE LOS MATERIALES

Cuando los materiales producto de las excavaciones llenen los requisitos para ser utilizados en rellenos o terraplenes, deberán colocarse lateralmente a las excavaciones, o en sitios previamente determinados por el Interventor, para formar bancos de almacenamiento, o en el propio lugar en que vayan a ser utilizados.

Cuando el Contratista no atienda esta disposición o deje perder, por no disponer debidamente protegidos los materiales atrás indicados, la Interventoría calculará los volúmenes de rellenos comunes en zanja o terraplenes en los cuales hubieran podido utilizarse tales materiales, y considerará que dichos volúmenes fueron suministrados por EMPAS S.A. al Contratista

En el caso de que los materiales producto de las excavaciones no sean utilizables, el Interventor ordenará llevar estos materiales a los sitios de botadero previamente determinados por él.

Los materiales colocados lateralmente a las excavaciones o en bancos de almacenamiento o en botaderos, deben ser nivelados o compactados o apilados (en el caso de materiales de desperdicio) de acuerdo con las indicaciones escritas por el Interventor.

Los sobreacarreos a que haya lugar para la disposición de materiales, se pagarán de acuerdo con la especificación ACARREOS.

MEDIDA

La medida del volumen de las excavaciones ejecutadas bajo el alcance de la presente especificación, se hará por el método del promedio de áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la configuración del terreno, calculando dichas áreas, desde las secciones transversales del terreno, tomadas antes de la ejecución de la excavación, o los niveles dejados por la excavación a tajo abierto en el evento que ésta la preceda, hasta las secciones correspondientes definidas en el proyecto, con las modificaciones que por inestabilidad de los taludes haya autorizado por escrito el Interventor.

A medida que se vayan ejecutando las excavaciones, el Interventor irá determinando el tipo de material encontrado para posteriormente calcular el volumen correspondiente a cada clase de material que entra en la composición del volumen total.

La clasificación de acuerdo con las características del material se hará, por consiguiente, cada vez que haya variaciones en el tipo de material excavado. El tramo de máxima longitud para efectos de esta clasificación será de 200 metros.

También para efectos de pago, la Interventoría determinará las profundidades de excavación, y anotará las abscisas y cotas de nivel entre las cuales se tengan entibados previamente autorizados por el Interventor, y debidamente aprobados por éste.

Cuando la tierra se encuentre entremezclada con el material granular en una proporción igual o menor al 20% del volumen total considerado, en tal forma que no pueda ser excavado por separado, todo el material se considerará como MATERIAL GRANULAR.

Cuando la tierra o el material granular se encuentren entremezclados con la roca, en una proporción igual o menor al 20% del volumen total considerado, todo el material se considerará como ROCA.

En el caso de que el Contratista efectúe excavaciones por fuera de las líneas del proyecto, o de las que haya autorizado por escrito el Interventor, se procederá a tratarlas como SOBREEXCAVACION, de acuerdo con el numeral 2.03.03 (ordinal quinto) de esta especificación.

Para fines de pago no se medirán las sobreexcavaciones, ni aquellos volúmenes de excavación cuyos materiales no hayan sido correctamente dispuestos de acuerdo con lo prescrito en el numeral 2.03.06 de esta especificación.

La clasificación de las excavaciones y la estimación de porcentajes la efectuará el Interventor en el terreno.

PAGO

Las excavaciones medidas y clasificadas de acuerdo con lo prescrito en esta especificación, (o sea de acuerdo con las profundidades, el empleo de entibados aprobados por el Interventor, la clasificación de los materiales y los acarrees libres que se hubiesen presentado) serán pagadas al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios de la propuesta para los siguientes ítems:

EXCAVACIONES EN ZANJA PARA ALCANTARILLADO

EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

01. En tierra con entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

02. En tierra sin entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

03. En material granular con entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

04. En material granular sin entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

05. En roca a cualquier profundidad

EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

01. En tierra con entibados
 - a. De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b. De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c. A más de 5.00 metros de profundidad

- 02 En tierra sin entibados
 - a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c A más de 5.00 metros de profundidad

- 03 En material granular con entibados
 - a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c A más de 5.00 metros de profundidad

- 04 En material granular sin entibados
 - a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c A más de 5.00 metros de profundidad

- 05 En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones en zanja efectuadas para la instalación de tuberías, estructuras de concreto y mampostería. Las profundidades de excavación se medirán a partir del nivel del terreno antes de ejecutar la excavación, o el resultante una vez realizada la excavación a tajo abierto, en el evento de que ésta la preceda.

EXCAVACIONES EN ZANJA PARA FILTROS

A EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

- 01 En tierra con entibados
 - a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c A más de 5.00 metros de profundidad

- 02 En tierra sin entibados
 - a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c A más de 5.00 metros de profundidad

- 03 En material granular con entibados
 - a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c A más de 5.00 metros de profundidad

- 04 En material granular sin entibados
 - a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
 - b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
 - c A más de 5.00 metros de profundidad

05 En roca a cualquier profundidad

B EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

01 En tierra con entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

02 En tierra sin entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

03 En material granular con entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

04 En material granular sin entibados
a De 0.00 a 2.50 metros de profundidad
b De 2.51 a 5.00 metros de profundidad
c A más de 5.00 metros de profundidad

05 En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones en zanja efectuadas para la construcción de filtros de desecación y drenaje. Las profundidades de excavación se medirán a partir del nivel del terreno antes de ejecutar la excavación, o del resultante una vez realizada la excavación a tajo abierto, en el evento de que ésta la preceda.

EXCAVACIONES A TAJO ABIERTO EN CAUCES

A EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

01 En tierra a cualquier profundidad
02 En material granular a cualquier profundidad
03 En roca a cualquier profundidad

B EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

01 En tierra a cualquier profundidad
02 En material granular a cualquier profundidad

03 En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones efectuadas para la rectificación de cauces y construcción de obras de canalización y/o control de cauces.

EXCAVACIONES A TAJO ABIERTO EN TALUDES

A EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

- 01 En tierra a cualquier profundidad
- 02 En material granular a cualquier profundidad
- 03 En roca a cualquier profundidad

B EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

- 01 En tierra a cualquier profundidad
- 02 En material granular a cualquier profundidad
- 03 En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones efectuadas para terraceo y perfilación de taludes.

EXCAVACIONES A TAJO ABIERTO PARA ESTRUCTURAS

A EXCAVACIONES CON ACARREO LIBRE

- 01 En tierra a cualquier profundidad
- 02 En material granular a cualquier profundidad
- 03 En roca a cualquier profundidad

B EXCAVACIONES SIN ACARREO LIBRE

- 01 En tierra a cualquier profundidad
- 02 En material granular a cualquier profundidad
- 03 En roca a cualquier profundidad

Estarán incluidas dentro de esta clasificación las excavaciones efectuadas para la construcción de vías, diques, lagunas, lechos de secado, etc., y las realizadas con el objeto de nivelar las áreas generales donde se localizarán las estructuras de concreto.

Cuando, por las condiciones del proyecto, o por las órdenes del Interventor, haya necesidad de colocar el material producto de la excavación, en zonas retiradas más allá de la zona lateral de colocación, se estimará y pagará por separado al Contratista este movimiento en la forma que se indica en la especificación ACARREOS.

Los precios unitarios consignados en el formulario de precios, comprenderán la compensación total y única, por el suministro de toda la mano de obra, planta y equipo, **control de aguas** y todos los demás gastos necesarios para la correcta ejecución de las excavaciones, de acuerdo con lo prescrito en esta especificación.

Se considera excavación sin acarreo libre, cuando los materiales producto de la excavación se disponen en una zona lateral.

Esta zona estará limitada por una franja de 25 metros de ancho, cuyo eje longitudinal será el mismo de la excavación.

Para los materiales que se lleven más allá de esta zona, se estimará, y pagará por separado, el movimiento correspondiente en la forma como se indica en la especificación ACARREOS.

4. TERRAPLENES Y RELLENOS

OBJETO

DESCRIPCION

Esta especificación comprende las exigencias mínimas para la construcción de terraplenes y de rellenos en zanjas en los sitios indicados en los planos y los ordenados por el Interventor.

EXTENSION DEL TRABAJO

Esta sección comprende los siguientes trabajos:

1. Suministro en obra de materiales para rellenos en zanjas y en terraplenes.
2. Conformación y compactación de rellenos en zanjas y en terraplenes.
3. Conformación de rellenos en zanjas y en terraplenes.
4. Preparación del terreno de cimentación.

MATERIALES

Los materiales que se utilicen para los trabajos de esta especificación se clasificarán así:

a. Material común

Se denominará material común el material proveniente de excavaciones o bancos de préstamo, el cual debe estar libre de escorias, desperdicios, materias vegetales, suelos caracterizadamente orgánicos y piedras de diámetro mayor al especificado más adelante. Los materiales para los rellenos y terraplenes, antes de ser transportados al sitio de utilización, deberán someterse a la aprobación del Interventor.

b. Material seleccionado

Se denominará material seleccionado al proveniente de zonas diferentes a los sitios de excavación de la obra, constituido por una mezcla densa de grava y arena, con un contenido de material que pase al tamiz No.200, no menor del 5% ni mayor del 15%. El material seleccionado debe estar libre de materia orgánica, y en general, cualquier material objetable a juicio del Interventor.

El material seleccionado deberá someterse a la aprobación del Interventor antes de ser transportado al sitio de utilización.

c. Material granular para cimentación de tubería

Se denomina así a aquel material proveniente de zonas diferentes a los sitios de excavación de la obra, y que se ajuste a los siguientes límites de gradación:

Diámetro tubería	Tamiz	% que pasa
> 75 cm	3/4"	100-95
< 75 cm	1/2"	100-95
Todos	No. 4	20
Todos	No. 200	<5

La densidad máxima seca del material deberá ser mayor de 1.7 ton/m³, el material granular utilizado en la cimentación de tuberías deberá estar libre de material objetable a juicio del Interventor.

d. Material Impermeable

Se denomina así a aquel material proveniente de zonas diferentes a los sitios de excavación de la obra y que se ajuste a las siguientes características:

- a) Más del 50% pasa el tamiz No.200
- b) Límite líquido menor de 50
- c) La coordenada de límite líquido e índice de plasticidad se halle por encima de la línea de la carta de plasticidad en la Clasificación Unificada de Suelos (Ver Figura 1 en la siguiente hoja).
- d) Índice de plasticidad mayor que 10.

PREPARACION DE SUPERFICIES DE CIMENTACION

CIMENTACION DE TERRAPLENES

Antes de iniciar la construcción de un terraplén, la superficie de terreno natural, previamente descapotada y explanada, se debe compactar a la densidad óptima correspondiente al contenido de humedad propio del material. Antes de colocar el material de relleno, se escarificará la superficie y se humedecerá, según lo indique el Interventor, para lograr una mejor adherencia entre la fundación y el terraplén. Si el material resulta muy húmedo, deberá dejarse secar trabajando, si es necesario, con equipo de discos hasta que el contenido de humedad se reduzca a límites aceptables. El Contratista deberá buscar el suelo de cimentación aceptable, excavando hasta la profundidad que acuerde con el Interventor.

CIMENTACION DE RELLENOS EN ZANJAS

La superficie inferior de las zanjas, especificada en los planos o la ordenada por el Interventor, se compactará a la densidad óptima correspondiente al contenido de humedad propio del material, previa evacuación de las aguas lluvias o freáticas almacenadas en la zanja.

NORMAS DE CONSTRUCCION

Las normas de construcción de terraplenes y rellenos que se describen a continuación tienen el carácter de generales. Cuando para una determinada obra se requieran especificaciones de construcción diferentes a las aquí estipuladas, se consignarán en los respectivos planos y primarán sobre las normas indicadas en el presente numeral.

CONSTRUCCION DE TERRAPLENES Y RELLENOS

- a. En material común

El material común que se especifique para rellenos o terraplenes compactados, se extenderá en capas sensiblemente horizontales menores de 30 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 10 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando rastrillo de discos u otro equipo similar; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno o terraplén. Una vez que se compruebe que el contenido de humedad y las condiciones del material de una capa son satisfactorias, se procederá a la compactación con el equipo apropiado, a juicio del Interventor, hasta obtener una densidad entre el 95% y el 110% de la máxima densidad seca obtenida en el ensayo Proctor Standard.

El material que se especifique para rellenos o terraplenes semicompactados, se extenderá en capas sensiblemente horizontales menores de 40 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 15 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando rastrillo de discos u otro equipo similar; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno o terraplén. Una vez que se compruebe que el contenido de humedad y las condiciones del material de una capa son satisfactorias, se procederá a la compactación con el equipo apropiado, a juicio del Interventor, hasta obtener una densidad entre el 80% y el 85% de la máxima densidad seca obtenida en el ensayo Proctor Standard.

El material que se especifique para rellenos o terraplenes conformados, se extenderá en capas sensiblemente horizontales menores de 50 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 20 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando para ello el mismo equipo con el que se realice la conformación; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno o terraplén. La compactación del relleno o terraplén será la producida por la maquinaria en el proceso de conformación.

b. En material seleccionado o granular

El material seleccionado se extenderá en capas sensiblemente horizontales de 20 centímetros de espesor compactado. Una vez se compruebe que el contenido de humedad y los materiales de una capa son satisfactorios, se procederá a la compactación con un equipo apropiado, a juicio del Interventor, hasta obtener una densidad relativa mínima del 70%.

c. En material impermeable

El material impermeable por utilizar será arcilla de clasificación CL, prevista en la Clasificación Unificada de Suelos, con un límite líquido menor de 50 y un índice de plasticidad mayor de 10.

Las arcillas se compactarán en capas de 10 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa se procederá a retirar los materiales indeseables. Una vez que se compruebe que el contenido de humedad se halla en su contenido óptimo, o hasta un 2% inferior al óptimo, se procederá a la compactación con rodillo patecabra para zonas extensas y con apisonador de 500 a 800 golpes por minuto o rodillo

vibratorio en los bordes y zonas angulares, hasta obtener una densidad del 98% de la máxima densidad obtenida en el ensayo Proctor Standard.

El equipo de compactación será de especificaciones tales que el grado de compactación requerido se obtenga en un número de pasadas no inferior a 4.

La compactación será cuidadosamente verificada con ensayos de densidad de campo para evitar sobrecompactaciones que afecten la textura de la arcilla.

Una vez compactada un área determinada, ésta deberá ser protegida de la desecación hasta la terminación de la obra o su llenado. El Contratista propondrá el método a la Interventoría para su consideración y aplicación.

MEDIDA

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance de la presente especificación, se hará en el sitio de construcción del relleno o del terraplén, utilizando el método de promedio de las áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la naturaleza de la obra, tomadas antes y después de ejecutados los trabajos, dentro de los alineamientos dados en los planos o los aprobados por el Interventor.

La unidad de medida será el metro cúbico con aproximación a un decimal de material compactado y/o conformado en el sitio de la obra.

Si hubiere necesidad de mezclar materiales de diferentes lugares de procedencia, para obtener el tipo de material especificado en el relleno o terraplén, se medirá el volumen total de material mezclado y compactado y se calculará la cantidad de éste que corresponda a cada lugar de procedencia, teniendo en cuenta la proporción en que intervino en la mezcla.

En la medida no se incluirán volúmenes adicionales causados por descuidos del Contratista, por deficiencia en el control de aguas, o por derrumbes y hundimientos que él hubiere podido evitar, a juicio del Interventor.

PAGO

Los descapotés que sean necesarios para la correcta cimentación de rellenos y terraplenes, se pagarán dentro de los términos de la especificación DESCAPOTE.

Dentro de los precios unitarios que contemplen conformación y compactación de terraplenes y rellenos o conformación de terraplenes y rellenos, queda incluida, para efecto de pago, la preparación del terreno de cimentación ejecutada en un todo de acuerdo con la especificación 2.04.03.

Dentro de los precios unitarios que contemplen conformación y compactación de terraplenes y rellenos impermeables, queda además incluido, para efecto de pago, el

mantenimiento del contenido de humedad del material compactado hasta su entrega final a la Interventoría.

La construcción de terraplenes y rellenos en zanjas, se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios, para los siguientes conceptos de trabajo:

1. Suministro, conformación y compactación de rellenos seleccionados.
2. Suministro, conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes.
3. Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, sin acarreo libre.
4. Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.
5. Suministro, conformación y compactación de rellenos granulares para cimentación de tuberías.
6. Selección y conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes.
7. Conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, sin acarreo libre.
8. Conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.

En concordancia con los anteriores conceptos de trabajo, las diferentes maneras de obtener los materiales, y la construcción de los rellenos o terraplenes, se pagarán según lo conceptúe el Interventor, de acuerdo con lo indicado a continuación.

a) El suministro en obra de los materiales (incluidos su explotación y transporte), todos los acarreos, la selección, la conformación, el riego y la compactación de los materiales para rellenos seleccionados, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro, conformación y compactación de rellenos seleccionados.

b) El suministro en obra de los materiales (incluidos su explotación y transporte), todos los acarreos, la selección, la conformación, el riego y la compactación de los materiales para rellenos comunes se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro, conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes.

c) La selección, la conformación, el riego y la compactación de materiales procedentes de zonas de préstamo, canteras, excavaciones o zona lateral de almacenamiento, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios, para el concepto de trabajo: Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, sin acarreo libre.

d) La selección, la conformación, el riego y la compactación de materiales procedentes de bancos de almacenamiento se pagarán al Contratista al precio unitario

consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.

e) Cuando el material proceda de bancos de almacenamiento, los sobreacarreos se pagarán dentro de los términos de la especificación **ACARREOS**. El acarreo libre quedará pago dentro del concepto de trabajo: Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.

f) Cuando el material para terraplenes y rellenos proceda de excavaciones efectuadas para construir las obras, la explotación y suministro de dichos materiales y el acarreo libre, se pagarán dentro de los términos de la especificación **EXCAVACIONES**. Los sobreacarreos que sean necesarios para llevar el material a los sitios de utilización o a los bancos de almacenamiento, se pagarán dentro de los términos de la especificación **ACARREOS**.

En el evento que el material proveniente de excavaciones, por su conformación granulométrica, a juicio de la Interventoría, pueda ser considerado apto para su utilización como material de cimentación de tuberías o como relleno seleccionado, su selección, conformación, riego y compactación se pagará bajo los ítems: Conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con o sin acarreo libre.

g) Si no existen precios para "Suministro, conformación y compactación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes", y el material procede de bancos de préstamo o canteras, todos los trabajos de explotación y el acarreo libre se pagarán al Contratista de acuerdo con la especificación: **BANCOS DE PRESTAMO**. Los sobreacarreos que sean necesarios para llevar el material a los sitios de utilización o a los bancos de almacenamiento se pagarán dentro de los términos de la especificación **ACARREOS**.

h) El relleno de cimentación de las tuberías se pagará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Suministro, conformación y compactación de rellenos granulares para cimentación de tuberías.

Este pago será la única compensación que reciba el Contratista por concepto del suministro, colocación y compactación del material granular, por toda la planta, mano de obra, prestaciones sociales utilidad e imprevistos y por todos los otros costos necesarios para la correcta cimentación de las tuberías de acuerdo con la presente norma.

i) La selección, la conformación y el riego de los materiales procedentes de zonas de préstamo, canteras, excavaciones o zona lateral de almacenamiento, se pagará al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios, por el concepto de trabajo: Conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, sin acarreo libre.

j) La selección, la conformación y el riego de materiales procedentes de bancos de almacenamiento, se pagarán al Contratista al precio unitario consignado en el formulario de precios para el concepto de trabajo: Conformación de rellenos comunes en zanjas o en terraplenes, con acarreo libre.

5. ACARREOS

GENERALIDADES

DESCRIPCION

Esta norma tiene por objeto fijar los criterios básicos para el transporte de materiales utilizables y de desperdicios.

ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los trabajos incluidos dentro de la presente especificación se clasifican dentro de los conceptos de trabajo:

1. Acarreo libre

Los trabajos incluidos dentro del concepto de **Acarreo libre** son:

- a) Cargue de material.
- b) Transporte de material hasta la distancia de acarreo libre. **Para todos los conceptos de trabajo en que se incluya el Acarreo Libre, la distancia de acarreo libre será de 50 metros.**
- c) Descargue del material en el sitio de utilización, almacenamiento o botadero.

2. Sobreacarreo

Dentro del concepto de **sobreacarreo** queda incluido únicamente el transporte del material desde el sitio de obtención, excluida la distancia de acarreo libre, hasta el sitio de utilización, almacenamiento, o botadero.

NORMAS DE EJECUCION

El acarreo de materiales debe hacerse siempre con los equipos apropiados para cada distancia de acarreo especificada y para las condiciones de acceso y localización de las obras. Si la obra no es homogénea en su localización y acceso, el Contratista podrá dividirla en partes homogéneas y calcular los precios de acarreo de acuerdo a sus características particulares.

MEDIDA

VOLUMENES

a. Materiales utilizables

El volumen de material acarreado desde cualquier fuente de abastecimiento (excavaciones, bancos de préstamo, bancos de almacenamiento, canteras, etc.) hasta el sitio de utilización, será el mismo calculado para el pago de rellenos, terraplenes, etc., medido en su sitio de utilización final.

b. Materiales de desperdicio y producto de demoliciones

El volumen de material de desperdicio acarreado desde el lugar de procedencia hasta el sitio de botadero, se medirá en el lugar de procedencia o cuando ello sea imposible, en el sitio de botadero, tomando como unidad de medida el metro cúbico, compactado, con aproximación a la unidad. En el caso de que esta operación no se pueda realizar fácilmente, se pagarán los costos directos reales del transporte más el 10%.

DISTANCIA DE ACARREO

La distancia de acarreo del material, para efectos de pago, se determinará midiendo la distancia más corta, o la ruta que previamente apruebe el Interventor, desde el centro de gravedad del sitio de excavación, o del banco de préstamo, o de un banco de almacenamiento, hasta el centro de gravedad del lugar de utilización, o de un banco de almacenamiento o de un botadero.

La distancia de sobreacarreo será la que resulte de restar la distancia de acarreo libre de la distancia total de acarreo.

La distancia de sobreacarreo, calculada según lo dispuesto en esta norma, se dividirá en estaciones determinadas así:

- a) Para distancias totales de acarreo entre 0 y 200 metros, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 25 metros, aproximando las fracciones a un decimal.
- b) Para distancias totales de acarreo entre 0 y 500 metros, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 50 metros, aproximando las fracciones a un decimal.
- c) Para distancias totales de acarreo entre 0 y 1.000 metros, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 100 metros, aproximando las fracciones a un decimal.
- d) Para distancias totales de acarreo mayores de 1 Km, la distancia de sobreacarreo se dividirá en estaciones de 1 Km, aproximando las fracciones a un decimal.

MEDIDA DE SOBRECARREROS

Para efectos de pago, los sobreacarreos se miden en METROS CUBICOS-ESTACION. La cantidad de metros cúbicos-estación se obtiene multiplicando el volumen de material transportado, medido en su sitio de utilización final, por el número de estaciones determinadas de acuerdo con lo prescrito en esta especificación.

PAGO

a. Acarreo Libre

El acarreo libre no se pagará al Contratista por separado puesto que su costo quedará incluido en los precios de los ítems que expresamente contengan este concepto de trabajo.

b. Sobreacarreos

El sobreacarreos de materiales se pagará al Contratista a los precios unitarios de metro cúbico-estación, consignados por el Contratista en el formulario de precios para el ítem correspondiente. Dichos precios unitarios deberán incluir todos los costos necesarios para el simple transporte de los materiales; no para el cargue y descargue, que están incluidos dentro del acarreo libre (ver numeral 2.05.01.02).

Se aclara que es requisito indispensable para el pago de sobreacarreos, que los materiales transportados hayan sido correctamente dispuestos.

6. DERRUMBES Y DESLIZAMIENTOS

GENERALIDADES

Se entenderá por deslizamiento el desplazamiento inusitado de materiales sobre una superficie de falla formada en la masa de material considerado. Por derrumbe se entenderá la precipitación repentina de materiales, desde un lugar alto o eminencia, siguiendo una trayectoria cualquiera.

Durante la construcción de cualquier obra, el Contratista deberá llevar a cabo las obras de protección necesarias, para reducir al mínimo la posibilidad de que se presenten derrumbes o deslizamientos, y serán de su cuenta todas las precauciones que crea convenientes para prevenirlos.

TRABAJOS POR EJECUTAR

El Contratista ejecutará las excavaciones de manera tal que se reduzcan al mínimo las posibilidades de derrumbes o deslizamientos; particularmente cuando emplee explosivos, evitará aflojar el material en los taludes más allá de las líneas del proyecto fijadas en los planos y/o autorizadas por el Interventor.

En general, en los casos en que resulten defectos de construcción y ocurran derrumbes o deslizamientos durante la ejecución de una obra, o durante el período de vigencia de la garantía de estabilidad que, en concepto del Interventor, hayan sido ocasionados por negligencia del Contratista, éste deberá retirar el material derrumbado, deslizado, o que se encuentre inestable, reparar o submurar la obra inmueble o instalación afectada; el retiro de materiales y la reparación o submuración de la obra inmueble o instalación afectada, será en este caso por cuenta del Contratista

Se considerará como negligencia del Contratista el apilamiento inconveniente de los materiales, el tráfico cerca a los bordes de las excavaciones en tierra inestable, la omisión de las precauciones necesarias para prevenir derrumbes y todos aquellos factores que, a juicio del Interventor, pongan en peligro la estabilidad de la obra por acción u omisión del Contratista.

Todos los materiales provenientes de derrumbes y deslizamientos, serán retirados por el Contratista cómo y cuándo lo ordene el Interventor y si éste lo considera necesario, aquél deberá reparar los perfiles y secciones transversales afectadas.

La disposición de los materiales provenientes de derrumbes o deslizamientos se deberá hacer en la forma y lugar que indique el Interventor.

MEDIDA

Cuando los derrumbes o deslizamientos fueren ocasionados por causa que a juicio del Interventor no hubiese podido evitar el Contratista, antes de su remoción y de la reparación de la obra afectada, se deberán efectuar las medidas necesarias como se indica a continuación:

a) El material proveniente de derrumbes o deslizamientos que sea necesario remover, se medirá tomando como unidad el metro cúbico, con aproximación a la unidad, de dicho material, cargado, transportado hasta la distancia de acarreo libre (determinada como se indica en la especificación ACARREOS) y dispuesto según la forma y en el sitio que ordene el Interventor.

La determinación del volumen se hará en el lugar de origen, utilizando el método del promedio de áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la configuración del terreno, y calculando dichas áreas desde las secciones transversales antes de empezar a remover el derrumbe o deslizamiento, hasta las secciones correspondientes tomadas después de efectuada su remoción.

b) Si por las características de los materiales, las condiciones del lugar de donde hay que removerlos, o cualquier otra causa, es imposible la determinación del volumen por el método anteriormente expuesto, el Interventor podrá ordenar al Contratista el retiro

del derrumbe o deslizamiento reconociéndole el valor de dicho trabajo por el sistema de costo real directo más el 10%.

c) Si fuese necesario reparar una obra, inmueble o instalación afectado por algún derrumbe o deslizamiento, cuyas causas no sean imputables al Contratista, el Interventor determinará la forma de medida para los efectos del pago.

PAGO

Si de acuerdo con lo prescrito en el numeral anterior, hubiere lugar a pago por la remoción de cualquier derrumbe o deslizamiento ocurridos en una obra, éstos se medirán y clasificarán como se indica en el numeral anterior de esta especificación y se pagarán al Contratista a los mismos precios unitarios para excavaciones en tierra, estipulados en el formulario de precios.

En estos casos, si el Interventor considera que no hay responsabilidad del Contratista, el acarreo del material producto del derrumbe o deslizamiento, a sitios fuera de la zona que cubre el acarreo libre, determinado como indica la especificación ACARREOS, le será pagado al Contratista de acuerdo con lo indicado en dicha especificación.

Si el Interventor ordena la restauración de una obra, inmueble o instalación afectada, se pagarán al Contratista los costos de la reparación, medida como se indica en el numeral anterior (literal c), a los correspondientes precios unitarios estipulados en el formulario de precios de la propuesta para el respectivo trabajo.

No se estimarán, para fines de pago, aquellos volúmenes removidos cuyos materiales no hayan sido correctamente dispuestos según las instrucciones del Interventor.

Los daños a terceros ocasionados por derrumbes o deslizamientos ocurridos antes del recibo de la obra por el Interventor, causados por negligencia, falta de previsión, métodos o equipos inadecuados, fallas en el control de aguas, o por cualesquiera otras causas de responsabilidad del Contratista, a juicio del Interventor, serán a cargo de aquél y correrán por su cuenta la remoción de los materiales producto de los derrumbes o deslizamientos, la construcción de los rellenos y todos los demás trabajos y/o pagos necesarios para restaurar la obra, inmueble o instalación afectada y reponer los perjuicios ocasionados.

7. BANCOS DE PRESTAMO

OBJETO

La presente norma tiene por objeto dar las indicaciones generales para obtener los materiales necesarios para la construcción de terraplenes, rellenos, filtros, enrocados, etc.

CLASIFICACION E DEFINICIONES

Los bancos de préstamo se clasifican como bancos de préstamo propiamente dichos y bancos de almacenamiento.

a) Se llama banco de préstamo, el lugar en el cual se adelantan trabajos con el único fin de obtener materiales para la construcción de la obra objeto de estas especificaciones.

b) Se entenderá por banco de almacenamiento el lugar relativamente lejano del sitio de explotación en donde se almacenen, si ello es necesario a juicio del Interventor, los materiales producto de excavaciones o provenientes de un banco de préstamo.

c) Todas las operaciones que deban realizarse para la extracción de los materiales en los bancos de préstamo, se definirán como Explotación de materiales para rellenos, para terraplenes, para filtros, para enrocados, etc.

NORMAS DE CONSTRUCCION

a. Descapote

Todas las zonas que sean escogidas como bancos de préstamo deben ser descapotadas de acuerdo a la especificación DESCAPOTE, si ello es necesario a juicio del Interventor. Los materiales producto de la operación de descapote deberán retirarse a los bancos de desperdicio o zonas de botadero indicados en los planos o autorizados por el Interventor, para que no se mezclen con el material utilizable.

b. Protección de las excavaciones

El Contratista debe adelantar las operaciones de excavación de manera que en todo momento se garantice la estabilidad del fondo y de los taludes.

El Interventor podrá ordenar, si lo considera conveniente o necesario, cambios en la extensión, profundidad, taludes y forma del fondo de las excavaciones, a fin de disminuir la posibilidad de derrumbes, deslizamientos, accidentes y para mejorar la calidad del material obtenido y los rendimientos de explotación, y el Contratista deberá mantener las líneas de excavación señaladas por el Interventor.

En los bancos de préstamo el Contratista deberá construir drenajes, diques, etc. para el correcto control de aguas superficiales y freáticas.

c. Uso de explosivos

El uso de explosivos para la explotación de materiales en los bancos de préstamo, debe ser autorizado por el Interventor y debe cumplir en un todo lo prescrito en la especificación EXPLOSIVOS.

d. Aprobación del banco o cantera

Antes de proceder a las labores de explotación, el Contratista debe hacer tres apiques o trincheras que permitan evaluar las características y rendimientos probables del yacimiento.

En estos apiques se practicarán los ensayos necesarios, a juicio del Interventor, para establecer la extensión de la explotación. Si el sitio escogido no resulta apto para la explotación, el Contratista debe rellenar los apiques correspondientes a satisfacción del Interventor. Si el material es adecuado en calidad y cantidad, el Contratista podrá proceder a la explotación del banco o la cantera, atendiendo las indicaciones o pautas del Interventor. El costo de los ensayos será por cuenta del Contratista.

e. Almacenamiento de materiales

El almacenamiento de materiales utilizables, dentro de los bancos de préstamo o cerca de las excavaciones para las obras, deberá hacerse en sitios secos, protegidos de las aguas superficiales y limpios de todo material vegetal, basura u otra materia objetable que se pueda mezclar con ellos.

Los materiales utilizables almacenados en los bancos de almacenamiento deben cumplir con lo dispuesto en el párrafo anterior pero necesitan la aprobación expresa del Interventor en cuanto a almacenamiento y a selección de acuerdo con las especificaciones que se den para la clase de obra a que estén destinados dichos materiales.

Se aclara explícitamente que en los bancos de almacenamiento se deben almacenar los materiales estrictamente utilizables y que no se reconocerán al Contratista los acarreo del material de desperdicio, o del material desechable que se encuentre en un banco de almacenamiento. La remoción y disposición de estos materiales correrán por cuenta del Contratista.

f. Derrumbes, daños y perjuicios

Los daños que se ocasionen con motivo de la explotación de materiales serán de la exclusiva responsabilidad del Contratista.

g. En el evento de utilización, por parte del Contratista, de un camino de acceso existente al banco de préstamo adoptado, el Contratista deberá dejarlo al final de su utilización en las mismas condiciones originales encontradas.

MEDIDA

La explotación de materiales para utilizar en la construcción de rellenos, terraplenes, filtros, enrocados, etc., se medirá en el sitio de utilización de acuerdo a las normas correspondientes dadas para la medición de rellenos, terraplenes, filtros, enrocados, etc.

PAGO

Todos los costos de apertura y mantenimiento del camino de acceso, de la planta, equipos, mano de obra, control de aguas, descapote, explosivos, señales, disposición de materiales y acarreo libre, se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios para los siguientes conceptos de trabajo:

1. Explotación de materiales para terraplenes y rellenos comunes.
2. Explotación de materiales para rellenos seleccionados.
3. Explotación de materiales para enrocados.
4. Explotación de materiales para rellenos de cimentación de tubería.
5. Explotación de materiales para filtros.

1. Explotación de materiales para terraplenes y rellenos impermeables.

La explotación de los materiales que posteriormente resulten desechables, como consecuencia de la selección o trituración, no se le pagarán al Contratista, por lo tanto, estos costos deben estar

incluidos en los costos de selección de materiales. Los sobrecarreos de los materiales al sitio de utilización se pagarán al Contratista según la especificación ACARREOS.

No se considerarán como explotación de materiales, los trabajos que se realicen en los bancos de almacenamiento puesto que ellos se reducen a descargue y a cargue de materiales, trabajos que están incluidos en los acarreos libres, y a trabajos de disposición de materiales, unos y otros incluidos en otros ítems de trabajo.

III. TUBERÍAS PREFABRICADAS

1. TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)

FABRICACION

La tubería de policloruro de vinilo (PVC) estará de acuerdo con lo especificado en la norma ICONTEC 382 y en las normas D-2241-68 y D2466-65 T de ASTM, y será adecuada para la presión de diseño. Los tubos serán fabricados con compuestos de policloruro y vinilo rígido virgen, tipo 1, grado 1, y cumplirá con la norma ICONTEC 369.

El material será homogéneo y de color, opacidad y densidad uniforme. La presión mínima de rotura será la indicada en la tabla 1 de la norma ICONTEC 382. Los tubos no producirán olor ni sabor y tendrán capacidades físicas y químicas de acuerdo con lo especificado en las normas mencionadas anteriormente y cumplirán con los requisitos sobre toxicidad de la norma ICONTEC 359.

Las superficies externas e internas de los tubos serán lisas, libres a simple vista de grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño. La relación diámetro externo-espesor de la pared o RDE será la indicada en los planos.

La longitud de cada tubo será de 6 metros y estarán rotulados en el exterior siguiendo el procedimiento indicado en el numeral 7 de la norma ICONTEC 382.

Las uniones serán del tipo de campana y espigo de acople a presión, en los casos de tubería de alcantarillado o de presión de diámetro mayor o igual a 2 1/2", con empaque de anillos de caucho fabricados de acuerdo con los requisitos de la norma del Comercial Standard US-CS 272-65 o similar. En los casos de tubería sanitaria y tubería de presión de diámetros inferiores o iguales a 2", las uniones serán del tipo soldadas.

En todos los casos, las uniones y accesorios deben ser de la misma marca de la tubería y adecuados para resistir la presión de trabajo y pruebas especificadas para la tubería.

INSTALACION

La instalación y unión de las tuberías deberá hacerse limpiando previamente la unión, siguiendo las recomendaciones del fabricante, para garantizar que las uniones queden herméticas. La tubería deberá quedar colocada totalmente de acuerdo con la localización indicada en los planos y con las instrucciones de la Interventoría. 2/5

a. Instalación de tuberías suspendidas

Cuando la tubería se instale de forma que quede suspendida, la fijación de los tubos y accesorios se hará por medio de abrazaderas. En los cambios de dirección abruptos, seguidos por tramos muy cortos, se utilizarán abrazaderas fijas provistas de empaque flexible. En los cambios de dirección seguidos por un tramo largo,

equivalente a 20 diámetros o más, se utilizarán abrazaderas corredizas, sin empaque.

Las abrazaderas se asegurarán a los techos o muros por medio de tornillos de acero o se empotrarán por medio de un gancho de platina metálica. Los soportes deben colocarse cada tres metros en los tramos verticales y cada 2 metros en los tramos horizontales.

b. Instalación de tuberías en mampostería

Para instalación de tubería en muros de mampostería de ladrillo se abrirá una regata en el muro ya construido, se colocará la tubería y se recubrirá con mortero 1:2. La tubería deberá quedar rodeada por una capa de mortero de 2 cms de espesor en todas direcciones. En los pozos de inspección la regata se hará en la superficie interna del pozo.

c. Instalación de tuberías en concreto

Cuando la tubería va a quedar empotrada en concreto deberá colocarse fijamente unida a la formaleta, especialmente los accesorios, antes de procederse al vaciado de la mezcla. Al fundir la mezcla es necesario compactar bien alrededor de los accesorios y evitar cualquier vacío que permita un movimiento posterior de los mismos.

Todas las redes, antes de ser tapadas las tuberías, se someterán a pruebas hidráulicas de funcionamiento durante 24 horas, con una presión igual al doble de la que soportará la red, pero no menor que la presión de trabajo especificada. Los escapes o fugas que se presenten deberán repararse adecuadamente y hasta que la Interventoría las acepte.

ALMACENAMIENTO

Para su almacenamiento en la obra, la tubería debe soportarse horizontalmente en toda su longitud. Si se dejan a la intemperie, los tubos y los accesorios deberán cubrirse con polietileno o papel encerado. La soldadura líquida no debe someterse a extremos de calor o frío y debe almacenarse en un lugar ventilado ya que la soldadura es inflamable. El tarro de soldadura debe permanecer cerrado, excepto cuando se esté aplicando la soldadura.

MEDIDA

La unidad de medida para la tubería PVC será el metro lineal efectivo, suministrado, instalado y debidamente hechas las pruebas hidráulicas.

PAGO

El valor unitario de cada uno de los ítems medidos según el párrafo anterior se pagará a los precios por metro lineal especificados en el formulario de precios del Contrato, e incluirán el suministro y todos los costos de mano de obra, uniones y materiales empleados y demás costos directos e indirectos que se originen para la construcción, prueba hidráulica y puesta en funcionamiento de las redes hidráulicas y sanitarias con tubería de policloruro de vinilo.

Se exceptúan de este pago los accesorios, para los que exista ítem específico en el formulario de precios unitarios y cantidades de obra del Contrato.

2. TUBERIA PVC PARA REDES HIDRAULICAS

GENERALIDADES

El suministro de tubería PVC y accesorios cumplirá con lo especificado en las normas ICONTEC 382 y será adecuada para presión de trabajo de 14.06 kg./cm² a 22°C. Los tubos serán fabricados con compuestos de policloruro de vinilo rígido, virgen, tipo 1, grado 1 y cumplirá con las normas ICONTEC 369.

El material será homogéneo, de color, opacidad y densidad uniformes. Los tubos no producirán olor, ni sabor y tendrán propiedades físicas y químicas de acuerdo con lo especificado en las normas ICONTEC 382 y 369 y cumplirá con los requisitos sobre toxicidad de la norma ICONTEC 359.

Las superficies externas e internas de los tubos serán lisas, libres de grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño. Los accesorios PVC serán los normales en la línea de fabricación y de la misma marca de la tubería.

La longitud de los tubos será de 6 metros y estarán rotulados en el exterior siguiendo el procedimiento indicado en el numeral 7 de la norma ICONTEC 382 y la relación de diámetro externo a espesor de la pared (RDE) será la indicada en los planos.

La instalación y unión de las tuberías deberá hacerse limpiando previamente la unión y siguiendo las recomendaciones del fabricante, para garantizar que las uniones queden herméticas. La tubería deberá quedar cubierta totalmente en pisos, pero no empotrada en las placas, o podrá ser colgada por medio de soportes colocados en cielos rasos falsos de acuerdo con la localización indicada en los planos y con las instrucciones de la Interventoría.

Todas las redes, tanto de agua fría como caliente, antes de ser tapadas las tuberías, se someterán a pruebas hidráulicas de funcionamiento durante 24 horas, con una presión igual al doble de la que soportará la red, pero no menor que la presión de trabajo especificada. Los escapes o fugas que se presenten deberán repararse adecuadamente por cuenta del Contratista, hasta que la Interventoría las acepte.

UNIONES UNIVERSALES

Se colocará por lo menos una unión universal después de cada válvula o registro de paso directo, lo mismo que en los globos.

Tuberías de diámetro de 3" y mayores llevarán flanges en vez de universales.

VALVULAS O REGISTROS Y CHEQUES

Las válvulas o registros y cheques para interrumpir el paso del agua serán del tipo de paso directo para presiones de 100 metros donde no estén indicadas de otra clase. Los cheques serán de cortina de tres puntos sin empaquetaduras de fibra.

Todas las válvulas serán de la mejor calidad y de la misma marca para toda la instalación.

El Contratista presentará al Interventor muestras de las válvulas que instalará antes de hacer la compra del material, a fin de que sean aprobadas.

Las válvulas y cheques de diámetro de 2 ½" y menores serán todas construidas en bronce, semejantes al tipo Stockman No. 3-115, Jenkins Fing-370 o similares, con rosca estándar, con disco de cuna sólido.

Las válvulas de 3" de diámetro y mayores pueden ser de bronce o cuerpo de hierro fundido provistas de disco y asiento de bronce sólido, semejantes al tipo Jenkins Fing-326.

Sobre el bajante de distribución de agua desde el tanque alto, se instalará la válvula de paso directo, que permita suprimir el servicio.

Los hidrantes serán de tipo estándar contra incendio, de 2" de diámetro y antes de cada uno se instalará una válvula de compuerta de 2".

Las válvulas de descarga para las mangueras de lavado serán de tipo Venturi estándar, de las utilizadas en contra incendio, de diámetro 2" con boquilla restrictora de salida en bronce de ½".

MEDIDA

a) La unidad de medida para la tubería a presión PVC será el metro lineal efectivo con aproximación de dos decimales para cada uno de los diámetros utilizados, mayores o iguales a 1", suministrados, instalados y debidamente hechas las pruebas hidráulicas.

b) La unidad de medida para la tubería a presión PVC con diámetro inferior a 1", será el punto hidráulico.

Para su evaluación debe medirse la totalidad de tubería de diámetro inferior a 1" junto con los accesorios contemplados en planos y dividir esta longitud por el número de salidas hidráulicas previstas.

c) La unidad de medida para tees, codos, yees, flanges, llaves de paso y válvulas de paso directo, válvulas de guarda y válvulas de cheque, instaladas en tuberías

mayores o iguales a 1", será por accesorio en el diámetro especificado, suministrado, instalado, probado y entregado en perfecto estado de funcionamiento y no incluido específicamente en otro ítem del Contrato.

d) La unidad de medida para las mangueras de lavado será por unidad de 15 metros con acoples estandar en ambos extremos.

PAGO

El precio unitario de cada uno de los ítems de esta sección, TUBERIA PVC PARA REDES HIDRAULICAS, incluirá el suministro y todos los costos de mano de obra, accesorios y materiales empleados y demás costos directos e indirectos que se originen para la construcción, pruebas hidráulicas y puesta en funcionamiento de las redes hidráulicas, de acuerdo con los detalles indicados en los planos de construcción y con las instrucciones de la Interventoría.

No se incluirán, para efectos de pago, las uniones de cualquier tipo requeridas en la tubería, las cuales estarán incluidas dentro del pago del metro lineal de tubería del diámetro especificado.

3. TUBERIA CORRUGADA DE POLICLORURO DE VINILO (PVC)

GENERALIDADES

El trabajo al que se refiere la presente especificación consiste en el conjunto de operaciones que deberá efectuar el Contratista para suministrar e instalar la tubería (manguera) corrugada de PVC y accesorios, en los sitios señalados en los planos y/o los ordenados por el Interventor.

MATERIALES

La tubería y los accesorios serán fabricados con resinas de policloruro de vinilo (PVC), por el sistema de extrusión. El producto resultante será prácticamente irrompible, resistente a la corrosión y a los agroquímicos. Debe tolerar cualquier grado de acidez del suelo y ser inmune a los agentes bioquímicos.

ALMACENAMIENTO

La presentación de la tubería (manguera) corrugada de PVC es en rollos de 100 a 150 metros, según el diámetro, los cuales deben almacenarse, al igual que los accesorios, en un sitio adecuado en el campamento de la obra. Si se dejan a la intemperie, los rollos de tubería (manguera) y los accesorios deberán cubrirse con polietileno o papel encerado, cuidando que queden alejados de zonas de tráfico o disposición de otros materiales.

La soldadura líquida no debe someterse a extremos de calor o frío y debe almacenarse en un lugar ventilado ya que la soldadura es inflamable. El tarro de soldadura debe permanecer cerrado excepto cuando se esté aplicando la soldadura.

UNIONES

En las uniones de tubería (manguera) y accesorios se utilizará soldadura líquida de PVC. Antes de aplicar la soldadura, deberá constatarse que el tubo no quede flojo dentro del accesorio y que tanto el extremo del tubo como el accesorio estén completamente secos y limpios posteriormente al uso de un limpiador removedor.

La soldadura deberá aplicarse generosamente con una brocha de cerda natural cuyo tamaño deberá ser igual a la mitad del diámetro de la tubería que se está instalando. No debe quitarse el exceso de soldadura que queda en las uniones ya que deberá quedar un cordón de soldadura entre el accesorio y el tubo.

Una vez realizada la unión, deberá dejarse secar la soldadura durante 15 minutos antes de mover la tubería (manguera). Por ningún motivo debe permitirse el contacto de la soldadura líquida con el agua.

CLASES DE TUBERIA (MANGUERA) CORRUGADA PVC

Existen dos presentaciones para diversos usos:

- a) Tuberías (manguera) sin filtro
- b) Tuberías (manguera) con filtro

En terrenos de arenas muy finas o suelos de turba altamente descompuesta, se utiliza la tubería (manguera) corrugada PVC con filtro. El filtro está formado por un tejido de fibras sintéticas que envuelven el tubo como un forro y no permiten el paso de partículas indeseables.

El tipo de tubería a utilizar será el definido en los planos o el ordenado por el Interventor.

INSTALACION

La tubería (manguera) corrugada sin filtro se debe instalar dentro del filtro con tela geotextil no tejida, siguiendo las secciones indicadas en los planos y/o lo ordenado por la Interventoría.

La tubería (manguera) corrugada con filtro se debe instalar rodeada de material granular debidamente gradado, de acuerdo con las secciones y especificaciones indicadas en los planos y/o lo ordenado por la Interventoría.

En ningún caso debe instalarse la tubería corrugada PVC sobre salientes o aristas que puedan eventualmente romper o punzonar la tubería.

Para efectos de mantenimiento, es conveniente que los extremos de la tubería lleven cajas o pozos de inspección, de acuerdo con lo que indiquen los planos o lo ordenado por la Interventoría.

MEDIDA

La medida de la tubería corrugada de PVC se hará por separado para cada diámetro especificado y utilizando como unidad de medida el metro lineal con aproximación a un decimal. Los accesorios se medirán por unidad para cada diámetro y tipo de accesorio especificado.

PAGO

Las longitudes de tubería corrugada de PVC y los accesorios, medidos según el numeral anterior, se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de precios del Contrato, para los siguientes conceptos de trabajo:

1. Suministro e instalación de tubería (manguera) corrugada de PVC, sin filtro.
2. Suministro e instalación de tubería (manguera) corrugada de PVC, con filtro.
3. Suministro e instalación de accesorios para tubería (manguera) corrugada de PVC, sin filtro.
4. Suministro e instalación de accesorios para tubería (manguera) corrugada de PVC, con filtro.

Dichos precios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en obra de las tuberías y accesorios; por toda la planta; por la mano de obra; por la administración, imprevistos y utilidad del Contratista; y por todos los demás costos necesarios para entregar instaladas las tuberías (mangueras) de acuerdo con estas especificaciones y a satisfacción del Interventor.

4. TUBERIA EN ACERO

Generalidades

Se refiere la presente especificación a las normas y procedimientos que deben seguirse para la correcta instalación de tubería rígida o flexible, cuyo objeto sea la conducción de fluidos tales como agua, vapor, gas y aire a altas presiones, son fabricados bajo la norma ASTM A 53. Estos tubos son aptos para operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

En todos los casos, el Contratista deberá suministrar e instalar la tubería y los accesorios necesarios para su funcionamiento, de acuerdo con las condiciones previstas en los Pliegos de Condiciones.

Alcance y usos

Las tuberías de acero para sistemas de acueductos que cumplen con los requisitos de las normas que se establecen en este literal pueden utilizarse para los usos que se especifican a continuación: acueductos, líneas de suministro de agua, pozos principales de transmisión, pozos principales de distribución, conductos forzados,

tuberías en plantas de tratamiento, luces auto-soportadas, líneas de circulación de agua, cruces, tomas y salidas subterráneos y aplicaciones similares.

Los usos diferentes a los mencionados o que impliquen situaciones y/o exigencias especiales de la tubería deben someterse a un estudio detallado por parte de un ingeniero civil y su uso debe justificarse mediante mediciones y/o datos de laboratorio que sustenten la aplicabilidad de la tubería al caso especial de aplicación.

Tipos de acero permitidos

Para tuberías en acero estructural se permite la utilización de los siguientes aceros (Tabla G-1.1): para tubos fabricados de acero ASTM A 36, ASTM A 283 Grados C, D, ASTM A 570 Grados 30, 33, 36, 40, 45 y 50, ASTM A 572 Grados 42, 50 y 60. Para tubos manufacturados de acero ASTM A 53, ASTM A 135 y ASTM A 139 en Grados A, B, C, D, E.

TABLA G-1.1
Tipos de acero permitidos

Especificaciones de Acero	Esfuerzo de Fluencia mínimo		Esfuerzo a la tensión última mínima	
	(Mpa)	(Psi)	(Mpa)	(Psi)
ASTM A 36	249	36000	401	58000
ASTM A 283 GR C	207	30000	380	55000
	228	33000	415	60000
ASTM A 570 GR 30 GR 33 GR 36 GR 40 GR 45 GR 50	207	30000	339	49000
	228	33000	359	52000
	249	36000	366	53000
	276	40000	380	55000
	311	45000	415	60000
	345	50000	449	65000
ASTM A 572 GR 42 GR 50 GR 60	290	42000	415	60000
	345	50000	449	65000
	415	60000	518	75000
ASTM A 53, A 135, A139 GR A GR B	207	30000	332	48000
	242	35000	415	60000
ASTM A 139 GR C GR D GR E	290	42000	415	60000
	318	46000	415	60000
	359	52000	456	60000

Ensayos de control de calidad

En toda tubería de acero deben realizarse los ensayos de control de calidad establecidos en la Tabla G-1.2

TABLA G-1.2
Ensayos de control de calidad

PROPIEDAD	MÉTODOS DE ENSAYO	PROPIEDADES REQUERIDAS
Propiedades Químicas	ASTM A 751	
Propiedades Físicas	ASTM A 370	AWWA C200
Prueba hidrostática de tubo recto	AWWA C200	
Propiedades dimensionales	Diámetro longitudinal, espesor de pared, rectitud, sección circular	Según especificación correspondiente

Las propiedades que deben controlarse en los materiales utilizados en la fabricación de las tuberías son la resistencia a la flexión, la ductilidad y la rigidez dada por el Módulo de Young.

En el diseño el ingeniero debe considerar efectos que puedan modificar o alterar cualquiera de las propiedades anteriores tales como efectos del trabajo en frío, fractura frágil producida por la presencia de esfuerzos de corte, discontinuidades geométricas, velocidades de deformación, cargas de impacto, endurecimiento por deformación, esfuerzos residuales cuando éstos están presentes, soldadura, o temperatura a la que está sometida la tubería.

Determinación del espesor de la pared de la tubería

Los requisitos básicos de diseño que deben cumplir las tuberías de acero que hagan parte de cualquiera de los sistemas de acueducto son los siguientes.

A. Presión interna

Corresponde a la máxima presión interna a la que estará sometida la tubería durante su vida útil y que resulta directamente del diseño hidráulico y de la sobrepresión máxima que puede llegar a generarse por efectos de cargas transientes en el sistema. El diseñador hidráulico debe especificar la presión interna máxima de diseño. (Ver Título B RAS 2000).

El espesor de la pared de la tubería no puede ser menor que el que resulta de la siguiente fórmula general:

$$t = \frac{p_{max} D_e}{2s_a} \quad (G-1.1)$$

B. Esfuerzos admisibles

Para el caso de tuberías de acero estructural debe utilizarse el esfuerzo admisible especificado por la siguiente fórmula:

$$s_a = 0.5f_y \quad (\text{G-1.2})$$

Para tuberías que cumplan con los requisitos establecidos en el presente capítulo se permite un incremento en el esfuerzo anular admisible hasta 0.75 f_y para el análisis ante cargas transientes.

Cuando se utilicen esfuerzos últimos para el diseño, debe considerarse un factor de seguridad mayor o igual que 2.0.

C. Tolerancia

La tolerancia del espesor de la pared es especificada por el fabricante. Los efectos de tolerancia están aplicados al espesor de la pared nominal de la tubería, excepto en condiciones extremas con líneas de alta presión en donde se debe realizar un análisis de la tolerancia del espesor de la pared.

D. Corrosión

El diseñador debe considerar los efectos de la corrosión de la tubería de acero en el largo plazo. Para esto puede considerar un sobreespesor de la pared del tubo. En ningún caso el sobreespesor adicional por consideraciones de corrosión puede ser menor que 1.6 mm (1/16 pulg).

Alternativamente, puede utilizarse el espesor de tubería resultante del cálculo de cargas sobreimpuestas y considerar alternativas de protección contra la corrosión como son recubrimientos especiales, revestimientos o protección catódica. El diseñador debe especificar claramente tanto en las memorias de cálculo como en los planos de construcción las consideraciones utilizadas en el diseño referentes a la corrosión esperada. El constructor puede modificar las consideraciones de corrosión realizadas siempre y cuando estas modificaciones sean sustentadas por un ingeniero, y queden documentadas y sean aprobadas por el interventor.

5. Presión externa de fluidos

Las presiones externas que deben considerarse en el diseño corresponden generalmente a presiones atmosféricas o presiones hidrostáticas que en general pueden considerarse como uniformes y actuando en forma radial sobre la tubería a manera de fuerzas colapsantes. Los tubos de longitud suficiente, mayor que la longitud crítica, pueden considerarse como una tubería infinitamente larga y como tal, la presión de colapso es independiente de aumentos adicionales de la longitud. En estos casos puede utilizarse el siguiente valor de presión de colapso, P_c :

$$\text{Para } L_l > L_c \quad P_c = \frac{2E_a}{1-\nu^2} \left(\frac{t}{d_n} \right)^2 \quad (\text{G-1.3})$$

Lc puede tomarse como seis veces el diámetro y respecto a dn para tubos delgados la diferencia entre el diámetro interno, externo y eje neutro es despreciable.

6. Espesores mínimos de pared

El espesor mínimo de pared para tubería de acero debe determinarse con las siguientes ecuaciones:

Para tuberías con diámetros internos hasta de 1.37 m :

$$e_{min} = \frac{D_i}{288}$$

Para tuberías con diámetros internos mayores que 1.37 m :

$$e_{min} = \frac{D_i + 0.5}{400}$$

En ningún caso el espesor de pared de tuberías de acero puede ser inferior al calibre 14 (1.9 mm, 0.0747 pulg).

7. Deflexiones horizontales admisibles

La deflexión horizontal que ocurre en una sección transversal de tubería al estar sometida a una carga vertical por unidad de longitud debe limitarse para diferentes tipos de recubrimientos externos y revestimientos internos a los valores de la Tabla G-1.3

TABLA G-1.3
Deflexiones horizontales admisibles

TIPO DE REVESTIMIENTO INTERNO	TIPO DE RECUBRIMIENTO EXTERNO	DEFLEXIÓN ADMISIBLE
Mortero	Mortero	0.02 D
Mortero	Flexible	0.03 D
Flexible	Flexible	0.05 D

8. Soportes de tuberías de acero

A. General

Se permite la utilización de diferentes tipos de soportes dependiendo del tamaño, circunstancias especiales y economía. Para tuberías pequeñas se permite en general cualquier tipo de apoyo o sujeción a estructuras de soporte. Cuando la tubería pueda verse sometida a cambios de temperatura que produzcan movimientos longitudinales de consideración deben utilizarse rodillos cóncavos o ganchos ajustables.

Para tuberías que actúen como elementos auto-soportados deben utilizarse apoyos especiales de concreto con material especial de apoyo (apoyo de concreto tipo montura o silla) o vigas anulares de acero soldadas a la tubería. El tipo de soporte

utilizado depende de las condiciones de utilización y de consideraciones económicas.

B. Fuerzas no balanceadas

Los sistemas de tuberías están sometidos normalmente a fuerzas no balanceadas debidas a la acción estática o dinámica del fluido dentro de la tubería. Las fuerzas no balanceadas ocurren normalmente en los cambios de dirección del flujo, en las reducciones de diámetro, en las válvulas y en los extremos cerrados. Las fuerzas de reacción a este desbalance de fuerzas debe proporcionarse mediante muertos

o transmitirse a la pared de la tubería mediante uniones soldadas, restringidas, y finalmente al suelo circundante.

C. Apoyos del tipo montura o silla

El tipo de apoyo montura o silla es en general uno de los más económicos y permite una mayor flexibilidad en la construcción. Toda tubería que actúe como elemento auto-soportado debe diseñarse de tal manera que se cumpla la siguiente ecuación:

$$S_{max} \leq S_{adm} \quad (G-1.4)$$

El esfuerzo máximo en la tubería en la zona del soporte debe calcularse mediante la siguiente ecuación, tanto para luces simples como para luces múltiples:

$$S_{tmax} = S_b + S_l \quad (G-1.5)$$

S_b es igual a S_{fl} para tuberías con extremos sin restricción o igual a S_{fl} + 0.25 S_p para tuberías con extremos restringidos.

El esfuerzo localizado en el apoyo S_l. Se puede calcular mediante fórmula siguiente

$$S_l = k_A \frac{P}{t^2} \ln\left(\frac{r}{t}\right) \quad (G-1.6)$$

k_A = 0.02 - 0.00012*(A_p-90).

Además de lo anterior deben considerarse los esfuerzos internos generados por cargas como son la carga sísmica, la carga de viento o los efectos por cambios de temperatura cuando sean aplicables.

Para tuberías totalmente llenas, apoyadas a intervalos, y cuya sección transversal se mantiene circular en y entre los apoyos, las ecuaciones anteriores conforman una metodología aceptable para el cálculo de esfuerzos y en general es aplicable la teoría general de vigas para una o múltiples luces.

Si la tubería está parcialmente llena, la sección transversal entre los puntos de apoyo pierde circularidad y el esfuerzo máximo es considerablemente superior que el dado por la fórmula corriente de cálculo de esfuerzos a flexión. En este caso el esfuerzo máximo puede encontrarse para la condición de llenado medio.

Para el caso de tuberías a presión con extremos totalmente restringidos, debe tenerse en cuenta el efecto de la relación de Poisson sobre el esfuerzo anular, el

cual produce tensión longitudinal, este esfuerzo debe adicionarse al esfuerzo de flexión para obtener el esfuerzo total de flexión de viga.

El ángulo del perímetro efectivamente apoyado de la tubería, α debe ser superior a 90 GRADOS

. El diseñador debe considerar esta longitud de apoyo efectiva en los cálculos. El ancho del apoyo debe quedar controlado por un adecuado diseño de la pila de soporte.

Para instalaciones de apoyos múltiples, deben proporcionarse apoyos y anclajes seguros a la tubería en los intervalos especificados por el diseñador. La tubería debe anclarse efectivamente al apoyo mediante una banda perimetral de acero firmemente anclada al concreto mediante pernos.

D. Deflexiones de la tubería por acción de viga

La máxima deflexión vertical de tuberías por acción de viga debe determinarse utilizando la teoría elástica tradicional para vigas de una o más luces considerando las condiciones de apoyo y los efectos correspondientes a las cargas uniformemente distribuidas debidas al peso propio, peso del agua, peso de recubrimientos, aislamientos y protecciones aplicados a la tubería, y a las cargas concentradas como válvulas, uniones y en general los diferentes aditamentos.

La deflexión máxima admisible para tuberías apoyadas a intervalos es de $1/360$ de la máxima luz libre entre apoyos.

E. Pendiente de la tubería para evitar bolsas de aire

Con el fin de evitar fenómenos de bolsas de aire en tuberías apoyadas a intervalos, la elevación en uno de los extremos de todas las luces debe ser superior a la del extremo adyacente en una cantidad por lo menos igual a cuatro veces la máxima deflexión calculada en el centro de la luz. En este caso debe preverse la eventual ocurrencia de asentamientos elásticos y por consolidación en los apoyos a largo plazo.

F. Apoyos del tipo viga anular soldada a la tubería

Los apoyos del tipo viga anular soldada a la tubería permiten en general la utilización de luces mayores que el sistema de apoyo del tipo montura o silla. Las vigas anulares evitan la distorsión del tubo en los puntos de apoyo manteniendo así su habilidad para trabajar como vigas, lo cual permite mayores intervalos de apoyo.

El diseño de este tipo de apoyo debe realizarse por métodos elásticos de análisis y los esfuerzos máximos deben limitarse a los esfuerzos admisibles dados en el literal 4.

Alternativamente a los métodos elásticos de análisis pueden utilizarse métodos de diseño basados en factores de carga y resistencia tal como se establece en el Título F de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR-10, ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1989 o los decretos que lo reemplacen o complementen, referente a estructuras metálicas.

Para soportar las vigas anulares deben disponerse en cada uno de los lados de la tubería una columna corta conectada a la viga anular y apoyada en una zapata o pila de concreto reforzado bien sea por apoyo directo o mediante un dispositivo que permita el desplazamiento longitudinal o una conexión a base de rótula.

Además de lo establecido anteriormente, para el diseño de este tipo de construcción debe considerarse la condición de operación del tubo a medio llenar actuando adicionalmente al peso propio del sistema el cual a su vez incluye las protecciones, aislamientos y recubrimientos colocados en la tubería.

El análisis de esfuerzos en este tipo de construcción puede realizarse mediante métodos racionales basados en la teoría de la elasticidad.

G. Instalación de tramos de tubería con vigas anulares de apoyo

· Precauciones durante el montaje

La instalación de tramos de tuberías con vigas anulares de apoyo requiere un procedimiento muy cuidadoso de montaje en el campo, en particular con relación al alineamiento, a las deflexiones, a la minimización de movimientos producidos por diferencias de temperatura en lados opuestos del tubo y a procedimientos correctos de soldadura.

· Zapatas de concreto

Previamente al proceso de montaje de las tuberías deben construirse zapatas de concreto en los sitios especificados y de las dimensiones adecuadas, colocando platinas de apoyo empotradas en el concreto en la parte superior de las zapatas o dejando los pernos empotrados requeridos para la conexión al tipo de apoyo utilizado. El terminado final de la zapata de concreto debe dejarse ligeramente por debajo de la cota final especificada con el fin de permitir la realización de una nivelación final mediante mortero hasta la altura definitiva deseada. El diseño y la construcción de las zapatas debe realizarse de acuerdo con los requisitos establecidos en el Título C de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR-10, Ley 400 de 1997 y Decreto 33 de 1998 o los decretos que lo reemplacen o complementen.

· Juntas de expansión

Deben proyectarse e instalarse juntas de expansión en tuberías de acero de largas luces para permitir la expansión y contracción causada por cambios extremos de temperatura. Estas juntas se colocan cerca a los muros de concreto y deben dejarse completamente sueltas hasta que el concreto haya fraguado durante al menos dos semanas. Una vez el concreto haya fraguado por completo, las juntas de expansión deben ajustarse firmemente, eliminando así el peligro de daño generado por el movimiento de la tubería. Durante el transporte se recomienda proteger adecuadamente las juntas de expansión, requiriéndose en general ajustar las dos partes entre sí. En este caso, las uniones entre las partes deben soltarse completamente al momento de la instalación y antes que el concreto fragüe.

· Ensamblaje de tuberías

Las tuberías en proceso de ensamblaje deben soportarse mediante apuntalamiento temporal entre pilas o zapatas de apoyo. Todos los pernos, excepto los pernos de las juntas de expansión deben apretarse.

Una vez la tubería esté colocada en el sitio definitivo, debe proceder a fundirse las estructuras de entrada y salida. En seguida pueden colocarse las platinas de apoyo ajustando la altura final de las mismas mediante el mortero de nivelación. Los apoyos temporales y las cuñas utilizadas en el montaje deben removerse antes de llenar la tubería con agua o de lo contrario la tubería puede verse sometida a esfuerzos indebidos.

9. Uniones en tuberías de acero

A. General

El tipo de unión seleccionada y el cuidado con el cual se instale son consideraciones importantes tanto para el diseñador como para el Interventor de la obra. Los criterios que deben utilizarse en la selección del tipo de unión en tuberías de acero para una obra particular son la facilidad de instalación en el campo, la capacidad de sello de la unión en diferentes situaciones de operación, la vida útil y durabilidad, los requerimientos de mantenimiento, la flexibilidad, la economía, la posibilidad de aplicación de protección y/o recubrimientos, la alineación proporcionada, la integridad de la unión, la facilidad de manejo, la resistencia a esfuerzos, los requerimientos de protección después de la instalación y los riesgos asociados a la fabricación e instalación, además de los que el ingeniero diseñador considere aplicables.

En algunos casos puede requerirse la utilización de más de un tipo de unión.

B. Tipos de uniones permitidas

Se permite la utilización de cualquiera de los tipos de conexión siguientes, siempre y cuando cumplan con las normas técnicas correspondientes que se presentan en la Tabla G-1.4.

TABLA G-1.4
Tipos de uniones permitidas para tuberías de acero

Tipo de Junta	Norma Técnica Colombiana	Otras Normas
Juntas de campana y espigo con unión de caucho	• NTC 2587	• AWWA C 111
Juntas soldadas en campo	• NTC 2587	• AWWA C 206 • ASTM A 865
Acoplamientos con manga	• NTC 2587	• AWWA C 219 • ASTM F 682
Uniones "Grooved and shouldered"	• NTC 2587	• AWWA C 606-87
Bridas	• NTC 2587	• AWWA C 207 • ASTM A 961

Otros tipos de uniones patentadas pueden utilizarse siempre y cuando se sigan las instrucciones del fabricante y se demuestre mediante ensayos o tramos de prueba el buen comportamiento de los diferentes tipos de uniones al verse sometidas a los esfuerzos, deformaciones y condiciones generales a las que se van a ver sometidos en la instalación definitiva, incluyendo las condiciones extremas utilizadas en el diseño tales como presiones máximas, movimientos sísmicos y otros.

10. Accesorios y dispositivos

A. Normas

Todos los accesorios y dispositivos que se utilicen en el diseño y construcción de sistemas de tuberías de acero para acueductos deben estar normalizados y estandarizados. La norma AWWA C208, proporciona dimensiones de accesorios para tuberías de acero soldadas de 6 pulgadas y mayores. La norma AWWA C200 , especifica los requerimientos de fabricación de accesorios y uniones especiales.

Los fabricantes de cada sistema deben proporcionar las dimensiones estándares de los accesorios y dispositivos que ofrecen.

B. Designación

Todos los dispositivos deben designarse utilizando métodos estándar para evitar mal interpretaciones. La norma ASTM F 1000 o la norma NTC correspondiente, especifica la designación que debe utilizarse en todos los casos.

C. Ensayos no destructivos

Todos los accesorios y dispositivos deben someterse a ensayos no destructivos por parte del fabricante. La norma AWWA C200 proporciona métodos de ensayo no destructivo para soldaduras en accesorios y secciones especiales. El interventor puede ordenar los ensayos que considere conveniente sobre los accesorios y dispositivos que se van a utilizar en la construcción del sistema.

D. Anillos de anclaje.

Los anillos de anclaje para utilizar en bloques de anclaje o en muros de concreto pueden ser simples aletas anulares. Debe tenerse especial cuidado para asegurar que estos anillos de anclaje están colocados de manera que proporcionen un adecuado factor de seguridad contra punzonamiento por cortante en el concreto. La soldadura de filete que debe utilizarse para soldar las aletas al tubo se especifica en la norma AWWA C207.

E. Ductos de salida

Las salidas de ductos principales pueden acomodarse fácilmente en cualquier sitio en lo que respecta a tamaño, forma o posición. Las salidas se sueldan a la línea principal mediante collares de refuerzo. Este trabajo puede realizarse en el taller durante la fabricación de la tubería, al lado de la trinchera o una vez instalada la tubería. Todas las salidas de más de un tercio del diámetro de la línea principal requiere consideraciones especiales de refuerzo.

F. Conexiones a tuberías de otro material

Especial cuidado debe tenerse al conectar tuberías de diferente material debido a la posibilidad de corrosión galvánica. Cuando se conecte tubería de acero a tubos de hierro gris o hierro colado, o a tubos de concreto reforzados con acero o a tubería de cobre o galvanizada debe utilizarse una unión aislante eléctricamente. Cualquier válvula o equipo ferroso que se conecte a la tubería de acero debe encapsularse en láminas de polietileno y recubrirse con algún protector compatible con el utilizado en la tubería de acero.

G. Conexión de válvulas

A menos que se considere específicamente en el diseño, las válvulas no deben someterse a fuerzas externas y por lo tanto debe instalarse al menos una unión flexible cerca al dispositivo.

H. Uniones aislantes eléctricas

Cuando los ensayos así lo indiquen o cuando el diseñador juzgue conveniente deben disponerse de uniones aislantes eléctricas en líneas largas para separarlas en tramos independientes y evitar así la transmisión de energía eléctrica generada por diferencias en el potencial del suelo o por cualquier otro efecto.

I. Válvulas ventosas

Deben instalarse válvulas ventosas en los puntos altos de la tuberías para proporcionar una ventilación continua del aire acumulado. Además deben instalarse válvulas de entrada de aire para evitar la creación de vacíos y eventuales colapsos de la tubería por presiones negativas con respecto a la atmosférica.

11. Control de la corrosión

A. General.

Para efectos del presente Título se reconocen los siguientes tipos de corrosión: corrosión galvánica, corrosión electrolítica, corrosión bioquímica, corrosión por esfuerzo y fatiga.

B. Métodos de control.

Los métodos de control de la corrosión que se aceptan son aislamiento eléctrico del suelo y agua circundante mediante recubrimientos protectores, inducción eléctrica o protección catódica para contrarrestar las corrientes asociadas a la corrosión y creación de un ambiente inhibitorio mediante protecciones especiales para prevenir o reducir la corrosión.

C. Recubrimientos y revestimientos protectores

Es responsabilidad del ingeniero diseñador la selección y la recomendación de los materiales de recubrimiento exterior y protección mediante revestimientos interiores para ser utilizados en tuberías enterradas o sumergidas. En todos los casos deben seguirse las instrucciones del fabricante para una adecuada aplicación y curado.

12. Recubrimientos exteriores y revestimientos interiores

Según lo especifique el diseñador deben utilizarse recubrimientos y revestimientos interiores para lograr una adecuada defensa de los sistemas de tubería de acceso contra la corrosión.

Los recubrimientos y revestimientos que se seleccionen dependen del tipo de construcción, de la agresividad del ambiente, de las condiciones de operación. La efectividad de los mismos depende de su permanencia y de su resistencia física a los riesgos de transporte, instalación, cambios de temperatura, esfuerzos del suelo y la presión; de la resistencia a la penetración y absorción del agua; de las propiedades de aislamiento eléctrico; y de la incapacidad de reaccionar químicamente con el suelo, el aire, el agua, los ácidos orgánicos, la alcalinidad y la acción bacteriana. La efectividad de los recubrimientos también depende de la facilidad de aplicación, de la alta adhesión, de la compatibilidad al utilizar protección catódica y del costo.

Los revestimientos internos deben analizarse adicionalmente a los factores anteriores, según su resistencia al flujo y a los requerimientos tóxicos para el agua potable.

El ingeniero diseñador debe seleccionar el recubrimiento y revestimiento que mejor se acomode al proyecto y al ambiente particular. Se aceptan los tipos de recubrimientos y revestimientos para protección de tuberías de acero que cumplan con las especificaciones técnicas siguientes: AWWA C203, AWWA C205, AWWA C209, AWWA C210, AWWA C213, AWWA C214 y AWWA C602.

UNION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS

La unión entre tuberías deberá hacerse por roscas o soldaduras que garanticen la hermeticidad de la unión.

Las roscas a utilizar son las siguientes:

DIAMETRO (PULGA)	No. DE HILOS (POR PULGADA)	DIST. QUE EL TUBO PEN. EN LA CONEX. (mm)	No. APROX. DE HILOS
2	5.0	15.0	11
3	8.0	24.0	12
4	8.0	27.0	13

En las uniones roscadas se utilizarán de preferencia trabas químicas, cinta teflón o pasta sellante, quedando prohibido el uso de cáñamo y pintura. Si las roscas se encuentran rotas o incompletas, deberá cortarse el tramo roscado y rehacer la rosca.

No se aceptan uniones en tramos rectos menores de 1.2 metros excepto cuando se requieran desviaciones rígidas y éstas deberán hacerse por medio de bridas.

MEDIDA

La unidad de medida para la tubería de acero es el metro lineal con aproximación a dos decimales, para cada uno de los diámetros utilizados, suministrados, instalados y debidamente probados.

Los accesorios se medirán por unidad.

PAGO

El precio unitario para cada uno de los ítems medidos según el numeral anterior, se pagará a los precios unitarios especificados en el formulario de precios del Contrato e incluirán el suministro y todos los costos de mano de obra, materiales empleados, accesorios no contemplados específicamente en otros ítems del Contrato, excavación, relleno y cinta de señalización en el evento de ser subterráneas, anclajes y soportes en el evento de ser aéreas, y demás costos directos o indirectos que se originen para la construcción, prueba y puesta en funcionamiento del sistema de gas.

5. TUBERIA DE PRFV

GENERALIDADES

El objeto de la presente especificación es el de dar criterios que sirvan de base para fabricar tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio con destino a la conducción de efluentes.

La tubería debe ser de sección circular con una longitud estándar de fábrica y de acuerdo a las necesidades de la obra y aval por parte del interventor y según lo estipulado en los planos de construcción. La superficie interior de los tubos debe ser uniforme, libre de asperezas, muescas, desviaciones e irregularidades de cualquier especie.

FABRICACION

Las tuberías PRFV se fabrican con el proceso de mandril de avance continuo. Este proceso permite la incorporación de refuerzos continuos de fibra de vidrio en el sentido circunferencial del tubo. En tuberías usadas en aplicaciones enterradas o de alta presión, la tensión se concentra en la circunferencia del tubo, por lo que al incorporar refuerzos continuos en dicha dirección se obtiene un producto de mayor rendimiento a menor costo.

Se usan dos tipos de refuerzo de fibra de vidrio (hilos continuos y discontinuos) para lograr una mayor resistencia tangencial y axial. También se utiliza arena, situándola en el núcleo, cerca del eje neutro, para robustecer el laminado y aumentar la rigidez del tubo. Finalmente, el sistema de doble alimentación de resinas permite al equipo

aplicar resinas especiales en el revestimiento interior del tubo para aplicaciones altamente corrosivas, al mismo tiempo que aplica resinas menos costosas en la parte exterior y estructural del laminado.

INSTALACION

Es preciso realizar una manipulación e instalación adecuadas para beneficiarse de las excelentes ventajas de la tubería. Largos años de experiencia han demostrado que los materiales granulares correctamente compactados son ideales para el relleno de las zanjas. Juntos, la tubería y el material circundante forman un sistema tubería- suelo+de alto rendimiento.

La información que se presenta a continuación, que es un resumen parcial de los procedimientos de instalación, y deben complementarse con las recomendaciones dadas por los fabricantes. bajo

Zanja:

Por lo general la zanja debe ser lo suficientemente ancha para permitir el emplazamiento de la tubería y la compactación del material de relleno. El ancho estándar es 1,75 x DN.

Lecho de la tubería:

El lecho de la zanja debe estar formado de material adecuado para ofrecer un apoyo continuo y uniforme para la tubería.

Material de relleno:

Para garantizar la consecución de un buen sistema tubería-suelo se debe utilizar el material de relleno adecuado. La mayoría de suelos de partículas gruesas (según el sistema unificado de clasificación de suelos) son buenos como materiales de relleno. Donde las recomendaciones de instalación admitan el uso del suelo natural como material de relleno, se debe tener especial cuidado que el material no incluya rocas, escombros, material congelado u orgánico. La siguiente tabla muestra los materiales de relleno aceptables.

Clasificación del tipo de material de relleno	
Tipo de suelo de relleno	Descripción
A	Roca triturada y grava, < 12% finos
B	Grava con arena, arena, < 12% finos
C	Grava limosa y arena, 12-35% finos, LL < 40%
D	Arena arcillosa con limos, 35-50% finos, LL < 40%

E	Limo arcilloso con arena, 50-70% finos, LL < 40%
F	Suelo de grano fino de baja plasticidad, LL < 40%

Deflexión vertical de la tubería instalada

La máxima deflexión vertical inicial permitida se debe ajustar a los siguientes valores.

Máxima deflexión inicial	
DN \geq 300	DN \leq 300
3%	2,5%

La máxima deflexión vertical admisible a largo plazo es el 5% para tubos de diámetro igual o superior a 300 mm. Estos valores son aplicables a todas las clases de rigidez. No se admiten abultamientos, zonas planas y otros cambios bruscos de la curvatura de la pared del tubo. Si las instalaciones no cumplen estos requisitos, es posible que los tubos no funcionen como es debido.

Instalación tipo:

Lecho construido adecuadamente. Relleno compactado al nivel especificado hasta 300 mm por encima de la clave del tubo.

Tráfico:

Cuando existan cargas debidas al tráfico se debe compactar toda la zona de relleno hasta el nivel del suelo. Las restricciones de profundidad mínima pueden reducirse con instalaciones especiales tales como losas de hormigón, revestimientos de hormigón, etc.

Presión negativa:

La presión negativa admisible depende de la rigidez del tubo, del tipo de suelo natural, de la profundidad de la zanja y del tipo de instalación de que se trate.

Alta presión:

Las aplicaciones de alta presión (> 16 bar) requieren mayor profundidad de enterramiento mínima de 1,2 metros.

Nivel freático alto:

Para evitar que una tubería sumergida vacía pueda flotar es necesario cubrirla con relleno a una altura equivalente a 0,75 veces el diámetro del tubo (densidad mínima del suelo seco: 1900 Kg/m³). Otra posibilidad incluye anclar los tubos.

MEDIDA

La unidad de medida para la tubería PRFV será el metro lineal efectivo, suministrado, instalado y debidamente hechas las pruebas hidráulicas.

PAGO

El valor unitario de cada uno de los ítems medidos según el párrafo anterior se pagará a los precios por metro lineal especificados en el formulario de precios del Contrato, e incluirán el suministro y todos los costos de mano de obra, uniones y materiales empleados y demás costos directos e indirectos que se originen para la construcción, prueba hidráulica y puesta en funcionamiento de las redes hidráulicas y sanitarias con tubería de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio.

Se exceptúan de este pago los accesorios, para los que exista ítem específico en el formulario de precios unitarios y cantidades de obra del Contrato.

6. TUBERIA Y ACCESORIOS DE ACERO INOXIDABLE

GENERALIDADES

En esta especificación están incluidos los accesorios a colocar según la geometría, calidad y forma mostradas en los planos.

FABRICACION

La tubería de Acero Inoxidable 304, 316 estará de acuerdo con lo especificado en la norma ASTM A 312 con costura, en calibres 10 y 40 diámetros de 1/8" a 12" y ASTM A 270 con costura pulida ID/OD de 1" a 6" espesor de pared 1.5mm a 2mm.

Las superficies externas e internas de los tubos serán lisas, libres a simple vista de grietas, fisuras, perforaciones o incrustaciones de material extraño.

En todos los casos, las uniones y accesorios deben ser de la misma marca de la tubería y adecuados para resistir la presión de trabajo y pruebas especificadas para la tubería.

INSTALACION

El Contratista deberá ejecutar los trabajos que sean necesarios para el manejo cuidadoso, transporte, colocación, acople y puesta en funcionamiento de los accesorios a que se refiere la presente especificación, trabajos que serán ejecutados de acuerdo con los planos y en general, de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

En caso de que los accesorios no funcionen correctamente, el Contratista deberá removerlos y volverlos a instalar a satisfacción de LA EMPAS S.A., sin que ella tenga que reconocer costo adicional alguno.

En los sitios donde sea necesario hacer reparaciones en el concreto para fijar elementos, pernos de anclaje, etc., deberán hacerse teniendo en cuenta lo especificado por la interventoría.

MEDIDA

La unidad de medida para la tubería será el metro lineal efectivo, suministrado, instalado y debidamente hechas las pruebas necesarias.

La unidad de medida, para efecto de pago, para el suministro e instalación de accesorios en acero inoxidable será por unidad instalada correctamente para su puesta en operación.

PAGO

El valor unitario de cada uno de los ítems medidos según el párrafo anterior se pagará a los precios por metro lineal especificados en el formulario de precios del Contrato, e incluirán el suministro y todos los costos de mano de obra, uniones y materiales empleados y demás costos directos e indirectos que se originen para la construcción, pruebas necesarias y puesta en funcionamiento de las redes con tubería de acero inoxidable.

Se exceptúan de este pago los accesorios, para los que exista ítem específico en el formulario de precios unitarios y cantidades de obra del Contrato. Estos precios deberán cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, equipos y mano de obra para la instalación y demás costos directos e indirectos que se ocasionen en la correcta instalación de cada unidad, a entera satisfacción de la Interventoría

IV. ESTRUCTURAS

1. RELLENOS ALREDEDOR DE LAS ESTRUCTURAS

GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación, consiste en la ejecución de todas las operaciones relativas a la construcción de rellenos alrededor de las estructuras, con el objeto de reemplazar el material que para facilitar la construcción de aquéllas, o para subsanar deficiencias del terreno, fue excavado en exceso del volumen del concreto por colocar. Por consiguiente, el Contratista deberá suministrar toda la mano de obra, equipo, materiales e instalaciones que se requieran.

MATERIALES

Todos los rellenos alrededor de estructuras se harán con relleno seleccionado compactado. El material seleccionado deberá cumplir con lo estipulado en la norma TERRAPLENES Y RELLENOS.

CONSTRUCCION

El relleno deberá depositarse en capas horizontales con un espesor que, compactado, no exceda de 20 centímetros y se compactará por medios manuales o mecánicos hasta lograr una densidad relativa por lo menos igual al setenta por ciento (70%) de la densidad relativa del material.

Se debe tener especial cuidado en evitar presiones desiguales alrededor de las estructuras así como daños en las mismas, causados por el material o equipo que caiga, ruede o se deslice. La reparación de dichos daños correrá por cuenta del Contratista.

En el caso de producirse asentamientos por causas imputables al Contratista, a juicio del Interventor, el relleno deberá ser reparado a costa de aquél.

MEDIDA

Para fines de pago, los rellenos se medirán en volumen, tomando como unidad el metro cúbico con aproximación a un decimal, efectivamente colocado y compactado de acuerdo con lo prescrito en estas especificaciones y/o las instrucciones del Interventor.

PAGO

Los rellenos alrededor de las estructuras serán pagados al Contratista a los precios unitarios fijados en el formulario de precios para el correspondiente ítem. En este precio, el Contratista deberá incluir el costo de toda la mano de obra, equipo, el suministro de materiales e instalaciones y demás pagos requeridos para efectuar las operaciones de construcción de rellenos alrededor de estructuras.

2. CONCRETO

GENERALIDADES

Bajo esta sección se construirán todas las estructuras de concreto que se muestren en los planos o se necesiten para completar la obra a juicio del Interventor.

El concreto consistirá en una mezcla de cemento Pórtland, agua, agregado fino y agregado grueso, combinados en las proporciones aprobadas por el Interventor. El concreto deberá ser hecho con los materiales, colocado y terminado en la forma y con la consistencia que estipulan estas especificaciones.

MATERIALES

Las especificaciones de los materiales para el concreto son las siguientes:

a. Cemento

El cemento para todos los concretos debe ser cemento Pórtland de la marca aprobada por el Interventor y que cumpla con las normas ICONTEC 30, 121 y 321 para el Tipo I cuando no se especifique otro tipo en planos. Cemento de la misma marca pero que provenga de diferentes fábricas no se mezclará a menos que el Interventor lo permita.

b. Agregado grueso

El agregado grueso consistirá en piedra triturada o grava y estará acorde con la norma ICONTEC 174, con las excepciones y modificaciones establecidas en estas especificaciones o las ordenadas por el Interventor.

En cinco ciclos de la prueba con sulfato de sodio ejecutada según la norma ICONTEC 126, el agregado grueso no deberá tener una pérdida mayor a la especificada en la norma ICONTEC 174.

El agregado grueso se clasificará en tres tamaños que se manejarán por separado para después combinarlos en forma adecuada, de manera que se obtengan las muestras que posean la resistencia y la trabajabilidad requeridas.

Los tres tamaños para los agregados gruesos son los siguientes:

Tamaño 1 de 4.8 a 19.0 mm

Tamaño 2 de 19.0 a 38.0 mm

Tamaño 3 de 38.0 a 64.0 mm

Los tres tamaños tendrán una gradación comprendida entre los límites especificados en la norma ICONTEC 174, Tabla 2.

El Interventor aprobará la utilización de cada uno de los tamaños según el diámetro y la separación de las varillas de refuerzo y la clase de concreto de acuerdo a la norma 3.3.3 del ACI 318-77.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado grueso de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

c. Agregado fino

El agregado fino consistirá en arena natural que cumpla con la norma ICONTEC 174. Arena artificial o fabricada no se aceptará.

El contenido de materia orgánica se ensayará y analizará de acuerdo con la norma ICONTEC 127.

El agregado fino para el concreto no podrá contener arcilla, limo u otras sustancias extrañas.

La granulometría de la arena natural, según los análisis de tamices, deberá conformarse a los requisitos de la norma ICONTEC 174.

El módulo de finura estará entre 2.3 y 3.1 de acuerdo a la norma ICONTEC 174.

El agregado fino deberá tener no menos del 100% de la resistencia a la tensión y a la compresión obtenidas con morteros de las mismas proporciones y consistencia, fabricados con el mismo cemento y arena estándar de Ottawa, resistencia medida según el ensayo de resistencia de mortero ejecutado según la norma ICONTEC 579.

Si el Interventor considera que la calidad del agregado fino de una fuente dada puede mantener las calidades especificadas antes, el material podrá aceptarse con base únicamente en los resultados de las granulometrías.

d. Agua

El agua que se utilice en la fabricación de concreto o mortero, como también en el proceso de curado, debe decirse a la norma ACI 318-77 numeral 3.4.

Toda agua que se utilice en la fabricación de concreto deberá ser aprobada por el Interventor antes de utilizarla.

e. Acero de refuerzo

El acero de refuerzo incluirá todas las varillas de acero que se usen como refuerzo en las estructuras de concreto.

Las especificaciones para acero de refuerzo deben consultarse en la sección 4.03.

f. Aditivos

Los aditivos que se podrán agregar a la mezcla, previa aprobación u orden del Interventor, son:

1. Acelerantes: Sikacrete de Sika, o similar.
2. Retardadores: Plastiment VZ de Sika; Daratard HC de Grace; MB-HC de Master Builders; Protard de Protex, o similares.
3. Plastificantes: Plastocrete de Sika; WRDA-HC de Grace, o similares.
4. Plastificantes densificadores: Plastocrete DM de Sika; Concreplast N de (de uso obligado) Toxement, o similares.
5. Curadores de concreto: Antisol Rojo de Sika, Curaseal de Toxement, (de uso obligado) o similares.
6. Incluidores de aire: Sika Aer, o similar.
7. Reparaciones: Sika Top 121 y 122, Sikadur 41 mortero de Sika, o similares.
8. Adhesivos: Colmadur 31 de Sika, o similar.

Todos los aditivos utilizados en el concreto deberán cumplir con la norma ICONTEC 1299.

TRABAJOS PRELIMINARES

La fuente y calidad de los materiales para el concreto y las proporciones en que se mezclarán para el trabajo deberán presentarse al Interventor para su revisión antes de iniciar cualquier obra de concreto.

Se deben presentar informes certificados de un laboratorio independiente para los materiales y el diseño de la mezcla.

La revisión de estos informes será la base para la aceptación general solamente; Esto no exonera al Contratista del cumplimiento continuado de los requisitos estipulados en las presentes especificaciones.

a. Agregados

Los informes de los ensayos sobre agregados deben incluir los siguientes datos:

Agregados Finos

1. Localización y descripción de la fuente.
2. Gradación y dureza.

3. Sustancias Extrañas.

Agregados Gruesos

1. Localización y descripción de la fuente.
2. Gradación y pérdida por abrasión.
3. Sustancias extrañas.
4. Resultados de las pruebas con sulfato de sodio o magnesio.

El Interventor podrá ordenar cualquier tipo de prueba para verificar el cumplimiento de la norma ICONTEC 174.

b. Diseño de Mezcla

Con los materiales para el concreto, aceptados por el Interventor, el Contratista diseñará una mezcla tentativa, la cual se ensayará para cada uno de los tamaños de gradación de los agregados y para cada consistencia que se desee para obtener y usar en la obra.

El informe para cada mezcla tentativa deberá contener los siguientes datos:

- Esfuerzo de compresión basado en las pruebas a los 7, 28 y 56 días.
- Asentamiento sobre el cual se basó el diseño.
- Tiempo de fraguado inicial.
- Relación agua-cemento.
- Marca, tipo, composición y cantidad de cemento.
- Gravedad específica y gradación de cada agregado.
- Relación de los agregados finos al total de agregados.
- Peso (Seco, superficialmente) de cada agregado por metro cúbico de concreto.
- Marca, tipo, norma ICONTEC de los aditivos y su cantidad en la mezcla.

c. Pruebas

Las proporciones de cemento, agregados y agua necesarias para producir un concreto de la resistencia requerida, serán controladas por el Interventor por medio de pruebas y ensayos en los agregados y el concreto resultante, los cuales se le harán con la frecuencia que designe el Interventor, por cuenta del Contratista.

Los agregados deberán ser muestreados y separados según la norma ICONTEC 129. La gradación de los agregados se hará de acuerdo a la norma ICONTEC 77; se sacará una muestra por cada 50 toneladas de agregado y por cada 100 toneladas de agregado grueso.

Las gravedades específicas de cada agregado se calcularán bajo las normas ICONTEC 176 y 237.

Las pruebas de asentamiento deberán hacerse por cada mezcla de 30 m³ de acuerdo a la norma ICONTEC 396.

Una muestra para el ensayo de resistencia a la compresión constará de tres series de tres cilindros cada una. Se tomará una muestra por cada 10 m³ de mezcla y por cada clase de concreto. Si el Interventor lo estima necesario, ordenará la toma de muestras adicionales.

Las tres series se ensayarán, la primera a los 7 días, la segunda a los 28 días, y la tercera a los 56 días, utilizando como guía las curvas de coeficientes de resistencia de LA CORPORACION.

Los cilindros para los ensayos deberán ser hechos, curados y almacenados de acuerdo con la norma ICONTEC 673.

Las pruebas de fraguado inicial se deberán hacer de acuerdo a la norma ICONTEC 890.

d. Almacenamiento

Los materiales se almacenaran de forma tal que sean accesibles a la inspección.

El cemento se almacenará en un edificio que lo proteja de la intemperie y la humedad. Los sacos se colocaran en pilas sobre pisos que no permitan el humedecimiento del cemento y a una distancia no menor de 30 cm de las paredes. Se deberá retirar primero el cemento que tenga mayor tiempo de almacenado.

No se permitirá la utilización de cemento endurecido o con grumos.

Los agregados se almacenaran sobre plataformas de madera. Los distintos tipos y tamaños de agregados fino y grueso, se deberán almacenar en montones separados.

REQUISITOS DE LA MEZCLA

Las mezclas de concreto deberán diseñarse y el concreto deberá controlarse dentro de los siguientes límites:

a. Contenido de cemento

El contenido de cemento en la mezcla será de tal forma que el concreto cumpla con las condiciones especificadas en el diseño de la mezcla.

Para cumplir este propósito, el Contratista deberá chequear constantemente el diseño de la mezcla con base en los ensayos.

b. Agua

El contenido total de agua en el concreto no deberá exceder de 54 litros por cada 100 kilos de cemento en la mezcla.

c. Asentamientos

El asentamiento no deberá ser mayor de 10 cm, a menos que el Interventor lo autorice por escrito.

d. Relación de agregados finos al total de agregados

La relación de agregados finos al total de agregados, con base en los volúmenes de sólidos, deberá ser:

Tamaño agregado grueso	Relación mínima	Relación máxima
13 mm	0.40	0.55
19 mm	0.35	0.50
25 mm	0.30	0.46

e. Fraguado inicial

El fraguado inicial, determinado según el ensayo de ICONTEC 890, deberá ocurrir 5 1/2 ∇ 1 horas después de efectuada la mezcla.

f. Aditivos

La aplicación de los aditivos, en relación con el método y el tiempo de añadirlos, estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de manera que se cumpla con estas especificaciones.

FORMALETA

La formaleta deberá diseñarse para producir un concreto endurecido que tenga la forma, los alineamientos y las dimensiones que se muestran en los planos. Las formaletas deberán cumplir con la norma ACI 347 y las condiciones adicionales que se dan a continuación:

a. Materiales

La madera que se use en la construcción de las formaletas para la estructura de concreto será laminada, o deberá ser cepillada o machihembrada del lado de las superficies que hayan de quedar expuestas. Deberá estar exenta de bombeos, abultamientos y nudos flojos, ser sana y de espesor uniforme. La madera sin ser cepillada, de no más de 20 cm de ancho, de bordes sanos y cuadrangulares, podrá usarse para respaldar superficies que no hayan de quedar expuestas al finalizar la obra. No se permitirá el uso de madera de menos de 2.5 cm de espesor nominal, excepto cuando se la use como revestimiento de las formaletas.

El Contratista deberá utilizar formaletas fabricadas con madera laminada, prensada o machihembrada cepillada, para las superficies que quedarán a la vista y superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua.

Las formaletas para las superficies a la vista y para las superficies proyectadas para trabajar en contacto con agua, deberán ser colocadas de manera regular y uniforme con la mayor dimensión de los paneles en el sentido vertical y todas las juntas alineadas. La formaleta no deberá producir superficies cóncavas, convexas o irregulares. La desviación máxima de la superficie plana no deberá exceder de 2 mm por metro.

Formaletas planas de segmentos no mayores de 60 cm podrán usarse para formar superficies curvas de diámetro mayor de 7 m.

La superficie de los sitios en donde se vaya a colocar el concreto sobre gravas o roca partida, que contenga por lo menos un 25% del material que pase por el tamiz No.4, deberá cubrirse, para prevenir que el concreto pierda agua, con una capa de 5 cm de concreto para solados.

Las formaletas se podrán usar por segunda vez, siempre que se las haya limpiado cuidadosamente y no presenten abultamientos ni combaduras y el Contratista se comprometa a no utilizar las formaletas que rechace el Interventor.

b. Diseño

Las formaletas deberán ser fuertes y ajustadas para prevenir el escape del mortero. Las formaletas deberán ser arriostradas con los tensores para mantenerlas en la posición requerida, para que conserven la forma y los alineamientos durante y después de la colocación del concreto.

La cimbra que se use para soportar las formaletas se deberá apoyar sobre durmientes que se asienten en fundaciones firmes, de manera que no ocurran asentamientos ni deformaciones de las formaletas cuando el concreto se vacíe en ellas.

Las vigas y las losas que se apoyarán en columnas de concreto deberán ser formaleteadas de manera de permitir el retiro de las formaletas de las columnas sin que se disturben los apoyos de las formaletas de dichas vigas o placas.

Cuando las partes superiores de los muros vayan a quedar expuestas a la intemperie, la formaleta de por lo menos uno de los lados no deberá sobresalir de la superficie superior del muro y deberá ser alineada y colocada a la cota indicada. En otros puntos, las formaletas para el concreto de muros se terminarán en pendiente o según contornos establecidos, se deberán colocar según el alineamiento y el nivel o se colocará un listón de madera como guía al nivel apropiado, de manera que la superficie pueda ser terminada con regla o plantilla. En las juntas de construcción horizontales de los muros, la formaleta de un lado no deberá sobresalir más de 60 cm por encima de la junta.

El diseño de las formaletas deberá ser aprobado por el Interventor antes de construirlas.

c. Separadores y Tensores

No se permitirá el uso de separadores de concreto o madera para espaciar parrillas de acero de refuerzo entre sí; deberá hacerse con ganchos del mismo refuerzo de tal forma que se soporten las presiones de formateado y fundida conservando la separación entre las mismas. Para la separación de las parrillas contra la formaleta para garantizar el recubrimiento mínimo, se podrán utilizar separadores de concreto en forma, dimensiones y calidad aprobadas por el Interventor, únicamente en la cara que no esté en contacto con el agua o quede a la vista. Para la separación entre formaletas, se deberán utilizar separadores y tensores de extremos removibles, con una parte que quede permanentemente embebida en el concreto y que tenga suficiente fortaleza y rigidez para soportar y mantener la formaleta en la posición y alineamientos adecuados, sin tener que recurrir a separadores auxiliares. Se deberán colocar conos en los extremos de cada tensor para permitir que la porción embebida quede por lo menos a 3 cm de la cara del concreto.

Las partes embebidas de los tensores que no tengan extremos roscados, deberán construirse de manera que se puedan romper fácilmente sin dañar el concreto para remover los extremos.

Todos los boceles deberán ser rectos, de anchura uniforme y cepillados.

d. Recubrimientos

Antes de vaciar el concreto en las formaletas, el interior de éstas deberá recubrirse con una capa de compuesto aprobado y que no manche el concreto; este compuesto se deberá aplicar antes de colocar el hierro de refuerzo.

e. Remoción de las formaletas

Las formaletas no deberán removerse o aflojarse hasta que el concreto haya alcanzado resistencia suficiente para soportar con seguridad todas las cargas vivas y muertas. Los soportes debajo de las vigas y losas deberán dejarse en sitio y reforzarse como sea necesario para soportar el equilibrio de construcción o los materiales que se coloquen sobre las losas. La remoción de las formaletas deberá hacerse con cuidado para evitar desportillar las esquinas o aristas y causar otros daños al concreto.

REFUERZO

El refuerzo deberá ser doblado con exactitud y estar libre de óxido, escamas y sustancias contaminantes que puedan reducir su adherencia. A menos que se muestre en otra forma en los planos, o se especifique, los detalles de doblaje deberán hacerse de acuerdo con las normas 315 y 318 del ACI.

a. Doblado

Para acomodarse en la forma indicada en los planos, las varillas de acero se doblarán en frío. No se permitirá doblar las varillas salientes del concreto una vez que éste haya sido colocado.

EMPAS S.A. entregará al Contratista instrucciones completas sobre la manera de reforzar todos los elementos de las estructuras según los planos que acompañan estas especificaciones.

b. Colocación

Todo el acero de refuerzo ha de quedar colocado en su debido sitio sobre soportes de cubos de mortero, de dosificación igual a la del concreto en cuanto a cemento y arena, distanciadores, colgantes u otros elementos y deberá ser asegurado en su sitio con amarres adecuados. No se permitirá soldadura en los puntos de cruce.

El espacio entre el acero y las formaletas se mantendrá mediante amarres, espaciadores y otros soportes que deben ser aprobados por el Interventor. No se permitirá el uso de bloques de madera.

c. Recubrimientos

El recubrimiento de las varillas de refuerzo deberá ser, para cada parte de la obra, el mostrado en los planos respectivos.

d. Traslapos

Los traslapos deberán ser hechos de acuerdo con los detalles que se muestran en los planos. Los traslapos que sea necesario hacer en sitios diferentes a los que se muestran en los planos, deberán ser aprobados por el Interventor antes de la ejecución.

La soldadura de refuerzo estará prohibida con excepción de los sitios que se muestran en los planos. Todos los empalmes para los sitios no especificados en los planos deberán tener una longitud no menor de 40 veces el diámetro nominal de las varillas.

MEZCLADO DE CONCRETO

El concreto se preparará en mezcladoras de concreto adecuadas para el tipo de obra y volumen a fundir, garantizando una distribución uniforme de todos los materiales en toda la masa. El Contratista deberá tener en la obra por lo menos otra unidad de suplencia.

Los agregados y el cemento se medirán por peso. El agua se medirá por peso o por volumen e incluirá la humedad superficial y el agua libre contenida en los agregados que entran en la mezcla. El medidor de agua deberá tener una exactitud del 1%. La

cantidad de agua requerida para mantener una relación agua-cemento constante, deberá ajustarse frecuentemente a fin de compensar cualquier variación en el contenido de humedad de los agregados.

El concreto se mezclará sólo en las cantidades que se requiera para uso inmediato. No se deberá usar ningún concreto que haya iniciado fraguado o que se haya mezclado con más de 20 minutos de anterioridad.

Después de que todos los materiales estén en el tambor, la carga se deberá mezclar durante un período no menor de 2 ½ minutos a fin de asegurar una mezcla uniforme y homogénea. Antes de colocar los materiales dentro del tambor de la mezcladora, para la carga siguiente, todo el contenido de la mezcla precedente deberá haberse vaciado.

En caso de emergencia, verbigracia, una falla en la mezcladora, se deberá mezclar con la unidad de suplencia suficiente concreto para completar el trabajo que se esté ejecutando hasta una junta de construcción.

No se permitirá la adición de agua a la mezcla una vez que ésta haya salido de la mezcladora.

a. Consistencia

En general, la consistencia de las mezclas de concreto deberá ser adecuada para las condiciones en que se van a colocar. Esta deberá ser tal que:

1. El mortero se adhiera al agregado grueso.
- 2...El concreto sea lo suficientemente fluido, como para que no se segregue al transportarlo.
3. Al sacarlo de la mezcladora, al mortero no se le vea agua libre.
4. Al vaciarlo, el concreto deberá asentarse en su lugar; deberá deslizarse y no fluir cuando se le lleve a su lugar por medio de canaletas que formen un ángulo de 30° con la horizontal.
5. La capa superior del concreto ya fraguado debe tener una película de cemento en la superficie, pero no deberá estar exenta de lechada.
6. El resultado de la prueba de asentamiento deberá ser uniforme.

COLOCACION

Los límites de cada fundida de concreto deberán ser establecidos por el Contratista y aprobados por el Interventor. Dentro de estos límites el concreto deberá ser colocado en una operación continua y en el caso de muros, no podrá transmitirse vibración a través del acero o la formaleta al concreto colocado en la parte inferior que haya entrado en proceso de fraguado inicial, de tal forma que se deberán utilizar los métodos, la maquinaria y el personal necesarios para lograr la colocación del concreto en un tiempo máximo de tres horas.

Antes de la colocación del concreto, las formaletas, el refuerzo, los sellos y demás elementos embebidos deberán ser asegurados firmemente en su posición correcta; se deberán retirar todos los desperdicios, agua y salpicaduras de concreto del sitio en donde se colocará el concreto; todo el trabajo deberá ser aceptado por el Interventor antes de que comience la fundida del concreto.

a. Colocación sobre superficies de concreto endurecido

Las superficies de concreto sobre las cuales se continuará con concreto fresco deberán ser ásperas, limpias y húmedas. El mortero de superficie deberá retirarse para que los agregados queden expuestos.

La superficie endurecida deberá estar limpia de toda sustancia extraña (incluyendo aditivos para el curado), lavada con agua limpia y mantenerse saturada durante un período de 24 horas anteriores a la colocación del concreto fresco.

Los agregados gruesos deberán retirarse de las primeras mezclas de concreto que se coloquen sobre superficies endurecidas en los muros. Este mortero preparado en relación 2:1, deberá cubrir toda el área endurecida y tener una profundidad de 5 cm.

b. Transporte del concreto

El concreto deberá ser transportado hasta el sitio donde se va a depositar finalmente con los métodos que eviten la segregación o pérdida de los ingredientes. En cuanto fuere posible, se deberá colocar el concreto en su posición final a fin de evitar el manipuleo o hacerlo fluir; no deberá moverse lateralmente dentro de las formaletas a una distancia mayor de 1.5 m.

c. Colocación del concreto

Todo el concreto se depositará en capas aproximadamente horizontales, continuas, adecuadas para una captación efectiva; sin embargo, la profundidad de una capa no deberá exceder 60 cm. Cada capa de concreto deberá ser plástica cuando se cubra con la capa siguiente y las formaletas deberán llenarse a una rata vertical no menor de 60 cm por hora.

d. Compactación

Tan pronto como el concreto haya sido colocado en las formaletas, se lo deberá compactar usando vibradores mecánicos aprobados, aplicados directamente al concreto. Deberá hacerse uso además de varillas y paletas, para compactar el concreto vecino a, o en las esquinas de las formaletas, y el que rodea al acero de refuerzo o los elementos empotrados. Los vibradores mecánicos deberán usarse de manera que se tengan por lo menos 9.000 ciclos por minuto cuando estén sumergidos dentro del concreto. Cada vibrador deberá ser movido por un motor de más de 1.5 HP. El número y tipo de los vibradores deberá ser aprobado por el Interventor.

A fin de garantizar la compactación de cada capa antes de la colocación de la próxima, sin interrupción o demoras en el vaciado, se habrá de tener un número suficiente de vibradores en cada frente de la obra.

Los vibradores se aplicarán al concreto en el punto en donde éste se deposite y en el área del concreto recién depositado. El concreto se colocará a intervalos cortos para evitar el hacerlo fluir demasiado. El vibrador deberá penetrar en la capa colocada inmediatamente anterior a la que se esté colocando, pero sin atravesarla.

Si se notare combadura o asentamiento de las formaletas mientras se está colocando el concreto, la operación de colocación se interrumpirá hasta tanto se haya hecho la debida corrección.

En el colocado del concreto no se permitirá el uso de práctica alguna que tienda a provocar separación o segregación de los materiales, tal como dejar caer el concreto desde alturas mayores de 2.00 metros, sin el uso de una canal cerrada y articulada (Trompa de elefante) u otros medios aprobados.

PIEZAS EMBEBIDAS

Todas las tuberías, codos de ventilación, escalones, anclajes, pernos, placas, entramados, barandales, mojones, sellos, etc., que han de embeberse en el concreto, habrán de asegurarse en forma tal que no se desplacen durante la colocación del concreto.

Tanto la colocación como el suministro de partes embebidas en el concreto, cuyo suministro, colocación o montaje no estén específicamente cotizados en otro ítem, se considerarán como incluidas en el costo del concreto.

JUNTAS

Todas las estructuras que van en contacto con el agua deberán ser, en lo posible, de construcción monolítica.

Las juntas de construcción deberán hacerse en los sitios indicados en los planos, según se especifican aquí o de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

A menos que se especifique diferente, las varillas de refuerzo serán continuas a través de las juntas de construcción.

Todas las juntas de construcción, a menos que los planos lo especifiquen, deberán llevar cinta termoplástica de cloruro de polivinilo, especificación ASTM D2240, de ancho 15 cm.

Las juntas de contracción y expansión se construirán en los sitios y de acuerdo con lo que se muestra en los planos.

En donde se indique en los planos se deberá colocar cinta termoplástica de cloruro de polivinilo, norma ASTM D2240, de ancho 22 cm; en caso contrario, deberán llenarse con material bituminoso.

CONCRETO BAJO AGUA

El concreto no se deberá depositar bajo agua excepto con permiso del Interventor. Para el concreto que se deposite bajo agua deberá ajustarse el diseño para que el asentamiento sea menor de 6" y aumentar la cantidad de cemento en un saco por metro cúbico.

El concreto bajo agua deberá colocarse con bajantes que tengan tolvas en la parte superior. Después de que el concreto haya empezado a moverse, la parte inferior del bajante deberá mantenerse por debajo de la superficie del concreto depositado. Se evitará agitar el concreto depositado.

Cuando sea necesario mover la bajante, deberá levantarse del concreto y bajarse verticalmente en un nuevo sitio. La masa de concreto deberá colocarse tan rápido como sea posible en un sitio sin que sea necesario moverla horizontalmente debajo del agua.

El agua debe estar quieta cuando el concreto se deposite. La velocidad del agua no deberá exceder a 60 cm/min en cualquier dirección dentro del espacio donde se coloque el concreto. Después de colocado, el nivel de agua en el espacio debe conservarse estático hasta que el concreto haya endurecido.

ACABADOS DE SUPERFICIES

El acabado de superficies en concreto para las distintas partes de la obra, deberá cumplir con los requisitos que se dan a continuación:

a. Acabados sin formaleta

No se requiere dar ningún tratamiento superficial a las superficies de concreto enterradas o permanentemente sumergidas que no forman parte integral de una estructura, excepto las que se requieran para obtener las elevaciones, contornos y superficies libres de lechada. Las superficies sin formaleta, en todas las demás estructuras de concreto, deberán ser regladas y dárseles un terminado inicial con

llana, seguido de un segundo tratamiento con llana de madera o metálica donde se requiera.

b. Reglado

El reglado de concreto debe producir superficies a las elevaciones y contornos establecidos, con todos los agregados completamente embebidos en el mortero. Todas las superficies regladas deberán estar libres de irregularidades con una altura o profundidad que no exceda de 5 mm, medida desde una regla de 3 metros de longitud.

c. Terminado con llana

Las superficies regladas deberán arreglarse con un terminado con llana de madera tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para ser trabajado. Cualquier agregado grueso que se mueva con el paso de la llana, o que cause irregularidades en la superficie, deberá retirarse y reemplazarse con mortero. El acabado inicial deberá producir superficies de textura uniforme y buena apariencia.

El acabado inicial deberá ser seguido por un segundo acabado en el momento en que se inicie el fraguado. El segundo acabado deberá producir una superficie de textura y color uniformes. A menos que se especifique acabado adicional al que produzca el segundo paso de la llana, ésta será la superficie terminada.

El acabado puede ser ejecutado por medio de llanas de madera o compactadores mecánicos adecuados.

d. Terminado de superficie con formaleta

Los salientes y salpicaduras de la superficie deberán quitarse de todas las superficies con formaleta, excepto las superficies exteriores que estarán en contacto con los rellenos en tierra. Se utilizará un pulidor eléctrico, si es necesario, para retirar los salientes y producir una superficie lisa.

e. Huecos de los tensores

Los huecos dejados en las superficies por los tensores de la formaleta al ser removidos sus extremos, deberán ser limpiados, humedecidos y rellenados con mortero. Este mortero deberá ser terminado liso y su textura igual a la del concreto adyacente.

f. Acabados con mortero

El acabado con mortero deberá hacerse de acuerdo a la norma ACI 301 Capítulo 10, del párrafo correspondiente a terminados con mortero.

No debe dar como resultado el que se pañete toda la superficie, pero debe producir un acabado suave, libre de marcas, vacíos y polvo de cemento. Este acabado sólo se utilizará en superficies que no vayan a tener contacto permanente con el agua.

g. **Aristas**

A menos que se especifique que sean chaflanadas, todas las aristas expuestas de las superficies que se acaben con llana o palustre mecánicos, deberán terminarse con una herramienta que tenga una esquina con radio de 6 mm.

h. **Protección del acabado**

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para proteger las superficies terminadas de manchas o daños. No se permite hacer fuego cerca del concreto en ningún momento. Las superficies o bordes de concreto que puedan dañarse durante la construcción, se protegerán debidamente dejando la formaleta sin retirar o colocando una protección aprobada por el Interventor.

Donde lo ordene el Interventor, el Contratista deberá cubrir con aserrín o tablas las superficies de concreto por el tiempo que el Interventor considere necesario.

CURADO

El concreto deberá protegerse de pérdidas de humedad por lo menos 7 días después de colocado; todas las superficies de concreto se protegerán de la lluvia fuerte, el agua corriente y de los elementos mecánicos que puedan hacer daño.

El curado de concreto deberá hacerse por métodos que conserven las superficies de concreto durante un período especificado.

a. **Curado con agua**

Las superficies del concreto deberán ser saturadas con agua tan pronto como sea posible, después del fraguado inicial del concreto. La rata de aplicación del agua deberá regularse para dar un cubrimiento completo a la superficie con una escorrentía mínima.

Cuando se dejen las formaletas en su sitio para el curado, se mantendrán húmedas todo el tiempo para evitar la abertura de sus juntas y el secado del concreto. El agua del curado debe ser limpia y debe cumplir las mismas condiciones que el agua con que se prepara el concreto.

b. **Curado de compuestos**

Será obligado para el curado del concreto el uso un de líquido que forme una película retenedora de agua que cumpla la norma ASTM C-309. Su aplicación estará de acuerdo con las recomendaciones de la casa productora.

TOLERANCIAS

Las obras que excedan las tolerancias especificadas a continuación deberán ser reparadas o demolidas por cuenta del Contratista si el Interventor lo ordena:

1. Dimensiones de columnas, vigas, placas y partes de las estructuras hidráulicas que vayan a estar en contacto con el agua:
 - Por defecto, 5 mm
 - Por exceso, 10 mm

2. Otras dimensiones de estructuras no cubiertas en el punto anterior, en la planta:
 - Por defecto, 10 mm
 - Por exceso, 10 mm

3. Desviaciones en la vertical o en las inclinaciones indicadas en los planos:
 - En 5 m, 10 mm
 - En 10 m, 15 mm

4. Desviaciones en cotas y pendientes de vigas y losas:
 - Visibles:
 - En 3 m, 10 mm
 - En 10 m o más, 20 mm
 - Enterradas:
 - El doble de la anterior

5. Variación en el recubrimiento de la armadura: 5 mm.

6. Variaciones en los espaciamientos de las varillas: 15 mm.
7. Variaciones en dimensiones de elementos prefabricados: Ver sección 4.05.

REPARACIONES DEL CONCRETO

Las reparaciones de las superficies de concreto deberán hacerse únicamente con el personal experto en este tipo de trabajo, y bajo la vigilancia del Interventor.

El Contratista deberá corregir, a su costa, todas las imperfecciones que se encuentren para que las superficies de concreto se conformen con todos los requisitos exigidos por estas especificaciones.

a. Superficies que no vayan a estar en contacto con el agua

En donde el concreto haya sufrido daños o defectos, las superficies de concreto deberán picarse hasta retirar totalmente el concreto imperfecto, o hasta donde el Interventor lo indique y rellenarse con concreto o con mortero de consistencia seca hasta las líneas requeridas.

b. Superficies que vayan a estar en contacto con el agua

Para las reparaciones de superficies que vayan a estar en contacto permanente con el agua corriente, será obligado el uso de mortero epóxico como Sikadur 41, mortero de SIKA o similar. La colocación de tales morteros se hará de acuerdo con las recomendaciones de la casa fabricante.

CLASES DE CONCRETO

Se consideran 9 clases de concreto, de las características enumeradas a continuación:

1. Concreto Clase 1

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 350 Kg/cm² (5.000 psi).

2. Concreto Clase 2

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 315 Kg/cm² (4.500 psi).

3. Concreto Clase 3

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 281 Kg/cm² (4.000 psi).

4. Concreto Clase 4

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 245 Kg/cm² (3.500 psi).

5. Concreto Clase 5

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 210 Kg/cm² (3.000 psi).

6. Concreto Clase 6

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 175 Kg/cm² (2.500 psi).

7. Concreto Clase 7

Se refiere al concreto reforzado o simple para estructuras, con una resistencia a la compresión a los (28) días de 140 Kg/cm² (2.000 psi).

8. Concreto Ciclópeo

Consiste en un concreto clase 6, adicionado con piedras sanas, limpias, resistentes y durables hasta por un volumen igual al 35% del volumen del concreto ciclópeo. Cada piedra deberá quedar rodeada de una capa de concreto con un espesor mínimo de 5 cm.

9. Concreto Pobre en Solados

Consiste en un concreto de bajo contenido de cemento, mezclado en las proporciones 1:5:5, aproximadamente, el cual se colocará con el objeto de emparejar las superficies sobre las cuales se van a cimentar las estructuras. La extensión y el espesor de los solados serán los indicados en los planos o los que el Interventor prescriba.

El solado reposa sobre un piso sólido y en lo posible no alterado. No se aceptará ningún relleno como base para los cimientos, a menos que el Interventor lo autorice expresamente, o se especifique en los planos.

MEDIDA

El concreto se medirá para el pago según los volúmenes obtenidos a partir de los contornos netos de las estructuras mostrados en los planos y que hayan sido construidas en un todo de acuerdo con estas especificaciones y lo prescrito por el Interventor.

La unidad de medida será el metro cúbico aproximado a dos decimales.

Del volumen medido no se deducirán los orificios de drenaje o desagüe para alivio de subpresión, pasamuros de diámetro inferior a 10", los pernos de anclaje, ni el volumen ocupado por el acero de refuerzo y los sellos.

PAGO

El pago del concreto se hará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios del Contrato, para los siguientes conceptos de trabajo:

Item	4.02.1	Concreto Clase 1
------	--------	------------------

Item	4.02.2	Concreto Clase 2
Item	4.02.3	Concreto Clase 3
Item	4.02.4	Concreto Clase 4
Item	4.02.5	Concreto Clase 5
Item	4.02.6	Concreto Clase 6
Item	4.02.7	Concreto Clase 7
Item	4.02.8	Concreto Clase Ciclópeo1
Item	4.02.9	Concreto pobre en solados

Estos precios unitarios serán la compensación total y única que reciba el Contratista por el suministro en la obra de todos los materiales para la mezcla del concreto y para sellos; por toda la planta, equipo, herramientas y mano de obra, por todos los transportes, dentro y fuera de la obra; por la administración, la utilidad y por todos los demás costos necesarios para construir la estructura de concreto a satisfacción del Interventor.

Deberá incluirse también el costo de los aditivos necesarios y de las muestras y ensayos de laboratorio que la Interventoría ordene sobre los materiales que el Contratista se proponga utilizar.

Si los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días no están de acuerdo con la norma 4.8.4.1 del ACI 318-77, el Interventor procederá a efectuar un análisis de los ensayos a los 56 días con base en los coeficientes de resistencia que posee LA CORPORACION.

Si en estos ensayos continúa la discordancia con la norma mencionada, se efectuarán ensayos de núcleo (coredrill) de acuerdo con la norma 4.8.4.2. del ACI 318 - 77.

Los resultados de tales pruebas deberían concordar con lo exigido por la norma 4.8.4.4. del ACI 318 - 77; en caso contrario, LA CORPORACION ordenará la demolición de la estructura.

Si se cumple con la norma 4.8.4.4, la disminución en la resistencia a la compresión afectará el precio unitario como lo muestra la siguiente tabla:

Los costos de las pruebas de control de calidad sobre concretos que hayan sido rechazados con prueba de control preliminar, según por cuenta del Contratista.

3. ACERO DE REFUERZO

GENERALIDADES

El trabajo a que se refiere esta especificación consiste en el suministro del acero y la ejecución de las operaciones de corte, doblado, amarre y colocación de las varillas de refuerzo en las estructuras de concreto.

MATERIAL

Se aceptará el acero de refuerzo liso fabricado por Paz del Río tipo A-37 o similar, en aquellas estructuras donde el valor f_y especificado sea igual a 2590 kg/cm^2 . Se aceptará el acero de refuerzo corrugado fabricado por Paz del Río tipos PDR 40 y PDR 60 o similares, en aquellas estructuras donde el f_y especificado sea igual a 2800 kg/cm^2 y 4200 kg/cm^2 , respectivamente. Se aceptará malla electrosoldada en las estructuras que se especifique, de acuerdo con las especificaciones y detalles incluidos en los planos.

DOBLADO

Las varillas de acero se doblarán en frío para acomodarse a las formas indicadas en los planos. No se permitirá doblar las varillas salientes del concreto una vez que este haya sido colocado.

COLOCACION Y FIJACION

El acero de refuerzo, al colocarlo en la estructura, ha de estar libre de mugre, escamas, exceso de óxido, polvo, pintura, aceite u otra materia extraña.

Todo el acero de refuerzo ha de quedar colocado en su debido sitio y durante el vaciado del concreto se le mantendrá firmemente en las posiciones indicadas en los planos.

El espacio entre acero y formaletas se mantendrá mediante soportes, bloques, amarres o suspensores aprobados por la Interventoría. Los bloques que evitan el contacto del acero con la formaleta deberán ser de mortero cuya dosificación será igual a la del concreto que se está fundiendo en cuanto a cemento y arena, de formas y dimensiones aprobadas por la Interventoría. Su colocación no será permitida en la cara que estará en contacto con el agua o quede a la vista, de tal forma que el ajuste de las parrillas del refuerzo se hará mediante amarres entre la formaleta, bloques, acero de refuerzo y ganchos espaciadores en la cara contraria.

Las hiladas o parrillas se separarán con ganchos del mismo refuerzo que soporten el trabajo de la formaleteada y fundida del concreto. Los bloques que se utilicen serán lo suficientemente cortos como para permitir que sus extremos se cubran de concreto.

No se permitirá el uso de guijarros, trozos de piedra o ladrillo, tubería metálica o bloques de madera.

Antes de empezar el vaciado del concreto, todo el acero de refuerzo de cualquier sección deberá estar en su sitio y haber sido inspeccionado y aprobado por el Interventor.

Todos los empalmes deberán tener una longitud no menor de 40 veces el diámetro nominal de las varillas y deberán estar bien distribuidos y situados en puntos de esfuerzo tensorial bajo.

Los empalmes de varillas de diámetro superior a 3/4" podrán ser soldados con doble cordón en una longitud no menor de 25 cm, con la aprobación del Interventor.

El recubrimiento para el refuerzo deberá hacerse como se indica en los planos; en donde no se especifica se hará como sigue:

1. Cuando el concreto queda a la intemperie o permanentemente sumergido, o en contacto con tierra, pero colocado con formaletas, no deberá ser menor de 8 cm.
2. En muros que no están colocados en contacto con tierra, pero colocados con formaletas, no deberá ser menor de 5 cm.

MALLA ELECTROSOLDADA

Las especificaciones anteriores para el acero de refuerzo se aplican, en general, cuando se utilice malla electrosoldada para estructuras de concreto lanzado en taludes o para protección de geomembranas que puedan entrar en contacto con elementos que puedan deteriorarla.

Antes de colocar la malla deberá ejecutarse la perfilación manual del talud que sea requerida, con el objeto de producir una superficie libre de promontorios y salientes. Lo anterior como preparación de la superficie para la aplicación del concreto lanzado.

Deberá utilizarse mortero 1:3 para eliminar las cavidades existentes en el talud.

En los sitios que indiquen los planos y/o sean ordenados por la Interventoría, deberá instalarse malla electrosoldada con abertura cuadrada de 0.10 metros de lado. El alambre con que se fabrique dicha malla deberá ser galvanizado, de calibre No.10 BWG (3.4 mm).

La malla debe soportarse con varillas de 3/8", tipo A-37 de Paz del Río o similar, de 0.50 metros de longitud (incluyendo el gancho), espaciadas 0.40 metros como máximo. Los amarres entre secciones de malla se harán con alambre galvanizado calibre No.12 BWG (2.77 mm).

Cuando se utilice para proteger geomembranas, se deberá instalar malla de acuerdo a lo especificado en los planos y aceptado por la interventoría. Se deberá tener mucho cuidado al maniobrar el refuerzo, garantizando que no se produzca daño alguno a la geomembrana.

ANCLAJES

GENERALIDADES

Estas especificaciones se refieren al suministro y colocación de anclajes de acero, incluyendo todos los elementos que conforman la estructura del anclaje; los trabajos de taller requeridos, tales como roscas, perfilado de varillas, soldaduras etc.; y la colocación del anclaje en la perforación, de acuerdo con los planos, las especificaciones y lo ordenado por la Interventoría.

ESTRUCTURA DEL ANCLAJE

Los elementos que hacen parte de la estructura del anclaje y los trabajos de taller requeridos, son los siguientes:

a. Cuerpo del anclaje

Para el cuerpo del anclaje se utilizará varilla de acero corrugada STEM A 706-76 sismo-resistente, o el acero especificado en la sección 4.03.02, según las exigencias de resistencia presentadas en el diseño. Cualquier cambio a lo especificado debe ser aprobado por la Interventoría.

En el cuerpo del anclaje se incluyen los ganchos en lámina de acero soldados en la zona del bulbo y la platina de separación entre el bulbo y la parte exterior del anclaje. La soldadura de los ganchos y de la platina se especifica en la sección 4.03.06.03 SOLDADURA PARA ANCLAJES.

La zona del anclaje desde el extremo roscado hasta la platina de separación del bulbo, debe recibir dos (2) manos de pintura anticorrosiva.

Una vez aplicada la pintura anticorrosiva, el Contratista deberá colocar una manguera de polietileno en el tramo pintado, asegurada a la platina de separación del bulbo, de tal manera que se pueda garantizar que no existirá contacto entre esta parte del anclaje y la lechada de inyección.

b. Roscado

Se construirá rosca ordinaria en el extremo exterior de la varilla para la colocación de la tuerca mediante la cual se tensará el anclaje. La Interventoría deberá dar aprobación a los elementos roscados, previa a su utilización.

c. Tuerca de tensionamiento

La tuerca para el tensionamiento del anclaje deberá fabricarse de acuerdo con las dimensiones y especificaciones de los planos. La Interventoría deberá verificar el cumplimiento de las especificaciones y la compatibilidad de la tuerca con el extremo roscado de la varilla, para dar su aprobación.

d. Unión de varillas

Cuando la longitud del anclaje especificada en planos, sea mayor que la máxima longitud comercial de las varillas, será necesario ejecutar uniones, las cuales serán del tipo especificado en los planos o el ordenado por la Interventoría.

Si se especifica la unión de varillas por medio de rosca y manguito, se debe ejecutar el roscado de las varillas y el suministro de los manguitos de unión. La Interventoría deberá dar aprobación a los elementos roscados, previa a su utilización.

Si se especifica la unión de varillas por medio de soldadura a tope, los extremos de la varilla se deben perfilar como se indica en los planos, por medio de esmeril o cualquier otro método aprobado por la Interventoría, para conformar la garganta que recibirá el metal de aporte. Los trabajos se ejecutarán de acuerdo con lo especificado en la sección 4.03.06.03 SOLDADURA PARA ANCLAJES.

e. Platina

La platina de soporte para ajuste de la tuerca podrá ser de cualquier tipo producido en el país que cumpla con las especificaciones de diseño y sea aprobada por la Interventoría.

SOLDADURA PARA ANCLAJES

GENERALIDADES

Esta sección contiene las especificaciones referentes a la aplicación de soldaduras para la unión de las varillas que conforman el cuerpo del anclaje, colocación de ganchos en el extremo del anclaje y platina de separación. Este trabajo deberá realizarse de acuerdo con los planos, las especificaciones y las instrucciones del Interventor. Los trabajos deben cumplir con las Normas AWS D2.0 (American Welding Society).

MATERIALES

Los materiales empleados deberán cumplir con las normas más recientes de la ASTM (American Society for Testing and Materials).

El Contratista deberá suministrar, sin costo adicional, muestras y certificaciones de las características físicas y químicas de cada uno de los materiales que propone usar.

ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES

Las varillas de acero se almacenarán sobre plataformas u otros soportes adecuados, de manera que no queden en contacto con la superficie del terreno y se protegerán de la intemperie y de cualquier condición que pueda producir corrosión. Los electrodos deben mantenerse en horno a una temperatura de 120° C.

CORTE Y PREPARACION DE LAS PIEZAS

Las varillas de acero deberán ser perfiladas en sus extremos para recibir el metal de aporte. Esta inclinación debe corresponder a la especificada en los planos y puede realizarse con esmeril o cualquier otro método aprobado por el Interventor. Las platinas de separación y los ganchos serán cortados con soplete y su superficie se esmerilará, teniendo siempre en cuenta la aprobación del Interventor.

UNIONES SOLDADAS

Los trabajos de soldadura y los materiales empleados en ellos se ajustarán a lo establecido en la norma AWS D2.0.

Todas las piezas que componen el anclaje, se ajustarán perfectamente a los alineamientos indicados en los planos y carecerán de torceduras, dobleces, uniones irregulares o cualquier otra falla. El Interventor podrá rechazar cualquier pieza que no cumpla con estos requisitos. Cualquier enderezamiento de piezas deformadas se hará con procedimientos que no produzcan rotura u otros daños y deberán ser aprobados previamente por el Interventor.

SOLDADORES

Todos los soldadores deberán ser precalificados de acuerdo con los procedimientos estipulados en la norma AWS D2.0, u otros similares aceptados por el Interventor. Los certificados de calificación serán expedidos por Instituciones que dispongan del equipo adecuado para los exámenes, y deberán indicar el nombre del soldador, el nombre y cargo del examinador, el tipo y posición de las soldaduras ejecutadas, el resultado de las pruebas radiográficas y la fecha del examen.

Los certificados deberán ser presentados al Interventor, para que éste pueda permitir que el soldador trabaje en la estructura materia del contrato, ya sea en el taller o en el sitio de las obras.

INSPECCION

Hasta que el Interventor no haya aceptado todas las pruebas de inspección radiográfica en el taller, no autorizará utilizar ningún elemento en el sitio de las obras. Las soldaduras defectuosas, no serán reparadas hasta que el Interventor haya revisado las correspondientes radiografías. Después de la reparación, la soldadura deberá ser radiografiada para la aprobación del Interventor. El Contratista deberá presentar un registro completo de las pruebas e inspecciones, para la aprobación del Interventor. El procedimiento radiográfico, la técnica y las normas de aceptación, deberán estar de acuerdo con los requisitos de las normas AWS D2.0. Serán a cargo del Contratista todos los gastos referentes a la inspección radiográfica en el taller y en la obra. Las radiografías serán de propiedad de la Interventoría, una vez se haya terminado el trabajo.

SOLDADURAS A TOPE

Deberán ser inspeccionadas por medio de radiografías todas las soldaduras de elementos principales que estén sometidos a tracción y todos los empalmes sujetos a esfuerzos reversibles.

SOLDADURA DE FILETE

Cada tipo y tamaño de soldadura de filete en elementos principales, serán ensayados por lo menos en treinta (30) centímetros de cada tres (3) metros de longitud, por el método de inspección "Partícula Magnética en Polvo Seco", de acuerdo con la especificación ASTM E 109. Los ensayos deberán ejecutarse en presencia del Interventor.

Los ensayos serán localizados al azar en los sitios que sean típicos de cada longitud y tipo de soldadura. El Interventor examinará los ensayos de partícula magnética y deberá dar su aprobación a las soldaduras, antes de que los elementos sean aceptados. Si se encuentran defectos inaceptables, se harán nuevos ensayos en la longitud total de la soldadura.

Las soldaduras que por medio de la inspección de partícula magnética, indiquen tener defectos no permitidos de acuerdo con la norma AWS D2.0, serán rechazadas o reparadas según métodos permitidos por la misma norma o serán removidas y reemplazadas. Las soldaduras serán nuevamente ensayadas después de la reparación.

MONTAJE

PROCEDIMIENTO Y EQUIPOS

Antes de iniciar los trabajos de montaje y colocación del anclaje en la perforación correspondiente, el Contratista deberá someter a la aprobación del Interventor, los planos, gráficos y demás elementos explicativos de los procedimientos propuestos, así como los equipos que pretenda utilizar.

En caso de que el montaje implique obra falsa, andamios, etc., deberán ser diseñados por el Contratista dando consideración a los factores que puedan afectar su estabilidad, teniendo en cuenta que los apoyos deben distribuirse de tal manera que se impidan deflexiones excesivas en el cuerpo del anclaje.

RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA

La aprobación de los procedimientos y programas de montaje, por parte del Interventor, no eximirá al Contratista de la responsabilidad por la seguridad de sus métodos, o por fallas o deformaciones que pueda sufrir el anclaje.

Los costos de reparación o reemplazo de cualquier parte del anclaje que se dañe o deforme durante su colocación, debido a negligencia o procedimientos inadecuados del Contratista, serán de cargo de éste y no causarán erogación adicional a LA CORPORACION. Los daños deberán repararse a satisfacción de la Interventoría o reemplazarse, si así lo exige ésta.

ANCLAJES SUMINISTRADOS POR EMPAS S.A.

Cuando sea EMPAS S.A. quien suministre los anclajes al Contratista, éste deberá encargarse de transportarlos al sitio de la obra desde el depósito de LA CORPORACION; de la aplicación de dos manos de pintura anticorrosiva a la zona del anclaje comprendida entre el extremo roscado y la platina de separación del bulbo; de la instalación de la manguera de polietileno en la zona pintada y del montaje y colocación del anclaje en la perforación.

El Contratista será responsable del anclaje y de todos sus elementos, tales como platina, tuerca, etc., desde el momento de la entrega en el depósito de LA CORPORACION, hasta su colocación en la perforación a satisfacción de la Interventoría.

Cualquier pérdida o daño del anclaje serán de responsabilidad del Contratista, quien deberá reemplazarlo a satisfacción de la Interventoría sin que esto implique ninguna erogación adicional para LA CORPORACION.

TENSIONAMIENTO DE ANCLAJES

GENERALIDADES

En esta sección se especifican los aspectos técnicos que se deben cumplir para el tensionamiento de los anclajes instalados de acuerdo con lo especificado en la sección 4.03.06 ANCLAJES, e inyectados según lo especificado en la sección 4.14 INYECCIONES DE LECHADA DE CEMENTO PARA ANCLAJES.

EQUIPO

El tensionamiento debe hacerse por medio de gato(s) hidráulico(s), accionado(s) por una bomba eléctrica equipada con su respectivo manómetro, que permita verificar los incrementos de carga hasta la tensión de diseño definida en los planos.

Por ningún motivo se permitirá el empleo de equipos que no dispongan de manómetro en perfecto estado de funcionamiento. El Contratista no tendrá derecho a solicitar extensión de plazo, o compensación de cualquier otra índole, por atrasos ocasionados en el tensionamiento de anclajes por no disponer de manómetros en perfectas condiciones de funcionamiento.

PROCEDIMIENTO

Una vez que la lechada de cemento de inyección del anclaje y su zapata y dado, hayan alcanzado la resistencia de diseño, se procederá al tensionamiento del anclaje.

No deberán quedar anclajes sueltos si ya se tiene dicha resistencia, mínimo se tensarán a un 30% de la carga total diseñada.

Durante el proceso de tensionamiento, el Contratista deberá llevar un registro de las elongaciones para cada incremento de carga, con el fin de entregar un reporte final de la labor de tensionamiento.

MEDIDA

La medida del acero de refuerzo será el peso, expresado en kilogramos, aproximado a dos decimales, resultante de multiplicar la longitud de la armadura incorporada en la estructura, por los pesos unitarios correspondientes a cada diámetro usado y especificado en la tabla que se transcribe a continuación:

DIAMETRO	PESO EN Kg./m
1/4"	0.25
3/8"	0.56
1/2"	1.00
5/8"	1.55
3/4"	2.24
7/8"	3.04

1 "	3.97
-----	------

La longitud medida debe incluir los ganchos y traslajos que figuran en los planos, o los que ordene el Interventor, así como los hierros adicionales que sean autorizados por el mismo. Los ganchos y traslajos que para su conveniencia añada el Contratista, así como los alambres de amarre, separadores, suspensores y elementos similares no se computarán para efectos del pago.

La medida de la malla electrosoldada para estructuras de concreto lanzado en taludes, será el área sobre la cual se coloca, que corresponderá siempre a la línea de excavación. La unidad de medida será el metro cuadrado con aproximación a dos decimales.

Los soportes en varilla de $D=3/8"$ se medirán como se especifica en este numeral para el acero de refuerzo.

La medida para el pago de los anclajes será por unidad de anclaje colocado en la respectiva perforación, incluyendo todos los elementos exigidos en la presente especificación.

La medida para el pago del tensionamiento de anclajes se hará por unidad de anclaje tensionado de acuerdo con estas especificaciones y aceptado por la Interventoría.

PAGO

El acero de refuerzo, incluidas las varillas de soporte para la malla electrosoldada, se pagará al Contratista de acuerdo con el precio unitario estipulado en el formulario de precios del Contrato bajo el ítem correspondiente, el cual deberá incluir el costo de todas las instalaciones, materiales, equipos, mano de obra, etc, necesarios para ejecutar el trabajo de acuerdo con los planos y las especificaciones. Así mismo, no se reconocerá valor adicional por concepto de anticorrosivo para el acero de los escalones de acceso a los pozos de inspección o a cualquier otra estructura en la que deba disponerse de escalera de acceso y ésta quede expuesta a agentes que causen efectos de corrosión

La malla electrosoldada para estructuras en concreto lanzado, se pagará al Contratista de acuerdo con el precio unitario estipulado en el formulario de precios del Contrato bajo el ítem correspondiente, el cual deberá incluir todos los costos de transporte, celaduría, campamento, mano de obra, andamios, equipos, herramientas, materiales (malla, mortero, etc.); perfilado manual del talud para eliminar promontorios y salientes; suministro y colocación de mortero 1:3 para eliminar cavidades; y todas las demás labores y materiales necesarios para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Los anclajes se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios del Contrato bajo el ítem correspondiente, el cual deberá incluir todos los costos de materiales, planta, equipo, trabajos de taller, herramientas y mano de obra; obra falsa que se requiera

para el montaje y colocación de los anclajes; pruebas, certificaciones, inspecciones radiográficas e inspecciones por el método de partícula magnética en polvo seco para las soldaduras; transportes dentro y fuera de la obra; administración, imprevistos y utilidad; y todas las demás labores y materiales necesarios para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos y las especificaciones.

El tensionamiento de anclajes se pagará al Contratista a los precios unitarios consignados en el formulario de cantidades de obra y precios del Contrato bajo el ítem correspondiente, el cual deberá incluir todos los costos de materiales, planta, equipo, energía eléctrica, herramientas y mano de obra; accesorios (estructura metálica para tensionamiento, etc.); transportes dentro y fuera de la obra; administración, imprevistos y utilidad; y todas las demás labores y materiales necesarios para ejecutar el tensionamiento de anclajes, de acuerdo con los planos y las especificaciones.

Todo costo de los trabajos especificados deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta para el siguiente ítem:

Ítem	Concepto	Unidad de Medida
	Acero de refuerzo	
1.	Suministro y colocación de acero de refuerzo $f_y = 2590$ kg/cm ²	Kg
2.	Suministro y colocación de acero de refuerzo $f_y = 4200$ kg/cm ²	Kg
3	Suministro y colocación de malla electrosoldada calibre 10, abertura de 0.10 x 0.10 metros	m ²
4	Suministro y colocación de anclajes	Un
a.	D= 3/4", L= 6.00 m	Un
b.	D= 1", L= 10.00 m	Un
c.	D= 1 1/2", L= 15.00 m	
5	Colocación de anclajes	Un
a.	D= 3/4", L= 6.00 m	Un
b.	D= 1", L= 10.00 m	Un
c.	D= 1 1/2", L= 15.00 m	Un

6	Tensionamiento de anclajes	Un
---	----------------------------	----

4. ESTRUCTURAS EN LADRILLO

GENERALIDADES

Esta especificación se refiere a la construcción de pozos, cajas, sumideros y muros utilizando la mampostería de ladrillo. El trabajo comprende el suministro de toda la planta, materiales, mano de obra, y demás elementos embebidos para la construcción de estructuras de pozos, cajas, sumideros y muros, de acuerdo con los planos y lo ordenado por el Interventor.

MAMPOSTERIA DE LADRILLO

El espesor de los muros de ladrillo de todas las estructuras estará indicado en los planos de construcción respectivos. No se permitirá la colocación de mampostería de ladrillo sobre fundaciones de concreto, sino tres días después de que dichas fundaciones hayan sido vaciadas, a menos que en el concreto se haya incorporado un acelerante de fraguado aprobado por el Interventor. Cuando dicho acelerante sea cloruro de calcio en proporción del 2%, la colocación de los muros puede comenzar después de 36 horas del vaciado del concreto.

Toda la mampostería deberá colocarse a plomo y estrictamente de acuerdo con los alineamientos indicados en los planos. Las hiladas deberán quedar niveladas y exactamente espaciadas, con las esquinas bien definidas y a plomo y tendidas en tal forma que las juntas en cada una se alternen con las de las hiladas adyacentes.

Todos los ladrillos deberán mojarse antes de su colocación e irán apoyados en toda su superficie sobre capas de mortero y con juntas de extremos y de lado hechas simultáneamente y de espesor no inferior a 1 cm, ni superior a 1.25 cm. Las superficies ocultas que vayan adosadas a obras de concreto o a prefabricados, deberán irse rellenando con mortero a medida que vayan siendo colocadas las diferentes hiladas.

Las caras y juntas deberán dejarse ásperas a fin de asegurar una buena adherencia del pañete de mortero. Debe tenerse especial cuidado en dejar al ras las uniones de la superficie interior de las estructuras en ladrillo. En todos los casos, la obra debe hacerse con una ligazón buena y completa de acuerdo con los detalles de los planos. Toda la obra de terminación reciente debe protegerse contra daños y si la calidad normal de la misma fuera alterada por cualquier causa y en cualquier momento, el Contratista deberá corregir tal irregularidad en forma satisfactoria, reemplazando la parte defectuosa si es necesario.

A menos que el Interventor ordene otra cosa, toda la obra de terminación reciente y no cubierta inmediatamente con tierra, deberá mantenerse húmeda, rociándola con

agua, hasta que el mortero haya fraguado y desaparezca el peligro de que se agriete con el sol.

Las paredes interiores de las estructuras de ladrillo deben pañetarse con mortero con el fin de obtener superficies lisas e impermeables sobre la mampostería de ladrillo.

Para la construcción de cámaras de inspección en ladrillo, éste se colocará radialmente sobre una cama uniforme de mortero, teniendo en cuenta que la anchura de las juntas interiores del ladrillo colocado en esta forma no pase de 1 cm.

Siempre que ello sea necesario, los muros recién colocados deben soportarse y acodalarse hasta que se haya obtenido el fraguado necesario para lograr la resistencia especificada.

Al terminar el trabajo, todas las concavidades de las juntas de mortero defectuosas deben resanarse.

Para pegar el ladrillo, el mortero consistirá de una parte en volumen de cemento y dos y media partes en volumen de arena.

El mortero para pañetes consistirá de una parte en volumen de cemento y una y media partes en volumen de arena.

El ladrillo deberá estar constituido por material arcilloso de buena calidad y debe ser recocido.

Todos los ladrillos que se empleen en las obras deben estar completos, con aristas rectas y sin desportilladuras y deben producir un sonido claro y resonante cuando se les golpee uno contra otro; su calidad debe ser uniforme y se someterán a la aprobación del Interventor antes de utilizarlos en la obra; sus caras serán superficies rectangulares cuyas dimensiones serán aquellas que se muestren en los planos con una tolerancia de más o menos 1 cm.

Todos los ladrillos se ajustarán a los requisitos de la especificación ASTM, designación C-62.

Cuando los planos especifiquen que algunos tramos o secciones de las estructuras en mampostería de ladrillo se deban ejecutar con ladrillo perforado, se utilizarán los ladrillos indicados en los planos, colocados de acuerdo con las normas anteriormente indicadas, con la excepción de que estos tramos y secciones no llevarán ningún tipo de pañete.

MEDIDA

Los muros en ladrillo se medirán tomando como medida el metro cuadrado con aproximación a un decimal. En esta medida se incluirán los tramos ejecutados con ladrillo perforado.

El concreto para la tapa y placa se medirá de acuerdo con lo estipulado para la medida de concretos en la sección 4.02.

El acero de refuerzo de la tapa y el utilizado en los escalones se medirá de acuerdo con lo estipulado para la medida de ACERO DE REFUERZO en la sección 4.03.

Los elementos embebidos dentro de los muros, tales como tubería y accesorios de PVC, de gres, etc, se medirán de acuerdo con lo estipulado en las secciones correspondientes.

PAGO

Los trabajos realizados para la construcción de las estructuras en mampostería de ladrillo se pagarán al Contratista a los precios especificados para el ítem en el formulario de precios. Este precio debe incluir todos los costos debidos al suministro de toda la planta, materiales, equipo, mano de obra, pañetes, etc., y los necesarios para ejecutar el trabajo de acuerdo con los planos y las especificaciones.

El concreto de la tapa y placa de los pozos, cajas de inspección y sumideros se pagarán de acuerdo con lo especificado en la sección 4.02 CONCRETOS.

El acero de refuerzo y los escalones se pagarán de acuerdo con lo especificado en la sección 4.03 ACERO DE REFUERZO.

Los aros y contraaros en H.F para los pozos de inspección en vías vehiculares se pagarán de acuerdo con lo especificado en la sección 5.12 ACCESORIOS DE HIERRO FUNDIDO.

Los elementos embebidos se pagarán de acuerdo con lo especificado en las secciones correspondientes.

5. JUNTAS CON CINTA POLIVINILO

GENERALIDADES

La presente norma se refiere al suministro e instalación de cinta de polivinilo para el sellamiento de juntas de construcción, expansión y contracción.

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

La cinta consistirá en una tira termoplástica de cloruro de polivinilo, construida de acuerdo con la norma ASTM D-2240, elástica, flexible, de resistencia mínima a la tensión de 150 kg/cm², de coeficiente mínimo de alargamiento a la rotura de 300%, de resistencia al corte de 60 kg/cm², para presiones de trabajo de hasta 20 kg/cm².

Las cintas para juntas de expansión y contracción que acepten movimientos, deberán tener una sección que permita el alargamiento mediante deformación no elástica ni plástica.

INSTALACION

Las cintas serán instaladas en las juntas de acuerdo con las indicaciones del fabricante y los detalles de los planos, en los sitios indicados en ellos y donde el Interventor lo señale. Cuando se indique, las juntas verticales y horizontales de construcción llevarán cintas de 10 o 15 cm para pequeños movimientos; las juntas de dilatación llevarán cintas de 22 cm para mayores movimientos.

La cinta se coloca centrada en todo el perímetro de la estructura de tal forma que la mitad de ella quede embebida en el concreto del primer vaciado y la otra mitad en el siguiente.

No se permiten los traslapos; cuando sea necesario hacer uniones, se recortan los extremos de las cintas a unir para crear una sección de pega uniforme, se colocan a tope los extremos y entre ellos se desliza una espátula o llana caliente para que el PVC se funda. Inmediatamente se presionan los extremos que han sido calentados y en caso de que aparezcan poros en la unión, nuevamente se calienta la espátula para cerrarlos.

MEDIDA

Las juntas se medirán por metro lineal para cada ancho y tipo de cinta consignado en el formulario de cantidades y precios.

PAGO

El precio unitario incluirá el costo de la cinta; el igas o similar, los materiales y accesorios, la mano de obra y demás costos directos e indirectos que se ocasionen al efectuar las operaciones de construcción de la junta de acuerdo con los planos y las instrucciones de la Interventoría.

El precio incluye, para las juntas de construcción, el costo del igas o similar y su colocación, o el sellador elástico de 2 componentes con base en polisulfuro, cuando este último se especifique.

El precio para las juntas de dilatación incluirá el costo de caucho espuma de 3/4", sellador elástico de 2 componentes con base en polisulfuro (cuando se especifique), icopor o similar, el costo del igas o similar y su colocación, todo de acuerdo con los detalles de los planos y las instrucciones de la Interventoría.

6. OBRAS DE URBANISMO

GENERALIDADES

La presente especificación se refiere a los trabajos necesarios para la construcción de obras de urbanismo tales como sardineles, canaletas, andenes, etc., que formen parte de un sistema para control de aguas lluvias, o como complementación de las obras que deban ejecutarse en un proyecto específico.

MATERIALES

Las obras de urbanismo se construirán con concreto clase 6, de $f'c=2500$ psi. La preparación y colocación del concreto deberá ajustarse a los requisitos dados en la sección 5.4.02 CONCRETO, de estas especificaciones.

CONSTRUCCION

Para la construcción de las obras de urbanismo deberá conformarse el piso donde irá cimentada la estructura de acuerdo con la sección indicada en los planos, teniendo especial cuidado en retirar todo el material orgánico presente.

La construcción de la obra de urbanismo se hará de acuerdo con la disposición de las juntas que se señalen en los planos. Estas deberán rellenarse con asfalto líquido o cualquier otro material de tipo bituminoso.

MEDIDA

Para fines de pago, las obras de urbanismo se medirán de la siguiente manera:

1.	Sardineles:	metro lineal
2.	Canaletas:	metro lineal
3.	Andenes:	metro cuadrado

PAGO

Las obras de urbanismo se pagarán al Contratista a los precios unitarios consignados por éste en el formulario de precios y cantidades de obra para los ítems:

1. Construcción de sardineles en concreto de 2500 psi
2. Construcción de canaletas en concreto de 2500 psi
3. Construcción de andenes en concreto de 2500 psi, $e= 0.10$ m

Este precio deberá incluir la conformación y arreglo de piso, toda la mano de obra, equipo, suministro de materiales, costos directos e indirectos en que se deba incurrir el Contratista para la correcta ejecución de las obras objeto de esta especificación.

VARIOS

1. ACCESORIOS DE HIERRO FUNDIDO

GENERALIDADES

En este grupo están incluidos los accesorios a colocar en las conducciones hidráulicas y de drenaje así como pasamuros, compuertas, válvulas, aros y contra-aros para tapas de pozos y compuertas de charnela.

LISOS Y DE BRIDA

Se refiere a los accesorios de hierro fundido consistentes en cruces, tees, codos, reducciones, tapones, etc., relacionados en el formulario de cantidades y precios y de acuerdo a las especificaciones estipulados en los planos de diseño.

El material de los accesorios será hierro fundido gris de acuerdo con la especificación ASTM A-126-61 T.

El exterior de los accesorios deberá cubrirse con una capa de pintura bituminosa de base asfáltica o alquitrán mineral (coaltar), de aproximadamente 1 mm de espesor. Se aplicarán dos capas de pintura bituminosa a la parte exterior de todos los accesorios y su período de secamiento deberá ser menor de 48 horas.

Una vez terminado el recubrimiento, será continuo y liso, adherido fuertemente al accesorio, y no será, ni pegajoso cuando esté expuesto al sol, ni quebradizo cuando esté frío.

Al interior de los accesorios se aplicarán dos capas de pintura bituminosa semejante a la aplicada en la parte exterior, y el espesor del recubrimiento será tan grueso como sea práctico, siendo el mínimo de 1 milímetro. El secamiento del recubrimiento tendrá lugar en menos de 48 horas y no deberá producir olor o sabor objetables al agua que esté en contacto con el recubrimiento.

Las superficies maquinadas no tendrán recubrimiento.

Para la aceptación de los accesorios se llevarán a cabo los siguientes ensayos:

Ensayo a Presión Hidrostática

Los ensayos para todos los diámetros son para una presión de trabajo de 10.5 kg/cm² (150 psi) y deberán probarse hidrostáticamente en fábrica a 21.1 kg/cm².

Los accesorios se marcarán en letra de relieve de 2mm de alto, dando la siguiente información:

- Nombre del Fabricante
- Diámetro Nominal

- Clase de presión
- Grado de curvatura para los codos

Se tendrá en cuenta las tolerancias especificadas en la norma ANSIA-2110.

Los accesorios estarán de acuerdo con las especificaciones ANSIA-21-10 CAST IRON FITTING.

Los accesorios deberán estar capacitados para su conexión a tubería u elemento según lo mostrado en el diseño.

VALVULAS DE HF DE COMPUERTA Y EXTREMOS LISOS O DE BRIDA

Se suministrarán válvulas de hierro fundido, con vástago de extensión no elevable y cajas fijas para las mismas, con los diámetros indicados en los planos, y montados en bronce de doble disco, asientos paralelos, vástagos no ascendentes, apertura en sentido contrario a las manecillas del reloj, el cual estará debidamente marcado con la flecha en alto relieve y cumplirán con todas las especificaciones pertinentes a la norma AWWA C-500. El cuerpo de las válvulas vendrá con extremos lisos.

Todas las válvulas deberán ser probadas a una presión de 21 kg/cm² (300 psi) para una presión de trabajo de 10.5 kg/cm² (150 psi).

Las válvulas vendrán protegidas con una capa de pintura bituminosa y debidamente protegidas para evitar el deterioro.

Las válvulas serán de extremos según requerimientos del proyecto.

INSTALACION

El Contratista deberá ejecutar los trabajos que sean necesarios para el manejo cuidadoso, transporte, colocación, acople y puesta en funcionamiento de los accesorios a que se refiere la presente especificación, trabajos ejecutados de acuerdo con los planos y en general de acuerdo con las instrucciones de la Interventoría.

En caso de que las válvulas, compuertas y accesorios no funcionen correctamente, el Contratista deberá removerlos y volverlos a instalar a satisfacción de LA CORPORACION sin que ella tenga que reconocer costo adicional alguno.

En los sitios donde sea necesario hacer reparaciones en el concreto para fijar elementos, pernos de anclaje, etc., deberán hacerse teniendo en cuenta lo especificado en el numeral 4.02.15

COMPUERTAS DE CHARNELA

Se refiere a las válvulas de compuerta que se utilizan para control de olores en las entregas de los sumideros a sistemas de alcantarillado combinado.

La fabricación e instalación de dichas compuertas se hará de acuerdo con los datos consignados en los planos y con las indicaciones de la Interventoría.

Una vez instaladas, y antes de ser recibidas por la Interventoría, debe verificarse que hayan sido protegidas completamente con una capa de pintura bituminosa, como la especificada en el numeral 5.12.02; que sus partes móviles hayan sido debidamente engrasadas; y en general, constatar su perfecto estado de funcionamiento .

AROS Y CONTRA-AROS PARA TAPAS DE POZOS

Se refiere a los aros y contra-aros en hierro fundido, utilizados para la fabricación y soporte de las tapas para pozos de inspección de sistemas de alcantarillado en vías vehiculares.

La fabricación e instalación de dichos aros y contra-aros, así como de la tapa, se hará de acuerdo con los datos consignados en los planos y con las indicaciones de la Interventoría.

La instalación del contra-aro debe hacerse cuando la placa del anillo del pozo no haya fraguado aún, de tal manera que se produzca una adecuada adherencia. Debe verificarse que quede perfectamente nivelada, y que el apoyo para el aro sea completamente uniforme en toda su longitud, para garantizar la vida útil de la tapa.

MEDIDA

La unidad de medida, para efecto de pago, para el suministro e instalación de compuertas, válvulas, pasamuros, accesorios de HF, compuertas de charnela, y aros y contra-aros para tapas de pozos, será por unidad instalada correctamente para su puesta en operación.

El concreto y el acero requeridos para la fabricación de las tapas para pozos de inspección, serán medidos de acuerdo con lo especificado en las secciones 4.02 CONCRETO y 4.03 ACERO DE REFUERZO, respectivamente.

PAGO

Las unidades medidas de acuerdo con el numeral 5.12.07 serán pagadas a los precios unitarios pactados para cada uno de los ítems discriminados en el formulario de precios y cantidades de obra. Estos precios deberán cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, equipos y mano de obra para instalación, pruebas y demás costos directos e indirectos que se ocasionen en la correcta instalación de cada unidad, a entera satisfacción de la Interventoría.

El concreto y el acero requeridos para la fabricación de las tapas para pozos de inspección, serán pagados por separado, de acuerdo con lo especificado en las secciones 4.02 CONCRETO y 4.03 ACERO DE REFUERZO, respectivamente.

2. BARANDAS U ESCALERAS METALICAS

GENERALIDADES

Esta norma se refiere a la construcción de las barandas u escaleras metálicas mostradas en los planos, que deberán ser instaladas a la intemperie.

MATERIALES

Las barandas y escaleras metálicas serán construidas en tubería y accesorios de 1½" de hierro galvanizado, de acuerdo con las dimensiones consignadas en los planos. El empotramiento de las barandas será de 0.30 m, con base de platina de 0.20 x 0.20 m x 3/16" para anclajes.

MEDIDA

Las barandas metálicas se medirán por metro lineal, cuando no se hallen incluidas específicamente en otros ítems. Las escaleras metálicas se medirán por unidad.

PAGO

El pago incluirá el suministro de la tubería y los accesorios requeridos para definir su forma y garantizar su perfecto funcionamiento.

El precio deberá incluir la instalación todos los materiales, los anclajes, la colocación, las soldaduras, la mano de obra; la pintura con anticorrosivo, (dos manos iniciales como imprimante), la posterior aplicación de dos manos de pintura esmalte mate sintético color amarillo limón "in situ" u otro que exija la interventoría, los costos directos e indirectos; y en general, todos los costos en que deba incurrir el Contratista para la construcción de las barandas metálicas, de acuerdo con estas especificaciones.

3. ACCESORIOS DE ACRILICO

GENERALIDADES

Están incluidos en esta especificación todos los elementos en acrílico mencionados en los planos, así como láminas para vertederos, canaletas y extremo de las mismas y compuertas rectangulares en los extremos de campanas.

CALIDAD

Los elementos de acrílico deben ser fabricados con materia prima de primera calidad a partir del Monómero de Metil Metacrilato 100% puro, con las dimensiones indicadas en los planos.

MEDIDA

La unidad de medida para efecto del pago por suministro e instalación de los elementos en acrílico será el que figure en el formulario de cantidades de obra e instalada correctamente para su puesta en operación.

PAGO

Las unidades medidas de acuerdo con el numeral 5.17.03 serán pagadas a los precios unitarios pactados para cada uno de los ítems discriminados en el formulario de precios y cantidades de obra y este deberá cubrir todos los costos de suministro, transporte, manejo, almacenamiento, accesorios, equipos y mano de obra para instalación, pruebas y demás costos directos e indirectos que se ocasionen en la correcta instalación de cada unidad, a entera satisfacción de la Interventoría.

4. BARANDAS METALICAS PARA VIAS

GENERALIDADES

La especificación se refiere al suministro e instalación de las barandas metálicas mostradas en los planos, para ser instaladas en las vías señaladas, donde la Interventoría lo indique.

MATERIALES

El análisis unitario debe incluir la defensa curva, terminal, poste, pernos, tuercas y pintura.

MEDIDA

Las barandas metálicas en vía se medirán por metro lineal.

PAGO

El pago incluirá el suministro de todos los materiales y accesorios requeridos para instalar en perfecto estado de funcionamiento, las barandas metálicas para protección

vial. Es requisito para el pago, la ejecución de las actividades de acuerdo con esta especificación y el recibo de las mismas a satisfacción de la Interventoría.

5 . UNIDAD GEOMEMBRANA

Tiene como función disponer la impermeabilización del tanque de aeración, instalando la geomembrana sobre una capa de arena en la parte plana y/o material areno arcilloso en la parte con pendiente, de 10 cms de espesor y según proporciones aprobadas por la interventoría designada. Sobre esta capa compactada se instalará geotextil no tejido tipo NT 2000 o similar y la geomembrana de espesor 2 mm. Se incluye la protección de la geomembrana en el área de piso sobre el cual se van a instalar los módulos de aire, la cual se hará con un piso de mortero de relación cemento-arena 1:2 **debidamente modulado (con dilataciones plásticas)** y de 5 cm de espesor, reforzado con malla de 5 mm de diámetro cada 15 cms en ambos sentidos.

GENERALIDADES

Se deberá tener en cuenta la estagráfia del suelo para implementar el sistema de abatimiento de nivel freático, durante el proceso de instalación y prueba del geotextil y la geomembrana. Será por cuenta del contratista las mejoras al sistema existente para el abatimiento del nivel freático y lo será hasta el llenado, pruebas y entrega a entera satisfacción del contratante. El PROPONENTE al ofertar, y el CONTRATISTA al ejecutar los trabajos, podrá presentar alternativas para la base sobre la cual se instalará el geotextil y la geomembrana. La aceptación y/o ejecución de las alternativas presentada estará sujeta al estudio y aprobación de la Interventoría designada por la CDMB. El considerar y estudiar una o varias alternativas no compromete a la CDMB con su aprobación.

Instalación.

Despliegue de Geomembranas

En líneas generales, el despliegue debe ejecutarse en el sentido de máxima pendiente de la superficie, no aceptándose soldaduras horizontales en taludes. El traslape debe estar comprendido entre 7 cm y 15 cm según el tipo de soldadura, para asegurar que los excedentes a ambos costados de la línea de soldadura son suficientes para ser sometidos a ensayos destructivos y que la fusión sea ejecutada completamente en el interior del traslape.

Superficie de Apoyo

La superficie deberá ser lisa y sin elementos que puedan perforar o cortar la geomembrana, nivelada en forma continua y uniforme; sin cambios abruptos de

pendiente. La superficie de apoyo debe estar compactada, generalmente se considera una compactación igual ó superior al 90% del Proctor Modificado, de manera tal que evite asentamientos diferenciales que puedan inducir deformaciones importantes a la geomembrana. Para revestimientos de estructuras de hormigón, se aplica el mismo concepto pero además evitando los cantos angulosos y terminaciones gruesas que puedan dañar la membrana.

Anclaje de Geomembranas

Anclaje de geomembranas a hormigón

Para el revestimiento de hormigones y otros elementos de construcción, se utilizan perfiles de polietileno (Polylock) que se instalan con el objetivo principal de posibilitar la ejecución de una soldadura entre el perfil y la geomembrana, y de esta manera, asegurar el sello impermeable.

Soldadora de termofusión por cuña caliente

Unión por termofusión en el área de traslape de paneles por medio de una máquina autopropulsada, provista de dos rodillos entre los cuales se encaja el traslape de las geomembranas a unir

La aplicación de temperatura se produce antes de los rodillos, mediante una cuña calefactora, a medida que la soldadora avanza propulsada por los rodillos, estos presionan las partes calentadas por la cuña logrando dos líneas de soldadura paralelas separadas por un área libre que constituye el denominado "canal de aire".

Tanto la temperatura, como la presión de contacto de las geomembranas y la velocidad de avance de los rodillos son ajustadas mediante controles independientes en la soldadora.

La selección de los parámetros de soldadura las realiza el operador según el tipo de polímero que conforma la geomembrana y las condiciones ambientales, además del espesor de las láminas a unir, entre otras variables.

Control de Calidad

Por parte de la interventoría se realizará el control de calidad de los materiales a utilizar en esta unidad. Se seguirán las normas técnicas establecidas y utilizadas comúnmente para controlar propiedades de la geomembrana como: el espesor, propiedades de tensión, resistencia al punzonamiento, resistencia al desgarrar, ofrecidas por el fabricante. Entre las normas que se pueden aplicar se encuentran ASTM D 5199:95, ASTM D 4833:88, ASTM D 5261:92 y las que la interventoría desee utilizar con el fin de garantizar la calidad de la geomembranas y geotextiles. Una vez ejecutada la línea de soldadura y antes de realizar la extracción

de los testigos para ensayos destructivos, la estanqueidad del sistema en las zonas de unión debe ser comprobada por medio de ensayos no destructivos.

A diferencia de los ensayos no destructivos, que tienen como objetivo determinar la estanqueidad de todas las uniones del revestimiento, los ensayos destructivos sirven para evaluar estadísticamente la calidad de las soldaduras. Los ensayos son ejecutados en probetas cortadas directamente desde el revestimiento recién unido, ya sea por extrusión o por cuña caliente. Para ambas uniones los ensayos son de dos tipos:

Corte : Consiste en someter la unión entre las láminas de la probeta de ensayo a un esfuerzo de corte directo ejecutado a una velocidad determinada. Para esto, se fijan los extremos (respecto al eje de soldadura) a las respectivas tenazas del tensiómetro y se procede con el ensayo. Una vez finalizado el ensayo se registra la máxima resistencia de la probeta y se indica si la falla se produjo fuera o en la soldadura.

Desgarre : El procedimiento es semejante en metodología y condición de aprobación al ensayo de corte. Su diferencia radica en que para someter a desgarre la soldadura, los extremos de la probeta, asidos por las tenazas, corresponden a las láminas ubicadas a un mismo extremo de la soldadura. La aprobación de la probeta requiere que la eficiencia al desgarre iguale o exceda las especificaciones de construcción. Este ensayo es ejecutado para ambos extremos de la probeta en el caso que la unión esté provista de canal de aire.

El control de los concretos y refuerzo utilizado en el piso de protección de la geomembrana en el área donde se instalarán los módulos de aeración, se hará según los ítems **4.02 y 4.03** de estas especificaciones.

Composición y Materiales

- Mejoras a la red de drenaje existente para abatir el nivel freático, las cuales serán totalmente por cuenta del CONTRATISTA.
- construcción de la base de soporte en arena lavada, sin cernir, sin rastros de material orgánico.
- Suministro e instalación de geotextil no tejido de al menos 250 g/m².
- Suministro e instalación de geomembrana de al menos 2,0 mm de espesor, elaborada con material en polietileno de alta densidad PEAD, laminado en capas con material virgen en todo el perfil de contacto con el suelo y agua. El traslapo de soldadura deberá ser de al menos 100 mm, con canal de aire para prueba de estanquidad.

Operación

Una vez instalada la geomembrana quedara sometida a las presiones hidráulicas y a la adaptación de los equipos metálicos en su superficie. En el piso será construida una una protección con concreto de 3000 psi de 5 centímetros de

espesor, debidamente modulado con juntas de dilatación y con un refuerzo mínimo de malla de 5 mm con separación de 15 cms en ambos sentidos.

Limites de suministro

La nivelación con arena limpia en una capa de promedio 10 cms de espesor, sobre el cual se instalará el geotextil y la geomembrana, su compactación, suministro e instalación de geotextil y geomembrana, mejoramiento del sistema de drenajes y pozos existentes, bombas de drenaje y otros equipos requeridos, tuberías adicionales de drenaje, anclado de la geomembrana en el perímetro del tanque, en muros y estructuras de concreto, serán por cuenta del CONTRATISTA. El CONTRATISTA tendrá que suministrar e instalar la geomembrana inclusive en la interferencia con las partes de concreto hasta el nivel que garantice la estanqueidad del sistema. Las estructuras de concreto no podrán quedar en contacto directo con el flujo, sino que debiera llevarse su protección con geomembrana hasta un nivel superior del que tenga el agua en depósito. Se realizarán pruebas correspondientes de estanquidad de todas las soldaduras y pruebas del sistema de drenaje. El contratista construirá sobre la geomembrana una placa modular en concreto reforzado de 3000 psi con dilataciones plasticas. La placa tendrá 5 cms de espesor y con un área de aproximadamente 1300 m2 sobre la cuál se proyecta instalar los módulos para el sistema de aeración.

Requisitos Mínimos de suministro

El CONTRATISTA será el único responsable por el suministro, instalación, pre-operación y eventuales ajustes de la unidad, la cual deberá operar según los parámetros de proyecto, con el suministro de todos los diseños finales de las instalaciones ~~as~~ built+, manuales y entrenamientos correspondientes y lista de materiales, piezas y productos recomendables para ser almacenados como repuestos.

La unidad será considerada entregada, con la emisión del acta de entrega, ofrecida por el Contratante. Todos los términos no contemplados en este documento deberán ser previamente discutidos y aprobados por el Contratante, técnica y financieramente.

No serán aceptados los cobros posteriores sobre productos o servicios adicionales aplicados en la unidad sin el consentimiento expreso por escrito del Contratante, cuyos costos recaerán automáticamente en el CONTRATISTA.

Todo y cualquier seguro, sea de equipos, personal, civil, etc., serán de responsabilidad del CONTRATISTA.

MEDIDA

Los volúmenes de la capa de arena compactada de 10 cms de espesor y autorizada por el Interventor como base para soportar el geotextil y la geomembrana, se determinarán para efectos de pago tomando como unidad de medida el metro cúbico de arena compactada, con aproximación de un decimal Tanto el suministro e instalación de geotextil y geomembrana, se medirá por metro cuadrado de superficie

realmente protegida, con aproximación a un decimal. La losa de protección en mortero 1:2 y de 5 cm de espesor, se medirá en metros cúbicos. El refuerzo suministrado e instalado se medirá en kilogramos.

Se debe incluir en los precios de los ítems citados el suministro e instalación de arena, geotextil, geomembrana, mortero 1:2, refuerzo, pruebas, instrucción o entrenamiento a personal de la CDMB y manuales de operación y/o mantenimiento. Algunos ítems de las cantidades de obra o de estas especificaciones establecen requerimientos o cumplimientos especiales para el recibo a entera satisfacción de la EMPAS S.A.

PAGO

Para efectos de pago solo se definen los siguientes ítems:

Suministro y compactación de capa de Arena $e=0.10$ m

Geotextil no tejido tipo NT 2000 o similar.

Geomembrana de $e=2$ mm resiste a aguas residuales.

Mortero 1:2 para piso de protección de la geomembrana..

Refuerzo en Malla electrosolda de 60000 psi

El pago incluirá el suministro de todo el personal, infraestructura, materiales equipos, accesorios requeridos para instalar en perfecto estado de funcionamiento, el geotextil, la geomembrana, la estructura de apoyo en material granular u otro aprobado por la interventoría, la losa de protección de la geomembrana, anclajes que se requieran para llevar a cabo la impermeabilización del tanque de aeración. Se incluye el manejo de aguas o abatimiento del nivel freático.. Es requisito para el pago, la ejecución de las actividades de acuerdo con esta especificación y el recibo de las mismas a satisfacción de la Interventoría. Todo el costo de los trabajos especificados en esta sección, deberá estar cubierto por los precios unitarios cotizados por el Contratista en su propuesta.

6. ELEMENTOS EN PRFV

GENERALIDADES

Se refiere esta especificación al suministro e instalación de los elementos detallados en los planos, previstos en polyester reforzado con fibra de vidrio.

MATERIAL

Las unidades solicitadas deben ser fabricadas con las dimensiones mostradas en los planos, en su totalidad en resina poliéster bisfenólica modificada, reforzada con fibra de vidrio tipo matt multidireccional de 450 gramos/m² como estructura y wduen roving de 850 gramos/m² como fibras de refuerzo o similares, fabricado bajo las normas ASTM D4097 con factores de seguridad mínimos 10:1.

Para los reactores UASB y canales de efluentes, las cubiertas deberán ser tipo domo peatonal de arco en dos direcciones, de espesor 8.0 mm $w = 13.2 \text{ kg/m}^2$, con faldón para apoyar dentro de canal de sello hidráulico. Fabricada totalmente en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV), con estructura tipo sándwich con fibra rigidizante de poliéster ortofálico. Deben incluir ganchos y tornillería para sello hidráulico, los ganchos deben ser de acero inoxidable AISI 304, acabado 2B y la tornillería de ajuste de estos sellos será tipo tornillo de anclaje de $\frac{1}{2}$ ”, también en acero inoxidable AISI 304.

MEDIDA

La unidad de medida para efecto de pago, del suministro e instalación, será la definida en el formulario de cantidades de obra y precios unitarios, instalada correctamente para su puesta en operación.

Las cubiertas tipo domo para reactores UASB y canales de efluentes se medirán por metro cuadrado en proyección al plano horizontal, y teniendo en cuenta el área estipulada en los planos. Por lo anterior, el CONTRATISTA deberá considerar en el análisis del precio el desarrollo para arco y faldón.

PAGO

Las unidades medidas de acuerdo con el numeral 0 serán pagadas al precio unitario pactado para el ítem del formulario de precios y cantidades de obra, y éste deberá cubrir todos los costos de suministro, anclajes, soportes y demás elementos de fijación, transporte, manejo, almacenamiento, equipos y mano de obra para instalación, pruebas y demás costos directos e indirectos que se ocasionen en la correcta instalación de cada unidad a entera satisfacción de la Interventoría.

VI . UNIDAD DE LODOS Y DECANTACION

ESPECIFICACIONES PARTE MECANICA

GLOSARIO

BIOSÓLIDOS. Lodos procesados procedentes del tratamiento de aguas residuales domésticas. Obtenidos en una planta especializada, generalmente conocida como planta de lodos. Contienen materiales orgánicos ricos en nutrientes para las plantas, y que poseen mediano poder calorífico. Pueden reciclarse como fertilizantes, o usarse como combustible. Deben obtenerse bajo estrictos controles sanitarios y ambientales, y usarse o disponerse de conformidad con las disposiciones reglamentarias. Tienen olor distintivo según tipo de proceso de obtención: algunos tienen olor ligero a humedad y amoníaco; otros tienen un olor más fuerte que puede resultar molesto para algunas personas. La mayoría de los olores provienen de compuestos de azufre y amoníaco, que son los compuestos que actúan como nutrientes para las plantas.

DISEÑO (DE INGENIERIA). Generación y evaluación sistemática de especificaciones de organizaciones, procesos, métodos, objetos, productos, o servicios; cuyas formas y funciones alcanzan objetivos establecidos dentro de restricciones y limitaciones de tiempo, dinero, impacto social e impacto ambiental. Existen tres etapas en el diseño: diseño conceptual, preliminar y detallado.

DISEÑO CONCEPTUAL. Generación de conceptos o esquemas de alternativas para la solución de un problema o satisfacción de una necesidad. Realizado a partir del planteamiento del problema o necesidad, junto con las restricciones y limitaciones de la solución, los requerimientos del cliente y/o usuario y las funciones a desempeñar. Usa como referencia y fuentes de solución productos y servicios competitivos. Tiene como tareas establecer especificaciones para el diseño y generar alternativas de diseño. Se ayuda con especificaciones de desempeño, despliegue de la función calidad, y/o tablas morfológicas. Acude a técnicas de lluvia de ideas, sinéctica, analogía, Benchmarking, y/o Ingeniería Inversa. Presenta como resultados diseño(s) o esquema(s) conceptual(es), y especificaciones para el diseño.

DISEÑO DETALLADO. Afirmación y definición detalladas del diseño final a partir de los correspondientes diseños conceptual y preliminar. Realizado a partir del diseño seleccionado, y los resultados de evaluaciones y pruebas. Usa como referencia códigos de diseño; leyes; reglamentos; y, especificaciones de organizaciones, procesos, sistemas, equipos, componentes y partes. Tiene la tarea afinar y optimizar el diseño seleccionado. Acude a técnicas de dibujo y diseño asistido por computador (CADD), e ingeniería asistida por computador (CAE). Usa herramientas de

mejoramiento o afinamiento tales como revisiones formales, audiencias publicas (si aplicable), prueba beta (prueba piloto) Presenta como resultados detalles y especificaciones técnicas del producto o servicio propuesto según revisión final del diseño por el cliente.

DISEÑO PRELIMINAR. Identificación de los atributos principales de los conceptos o esquemas de alternativas. Realizado a partir de diseño(s) o esquema(s) conceptual(es) y especificaciones para el diseño elaborados en el diseño conceptual. Usa como referencia o fuentes reglas empíricas, modelos simples, y relaciones científicas, tecnológicas y técnicas conocidas. Tienen la tarea de modelar, analizar, probar y evaluar diseño(s) conceptual(es). Usa las técnicas de árbol de objetivos ponderados, y cuadro de comparación por pares. Se ayuda con definición de sistemas de medición, experimentos de laboratorio, desarrollo de prototipos, simulación y análisis por computador, y prueba de comprobación de conceptos. Presenta como resultados un diseño seleccionado, y datos y análisis de pruebas y evaluación.

ESPECIFICACIONES TECNICAS. Parámetros cualitativos o cuantitativos traducción de los objetivos de un proyecto, y usados para describir y controlar los objetivos de la ejecución del proyecto o el alcance de los trabajos. Estas especificaciones se establecen según restricciones y limitaciones del proyecto; y tienen significado según contexto técnico, administrativo, económico, financiero, legal, social y ambiental del proyecto. Existen cuatro tipos de especificaciones técnicas: 1) Especificaciones prescriptivas: establecen atributos a satisfacer por el objeto o servicio; 2) Especificaciones procedimentales: identifican métodos específicos para calcular u obtener atributos y/o comportamiento del objeto o servicio; 3) Especificaciones funcionales: establecen que debe realizar o hacer el objeto / servicio; y, 4) Especificaciones de desempeño: caracterizan nivel del comportamiento deseado del objeto o servicio.

EQUIPO. Conjunto de partes y sistemas mecánicos, eléctricos, electromecánicos y electrónicos para un uso particular o para la ejecución de una actividad humana, en este caso los procesos y operaciones unitarios de una planta de tratamiento de aguas residuales.

EQUIPOS MAYORES. Equipos que realizan directamente o contribuyen a realizar en mayor cuantía los procesos y operaciones unitarios del tratamiento del influente y el procesamiento de subproductos. Estos equipos son de diseño y construcción de empresa especializadas en el ramo, la mayoría localizadas en el extranjero.

EQUIPOS MENORES. Equipos que contribuyen a realizar en menor cuantía los procesos y operaciones unitarios del tratamiento del influente y el procesamiento de subproductos. En la mayoría de los casos, estos equipos son comerciales (disponibles en el mercado local, regional, nacional o internacional) y son también de diseño y construcción de empresa especializadas en el ramo.

INSTALACIONES DE SERVICIO. Canalizaciones o conducciones que llevan a las unidades de proceso y equipos, los servicios o flujos de materia y energía requeridos para realizar un objetivo, acción o tratamiento propuesto. Estos servicios incluyen energía eléctrica, señales de sensores, señales de control, influentes, efluentes, lodos, aire comprimido, biogás, olores, agua de proceso, agua de lavado, y agua de prensado.

MEMORIAS DE CALCULO. Documento complementario que presenta detalles acerca de cómo se hicieron los cálculos para determinar los resultados presentados y discutidos en el cuerpo de un informe de ingeniería. Este documento permite que el cuerpo del informe enfatice sobre interpretación y significado de los resultados sin anegar al lector con detalles de largos cálculos. El cuerpo del informe referencia estas memorias, de modo que el lector que desee conocer cómo se hizo un determinado cálculo, pueda consultar rápidamente la apropiada memoria. Adicionalmente, las memorias de cálculo sirven para documentar las razones de las decisiones tomadas al adoptar una determinada solución entre varias alternativas. El método de desarrollo de las memorias se adapta a la modalidad del proyecto o trabajo. Cada memoria parte de ciertos datos, y se orienta a obtener ciertos resultados, o demostrar que ciertas adopciones son adecuadas. Las memorias son claras y concisas y contienen: objetivo (o uso), alcance (o caso), hipótesis o premisas de calculo (o código de diseño), desarrollo del calculo, y conclusión. Las memorias están complementadas por gráficos o dibujos que muestran aspectos típicos del objetivo. Los gráficos son claros y esquemáticos (simples - simplificados)

MONTAJE. Acción de armar y/o colocar en sitio de operación una máquina o equipo

OPERACION UNITARIA. Método de eliminación de contaminantes en el agua residual mediante el uso o aprovechamiento de fenómenos físicos.

PROCESO. Secuencia ordenada de acontecimientos en el tiempo, de tal manera que cada uno es causa o requerimiento del siguiente. Etapas o fases de un fenómeno natural o artificial

PROCESO UNITARIO. Método de eliminación de contaminantes en el agua residual mediante el uso o aprovechamiento de fenómenos químicos y/o biológicos.

PROYECTO (DE INGENIERIA). Actividad eventual y temporal con claros objetivos y con resultados prácticos requeridos dentro de restricciones de tiempo, dinero, impacto social e impacto ambiental. Pueden clasificarse en proyectos de diseño, construcción, implementación, puesta en servicio, evaluación, mantenimiento y rehabilitación

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Modo de trabajar las aguas residuales para eliminar sus contaminantes, sometiéndolas a una secuencia de operaciones y procesos unitarios.

INTRODUCCION

Este documento y los planos relacionados y/o referenciados tienen por objeto especificar suministro y montaje de equipos e instalaciones de servicio para la ejecución de la primera etapa (caudal de 0.5 m³/s) y subsecuentes etapas (caudal mayor a 0.5 y hasta 2.0 m³/s) del proyecto de optimización, modificación y nueva integración de procesos en la PTAR Río Frío, Bucaramanga, Santander, Colombia. Las especificaciones y planos indican las condiciones de trabajo, planos, materiales, mano de obra, pruebas y manuales requeridos para la correcta ejecución y recibo a satisfacción de los trabajos. Todo lo anterior según alcance, acepciones y excepciones consignadas en el glosario y a lo largo del documento.

Básicamente el propósito de la ejecución del proyecto es cumplir con las normas sobre la calidad de los vertimientos domésticos municipales de la parte sur del área metropolitana de Bucaramanga. Esto se pretende lograr transportando el agua residual por unidades de procesos y operaciones localizadas en el área de la planta de tratamiento, para así disminuir el DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) y los TSS (Sólidos Totales Disueltos). Todo lo anterior según lo establecido por el Ministerio de Salud Pública mediante el Decreto 1594 del 26 de Julio de 1984 y el documento de Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico . RAS 2000+

El capítulo 8.1 presenta el alcance de los trabajos y las condiciones generales. Aquí se consigna definición y tipo de equipos, instalaciones y especificaciones técnicas. Las condiciones, legales y comerciales son como aparecen en el pliego general para la solicitud de ofertas o licitación.

El capítulo 8.2 contiene las normas aplicables. Por su parte los capítulos 8.3 a 8.5 presentan las especificaciones técnicas generales para equipos e instalaciones de servicio.

El capítulo 8.6 contiene las especificaciones particulares para las instalaciones de servicios y los equipos. Estas especificaciones se elaboraron según diseño conceptual y preliminar elaborados bajo la asesoría de la firma Brasmetano Indústria e Comércio Ltda, de Piracicaba, Estado de Sao Paulo, Brasil. Las especificaciones se presentan siguiendo el diagrama de bloques de las etapas del tratamiento y el diagrama de los procesos y operaciones unitarias del mismo.

Finalmente se presentan los anexos que comprenden memorias de cálculo, planos y catálogos de venta de equipos seleccionados o recomendados. Estas memorias y planos corresponden a equipos y componentes no disponibles comercialmente. Para el caso de los disponibles comercialmente, solo se hizo la selección según catálogos y hojas de datos, disponibles en papel o en Internet (online) y publicados por fabricantes y/o proveedores de los mismos.

8.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS Y CONDICIONES GENERALES

Este capítulo contiene el alcance de los trabajos a ejecutar y las condiciones generales a aplicar. Las condiciones son de carácter técnico (definiciones y acepciones) y algunas de carácter legal y comercial. Todas las condiciones técnicas, legales y comerciales contenidas en este capítulo se ciñen, acogen y complementan las similares condiciones de los pliegos de la solicitud de oferta o licitación.

8.1.1 ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Los trabajos incluidos en estas especificaciones comprenden el replanteo, construcción y prueba de las instalaciones de servicio; y, el suministro, montaje y prueba de los equipos para la primera etapa (caudal de 0.5 m³/s) y subsecuentes etapas (caudal mayor a 0.502 y hasta 2.01 m³/s) del proyecto de optimización, modificación y nueva integración de procesos de la PTAR Río Frío, Bucaramanga, Santander, Colombia, para entregar a entera satisfacción del CONTRATANTE: la CORPORACIÓN AUTONOMA DE LA DEFENSA DE BUCARAMANGA (CDMB).

EL CONTRATISTA deberá suministrar toda la supervisión, ingeniería detallada, planos de fabricación, mano de obra, equipo propio o alquilado, cargue, manejo y almacenamiento de materiales y equipos, trámites y gastos requeridos para construir, suministrar, montar, instalar y probar todas las instalaciones de servicio y los equipos descritos más adelante. Igualmente el CONTRATISTA deberá suministrar la supervisión, mano de obra, materiales y consumibles para el entrenamiento del personal designado por el cliente; y para la elaboración y entrega de todos los manuales de operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones de servicio.

El CONTRATISTA será el único responsable por el suministro, montaje, pruebas, pre-operación y eventuales ajustes de las unidades de proceso y relacionados equipos e instalaciones de servicio, los cuales deberá operar según los parámetros del proyecto, y las presentes especificaciones. Esta responsabilidad también incluye elaboración y entrega de planos ~~as built~~, entrenamiento al personal designado por la CDMB, y entrega de manuales de operación y mantenimiento con listas de recomendada de repuestos.

La ejecución de trabajos incluye todos los detalles, generalmente no mostrados en planos o especificaciones, pero necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, el logro de eficiencia y rendimiento de equipos y procesos, y la operación y mantenimiento correctos de la planta. Lo anterior como si estos detalles estuvieran contenidos en las especificaciones o mostrados en los planos.

Para los anteriores y todos los demás efectos, las especificaciones y planos son complementarios. Todo lo que aparezca en los planos, pero no aparezca en las especificaciones, o viceversa, deberá ejecutarse. En caso de dudas o incongruencia

entre especificaciones y planos deberá acudir a la Interventoría designada por la CDMB quien, previa las consultas técnicas y administrativas que el caso amerite, resolverá la duda o incongruencia en un término no mayor a tres días hábiles.

8.1.2 CONDICIONES GENERALES

8.1.2.1 Definición y tipo de equipos e instalaciones de servicio

Para todos los efectos de estas especificaciones y planos relacionados y referenciados, se establecen los siguientes tipos de equipos y de instalaciones de servicio:

- 1). Equipos mayores
- 2). Equipos menores
- 3). Equipos auxiliares
- 4). Instalaciones de servicio.

Además de las definiciones generales contenidas en el Glosario, para los anteriores tipos de equipos e instalaciones se presentan a continuación definiciones específicas que deberán aplicarse al alcance de los trabajos y las presentes especificaciones.

8.1.2.1.1 Definición de equipos mayores

Equipos mayores son aquellos que realizan directamente o contribuyen a realizar en mayor cuantía las operaciones y procesos unitarios del tratamiento del agua residual, y el manejo y procesamiento de subproductos [2, 3 y 5]. Estos equipos son de diseño y construcción de empresa especializadas en el ramo, la mayoría localizada en el extranjero.

El presente documento especifica los equipos mayores para conseguir los objetivos propuestos del tratamiento de las aguas residuales. No se consigna los fundamentos teóricos en que se basa su diseño mecánico; ni tampoco se presenta detalles necesarios para fabricación, operación y mantenimiento (planos de ingeniería de detalle; planos de taller; y, manuales de operación y mantenimiento).

Por lo anterior, para los equipos mayores, este documento establece la especificación y la obligación de seguimiento y cumplimiento por el PROPONENTE / CONTRATISTA de parámetros de diseño y/o funcionamiento y desempeño. Estos parámetros y especificaciones se elaboraron de acuerdo al diseño conceptual y preliminar, y a la revisión de fuentes de información comercial y técnica, la mayoría de los cuales se consignan en las referencias bibliográficas.

8.1.2.1.2 Definición de equipos menores

Equipos menores son aquellos que contribuyen a realizar en menor cuantía las operaciones y procesos unitarios del tratamiento del agua residual, y el manejo y procesamiento de subproductos. En la mayoría de los casos, estos equipos son comerciales (disponibles en el mercado local, regional, nacional o internacional) y son también de diseño y construcción de empresas especializadas en el ramo.

Algunos de estos equipos están disponibles en stock de fabricantes y distribuidores, y/o se fabrican bajo pedido por productores locales o nacionales. Dentro de los equipos menores están por ejemplo, compuertas, puentes grúas, diferenciales, puentes viajeros, gabinetes y aparataje para tableros de fuerza y control, bombas y motobombas para arena y lodos, ventiladores-extractores y compresores para aire y gases.

Para los equipos menores, este documento establece la especificación y la obligación de seguimiento y cumplimiento por el PROPONENTE / CONTRATISTA de parámetros de diseño y/o funcionamiento y desempeño. Como para el caso de los equipos mayores, estos parámetros y especificaciones se elaboraron de acuerdo al diseño conceptual y preliminar, y a la revisión de fuentes de información comercial y técnica, la mayoría de los cuales se consignan aquí.

Para el caso de algunos equipos menores no normalizados, o no muy comerciales, y/o para fabricar bajo pedido, se presentan planos conteniendo arreglo general, vistas y detalles principales. Tal es el caso de puentes grúas para compuertas de la unidad de pretratamiento, puente viajero del desarenador, puentes del tanque de aeración, puente giratorio del decantador y compuertas para canales.

8.1.2.1.3 Definición de instalaciones de servicio

Instalaciones de servicio son aquellas canalizaciones o conducciones que llevan a y/o sacan de las unidades de proceso y operación y de los equipos, los flujos de materia y energía requeridos para realizar el tratamiento propuesto. Estos servicios incluyen energía eléctrica, señales de sensores, señales de control, influentes, efluentes, lodos, aire comprimido, biogás, gases (con olores), agua de proceso, agua de lavado, y agua de prensado.

En la mayoría de los casos, las partes y componentes de estas canalizaciones o conducciones son comerciales (disponibles en el mercado local, regional o nacional o internacional), y son también de diseño y construcción de empresa especializadas en el ramo.

Algunos de estos ítems están disponibles en stock de fabricantes y distribuidores, y/o se fabrican bajo pedido por productores locales o nacionales. Dentro de conducciones y canalizaciones están por ejemplo, tubos y sus accesorios para flujos de proceso, tubos y accesorios para conductores eléctricos, conductores y aparataje eléctricos, y soportería para tubería y canalizaciones eléctricas.

Para las conducciones y canalizaciones de las instalaciones de servicio, este documento contempla la especificación y obligación de seguimiento y cumplimiento por el PROPONENTE / CONTRATISTA de parámetros de diseño y/o funcionamiento y desempeño. Estos parámetros y especificaciones se elaboraron de acuerdo al diseño conceptual y preliminar, y a la revisión de fuentes de información comercial y técnica, la mayoría de los cuales se consignan aquí.

8.1.2.2 Definición y tipos de especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas establecidas por este documento se consideran como parámetros cualitativos o cuantitativos traducción de los objetivos del proyecto, las cuales se usan para describir y controlar los objetivos de la ejecución del proyecto y el alcance de los trabajos [1, 4 y 5]. Estas especificaciones se han establecido según restricciones y limitaciones del proyecto; y tienen significado según contexto técnico, administrativo, económico, financiero, legal, social y ambiental del proyecto.

Las especificaciones técnicas se dividen en generales y particulares. Como su nombre lo indica, las especificaciones técnicas generales son de aplicación extensa. Por la otra parte, las especificaciones técnicas específicas son de menor alcance y solo se aplicarán para las obras y equipos que mencionan. Ambas clases de especificaciones pueden establecer excepciones en su aplicación.

Las especificaciones generales y específicas establecidas por este documento son de cuatro tipos:

- 1) **Especificaciones prescriptivas:** Establecen atributos a satisfacer por el objeto o servicio
- 2) **Especificaciones procedimentales:** Identifican métodos específicos para calcular u obtener atributos y/o comportamiento del objeto o servicio
- 3) **Especificaciones funcionales:** Establecen que debe realizar o hacer el objeto / servicio
- 4) **Especificaciones de desempeño:** Caracterizan nivel del comportamiento deseado del objeto o servicio

Para este caso, el objeto es equipo, componente o parte a suministrar, instalar y probar; y el servicio es diseño, construcción y prueba de equipos e instalaciones de servicio para la primera y subsecuentes etapas de la ejecución del proyecto de optimización, modificación y nueva integración de procesos de la PTAR Río Frío, Bucaramanga.

Las especificaciones técnicas definen con claridad cómo se deben realizar técnicamente las obras e instalaciones a cargo del contratista, o como se debe ejecutar la provisión de determinado equipo. Las especificaciones no son un manual constructivo de las obras, las instalaciones y/o los equipos; y el CONTRATISTA

será el responsable de la construcción, dotación, pruebas y rendimientos de las obras e instalaciones de servicio; y del suministro, montaje, pruebas y rendimientos de los equipos.

El ingeniero de proyecto no es ingeniero de producto, y para obtener la calidad deseada se basa en las normas, y la sola mención de las mismas debe definir correctamente la calidad deseada del producto. Durante los pasos intermedios de construcción y fabricación, el CONTRATISTA deberá verificar los diferentes requerimientos de las normas. Una advertencia importante es que en una misma provisión, no se deben mezclar normas, ya que de hacerlo se generan problemas imposibles de liquidar.

El CONTRATISTA deberá entregar con anticipación la documentación las características detalladas de sus obras y suministros. El alcance, necesidad e importancia de esta documentación debe ser claramente transmitidas para efectos de contratación y de conformidad a lo estipulado más adelante para el replanteo y la ingeniería de detalle.

8.1.2.3 Alternativas en oferta y en ejecución

El PROPONENTE al ofertar, y el CONTRATISTA al ejecutar los trabajos, podrá presentar alternativas en los sistemas, equipos, partes y componentes; y lo será con respecto a lo establecido por las especificaciones y/o planos. La aceptación y/o ejecución de las alternativas presentada estará sujeta al estudio y aprobación de la Interventoría designada por la CDMB. El considerar y estudiar una o varias alternativas no compromete a la CDMB con su aceptación.

8.1.2.4 Límites de suministro y unidades y sub-unidades del tratamiento

El límite de suministro de una unidad de proceso u operación, o de un equipo mayor, comprende la entrega a entera satisfacción de la CDMB de la unidad o equipo con todos sus componentes correctamente montados, probados y verificados en su funcionamiento y rendimiento- Esto incluye todas las instalaciones de servicio tales como energía eléctrica, efluentes, aire, biogás, olores, lodos y agua de proceso.

Dentro de los límites de suministro de cada unidad u equipo deberá considerarse el tablero de fuerza y control (TFC) y la acometida desde el tablero parcial al TFC. Igualmente se debe considerar la acometida y conexión a los servicios de efluentes, aire, biogás, olores, lodos y agua de proceso; y el retorno de agua de lavado, prensado o secado a la corriente de efluentes de las aguas residuales en tratamiento.

Adicionalmente, los límites de suministro incluyen también pruebas para verificar cumplimiento de especificaciones, operabilidad y rendimiento; planos ~~as built~~;

entrenamiento del personal y manual de operación y mantenimiento. Todo lo anterior como se consigna mas adelante.

Para efectos estos límites de suministro se establecen las siguientes unidades y sub-unidades del tratamiento, como se consigna en la Tabla 5.

Tabla 8.1 Unidades y sub-unidades para límites de suministro

#	Unidad	Sub-unidades
1	Pretratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Cribado • Desarenación
2	Aeración	<ul style="list-style-type: none"> • Sopladores con motor a biogás • Motor eléctrico de emergencia para sopladores • Intercambiador de calor (para aire de sopladores) • Tubería para aire sopladores-intercambiador de calor • Tanque distribuidor de aire • Módulos de aeración (en tanque de aeración) • Homogenizadores (en tanque de aeración)
3	Tratamiento de olores	<ul style="list-style-type: none"> • Extractores de olor • Filtro biológico (biofiltro de compost) • Tratamiento físico químico (con wet scrubbers)
4	Biogás	<ul style="list-style-type: none"> • Tanques de almacenamiento de biogás • Quemador cerrado • Quemador abierto
5	Decantación y transporte de lodos	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de lodo en el decantador • Bombeo para recirculación de lodo • Bombeo del exceso de lodos
6	Procesamiento de lodos	<ul style="list-style-type: none"> • Deshidratación de lodos • Desinfección, peletización y secado de lodos • Transporte y almacenamiento de biosólidos
7	Supervisión de operación	<ul style="list-style-type: none"> • Sensores • Conductores • Canalizaciones • Indicadores • Consolas con monitores • Software
8	Agua de proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo hidroneumático • Tubería

8.1.2.5 Precios unitarios y cobertura de costos

Los precios unitarios son a todo costo. El precio unitario de equipos e instalaciones de servicios deberá cubrir todos los costos de suministro, accesorios, insumos, consumibles, complementarios, importación, transporte internacional, replanteo, diseño, fabricación, transporte local, almacenamiento, vigilancia, mano de obra,

garantías, seguros y demás costos directos e indirectos necesarios para el correcto suministro, montaje e instalación de obras mecánicas, instalaciones de servicios y equipos; y para el recibo a entera satisfacción de la Interventoría y/o La CDMB.

El precio unitario deberá también incluir:

- 1) **Instalaciones de servicio:** instalaciones y conexiones eléctricas, hidráulicas y neumáticas previstas en el recipiente o contenedor; y requeridas real o eventualmente para su operación, o no contempladas en otros ítems de estas especificaciones
- 2) **Pruebas de operación y rendimiento**
- 3) **Entrenamiento a personal de la CDMB para la operación y mantenimiento**
- 4) **Manuales de operación y mantenimiento con directorio para insumos y repuestos.**

8.1.2.6 Medición y pago de la ejecución de los trabajos

La unidad de medida para efectos de pago de la ejecución de los trabajos, será por unidad de obra ejecutada correctamente y/o por equipo suministrado y montado correctamente; y recibidos a entera satisfacción por la CDMB.

Dentro de la medición se incluye pruebas, instrucción o entrenamiento a personal de la CDMB y manuales de operación y mantenimiento; y lo serán para cada ítem contenido en el formulario de cantidades y precios y/o estas especificaciones. Algunos ítems de las cantidades de obra o de estas especificaciones establecen requerimientos o cumplimientos especiales para el recibo a entera satisfacción de la CDMB.

8.1.2.7 Cantidades de obra adicionales y cobros posteriores

Cualquier alternativa, adición de obra o de cantidades de obra no contempladas en los planos, especificaciones, objetivo de la unidad o formularios, deberán autorizarse por la Interventoría designada por la CDMB. Esta Interventoría, previa las consultas técnicas y administrativas que el caso amerite, deberá autorizar o denegar la ejecución en un termino no mayor a tres días hábiles.

Igualmente, no se aceptarán cobros posteriores sobre equipos, productos o servicios colocados, instalados y/o dispuestos para el servicio, en cualquier sitio de la planta, o con destino a las unidades de proceso y operación o los equipos mayores y menores, sin la solicitud escrita previa del CONTRATISTA, y la aprobación previa escrita de la Interventoría designada por la CDMB. En caso contrario, todos los riesgos y costos son por cuenta única del CONTRATISTA.

8.1.2.8 Replanteo e ingeniería de detalle

Dentro del alcance de los trabajos está incluido ingeniería detallada, planos de fabricación y planos ~~as built~~ igualmente, el alcance de los trabajos estipula que el CONTRATISTA será el único responsable por el suministro, montaje, pruebas, pre-

operación y eventuales ajustes de las unidades de proceso y relacionados equipos e instalaciones de servicio, los cuales deberá operar según los parámetros del proyecto, y las presentes especificaciones.

Además se establece también que la ejecución de trabajos incluye todos los detalles menores, generalmente no mostrados en planos o especificaciones, pero necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, el logro de eficiencia y rendimiento de equipos y procesos, y la operación y mantenimiento correctos de la planta. Lo anterior como si estos detalles estuvieran contenidos en las especificaciones o mostrados en los planos.

Adicionalmente se considera que El PROPONENTE al ofertar, y el CONTRATISTA al ejecutar los trabajos, podrá presentar alternativas en los sistemas, equipos, partes y componentes; y lo será con respecto a lo establecido por las especificaciones y/o planos.

Por todo lo anteriormente expuesto, antes de iniciar los trabajos el CONTRATISTA deberá proceder a replantear el proyecto y realizar la ingeniería de detalle correspondiente. Como fruto de esta labor, el CONTRATISTA deberá presentar a la Interventoría el informe escrito de replanteo y de ingeniería de detalle, y deberá hacerlo al menos dentro de los cuatro meses siguientes a la legalización del contrato, o dentro del termino establecido por los pliegos de condiciones y/o la Interventoría designada por la CDMB.

El informe de replanteo y de ingeniería de detalle deberá contener todos los balances de masa, diagramas de flujo, descripciones de procesos y operaciones, planos generales de fabricación, memorias de cálculo, precios, análisis de precios, y hojas de datos y catálogos del fabricante; de manera tal que la Interventoría pueda realizar la revisión dentro del siguiente mes calendario. El CONTRATISTA / PROVEEDOR deberá anticipar con documentación las características detalladas de los suministros; el alcance, necesidad e importancia de esta documentación debe ser claramente transmitidas para efectos del contrato. En el evento de que este documento no pase la aprobación de Interventoría, será por cuenta total del CONTRATISTA todos los trabajos de detección y corrección de defectos; y la realización de nuevo replanteo y/o de ingeniería de detalle.

8.1.2.9 Memorias de cálculo de la ingeniería de detalle

Las memorias de cálculo deberán presentarse como documento complementario para presentar los detalles de cómo se hicieron los cálculos y/o obtuvieron los resultados presentados en la ingeniería de detalle. Estas memorias deberán claras y concisas y deberán contener: objetivo (o uso), alcance (o caso), hipótesis o premisas de cálculo (o código de diseño), desarrollo del calculo, y conclusión.

Las memorias deberán complementarse con gráficos o dibujos que muestran aspectos típicos del objetivo. Los gráficos son claros y esquemáticos (simples - simplificados).

Se aceptarán como memorias de cálculo hojas de cálculo o reportes de software genérico: MS Excel, Solid Works, Mechanical Desktop, etc.; o de software específico: SAPS, ANSYS CFD, etc. También se aceptará reportes de software específico desarrollado por el CONTRATISTA, y/o los fabricantes y/o proveedores de partes, componentes, sistemas y equipos.

8.1.2.10 Garantías y cobertura

Todos los equipos e instalaciones de servicio que, el PROPONENTE se comprometa, o que el CONTRATISTA pacte suministrar y montar, deberán garantizarse contra defectos en materiales, fabricación, montaje, nivel de producción, rendimiento o eficiencia, y lo será por un (1) año a partir de la fecha de entrega a plena satisfacción del CONTRATANTE, o por 8.760 horas de operación, lo que ocurra primero. Esta garantía no lo será contra daño causado por accidente, abuso o defectos en operación y mantenimiento.

El CONTRATISTA deberá reparar o reemplazar, libre de cualquier cargo para el CONTRATANTE, todas las partes que resultaren defectuosas como consecuencia de la cobertura de esta garantía. La responsabilidad por daños originados por el cubrimiento de estas garantías está limitada al costo de reparar o reemplazar los sistemas, componentes o partes que resultaren defectuosas. Bajo la expiración de la garantía, la anterior responsabilidad termina.

El CONTRATISTA no será responsable por los gastos de operación, otros equipos u otras pérdidas o daños consecuentes de cualquier naturaleza originados por la reparación o cambio no autorizados; ni por la venta, entrega, uso por terceros no autorizados de los equipos cubiertos por la garantía. En adición el CONTRATISTA no deberá asumir responsabilidad con la adecuación de cualquier equipo, soporte u estructura relacionados y/u otros similares ítems no suministrados y/o montados por el CONTRATISTA.

Las pólizas y cobertura de las garantías serán como establecido por las condiciones legales y comerciales de los pliegos.

8.1.3 OTRAS CONDICIONES

Las condiciones contenidas en este documento se ciñen y acogen a la totalidad de las condiciones legales y comerciales contenidas en los pliegos de la solicitud de oferta o licitación. Ambas condiciones son complementarias. Todo lo que aparezca en las condiciones legales y comerciales de los pliegos, pero no aparezca en estas condiciones, o viceversa, deberá cumplirse.

En caso de dudas o incongruencia entre lo establecido por las condiciones legales y comerciales y las condiciones y especificaciones consignadas en este documento, deberá acudir a la Interventoría designada por la CDMB: Esta Interventoría, previa

las consultas administrativas y legales que el caso amerite, debe resolver la duda o incongruencia en un término no mayor a tres días hábiles.

8.1.4 VERIFICACION CON OTRAS CONDICIONES Y ESPECIFICACIONES

Es obligación del PROPONENTE / CONTRATISTA verificar y contrastar alcance de los trabajos, condiciones y especificaciones aquí presentados, con los correspondientes de las obras civiles y eléctricas.

8.1.5 FORMA DE DIRIMIR DUDAS, INCONGRUENCIAS O DIVERGENCIAS

Como consignado anteriormente, cualquier duda, incongruencia o divergencia sobre alcance de los trabajos, especificaciones, rendimientos, precios, medidas y forma de pago deberá dirimirse o solucionarse en primera instancia por la Interventoría designada por la CDMB. Esta Interventoría, previa las consultas técnicas y administrativas que el caso amerite, deberá resolver la duda o incongruencia en un término no mayor a tres días hábiles.

En caso que el CONTRATISTA no acepte la anterior solución, éste dispone de tres días hábiles para solicitar a la CDMB reconsiderar el caso. Para tal efecto deberá presentar por escrito una solicitud respetuosa, y aportar para el efecto pruebas o argumentos que apoyen o refuercen su posición y/ o solicitud.

La última y tercera instancia será el arbitraje de amigables componedores. Esta última instancia debe definir tres árbitros nombrados por los Capítulos Santander de la Asociación de Colombiana de Ingenieros Electricistas, Mecánicos y Ramas Afines (ACIEM), la Asociación Colombiana de Acueducto y Alcantarillado (ACODAL) y la Sociedad Colombiana de Ingenieros (SCI-SSI). El concepto de estos árbitros será inapelable y obligará por igual a ambas partes.

Las pruebas o argumentos para cualquiera de las anteriores instancias deberán obtenerse de los fabricantes y/o proveedores de equipos; de literatura sobre el tema; de manuales de procedimientos y de diseño; y, de obras realizadas o resultados obtenidos en el país o el extranjero. La literatura sobre el tema y casos similares de obras y resultados, podrán obtenerse de libros técnicos, bases electrónicas de datos y sitios web conteniendo documentos y/o publicaciones de agencias gubernamentales, universidades, centro de investigación y desarrollo y agremiaciones profesionales.

8.2 NORMAS APLICABLES

Excepto donde se indique en contrario o en adición, al alcance de los trabajos estipulado en este documento debe aplicarse las normas técnicas de las siguientes instituciones o agremiaciones profesionales:

- 1). American Bearing Manufacturers Association
- 2). American Gear Manufacturers Association (AGMA)
- 3). American National Standards Institute (ANSI)
- 4). American Public Health Association (APHA)
- 5). American Society for Testing and Materials (ASTM)
- 6). American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- 7). American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)
- 8). American Water Works Association (AWWA)
- 9). American Welding Society (AWS)
- 10). Antifriction Bearing Manufacturers Association (ABMA)
- 11). Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC)
- 12). International Standards Organization (ISO)
- 13). National Fire Protection Association (NFPA)
- 14). National Electrical Manufacturers Association (NEMA)

Más particularmente, deben aplicarse las ediciones actualizadas de las siguientes normas técnicas:

- 1). ABMA 9 Load Ratings and Fatigue Life for Ball Bearings
- 2). ABMA 11 Load Ratings and Fatigue Life for Roller Bearings
- 3). AISC M011 Manual of Steel Construction, 8th Edition
- 4). AISC Manual of American Institute of Steel Construction, Manual of Steel Steel Construction Construction, Allowable Stress Design - 9th Edition
- 5). AISI 1045 Steel
- 6). ANSI B16.1 Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Class 25, 125, 250, and 800
- 7). ANSI B16.5 Pipe Flanges and Flanged Fittings, Steel, Nickel Alloy, and Other Special Alloys
- 8). ANSI B46.1 Surface Texture
- 9). ANSI S12.6 Method for the Measurement of the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectors
- 10). ANSI/ASME B1.20.1 General Purpose Pipe Threads (Inch)
- 11). ANSI/ASME B31.1 Power Piping
- 12). ANSI/AWWA D100 Welded Steel Tanks for Water Storage
- 13). ANSI A 58.1 Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures
- 14). ANSI/NFPA 70 National Electrical Code
- 15). ANSI/ASME B31.1 Power Piping
- 16). ANSI/ASME B73.1 Specifications for Horizontal End Suction Centrifugal Pumps for Chemical Process
- 17). ANSI/ASME B73.2 Specifications for Vertical In-Line Centrifugal Pumps for Chemical Process
- 18). ANSI/AWWA E101 Deep Well Vertical Turbine Pumps - Line Shaft and Submersible Types
- 19). ANSI/HI 1.1-1.6 Centrifugal Pumps
- 20). ANSI/HI 2.1-2.6 Vertical Pumps
- 21). ANSI/HI 3.1-3.6 Rotary Pumps

- 22). ANSI/HI 6.1-6.6 Reciprocating Pumps
- 23). ANSI/HI 7.1-7.5 Controlled Volume Pumps
- 24). ANSI/HI 9.1-9.5 Pumps - General Guidelines
- 25). ANSI/HI 9.3.3 Pumps - Polymer Material Selection
- 26). ANSI/HI 9.6.1 Centrifugal and Vertical Pumps for NPSH Margin
- 27). ANSI/HI 9.6.3 Centrifugal/Vertical Pumps Allowable Operating Region
- 28). ANSI/HI 9.6.4 Centrifugal and Vertical Pumps. Vibration Measurements and Allowable Values.
- 29). ANSI/HI 9.8 Pump Intake Design Standard
- 30). ANSI/IEEE 112 Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators
- 31). ANSI/IEEE 115 Test Procedure for Synchronous Machines
- 32). ASME Code ASME Boiler and Pressure Vessel Code
- 33). AISI 1045 Steel
- 34). ANSI/ASME B73.1 Specifications for Horizontal End Suction Centrifugal Pumps for Chemical Process
- 35). ANSI/ASME B73.2 Specifications for Vertical In-Line Centrifugal Pumps for Chemical Process
- 36). ANSI/AWWA E101 Deep Well Vertical Turbine Pumps - Line Shaft and Submersible Types
- 37). ANSI/HI 1.1-1.6 Centrifugal Pumps
- 38). ANSI/HI 2.1-2.6 Vertical Pumps
- 39). ANSI/HI 3.1-3.6 Rotary Pumps
- 40). ANSI/HI 6.1-6.6 Reciprocating Pumps
- 41). ANSI/HI 7.1-7.5 Controlled Volume Pumps
- 42). ANSI/HI 9.1-9.5 Pumps - General Guidelines
- 43). ANSI/HI 9.3.3 Pumps - Polymer Material Selection
- 44). ANSI/HI 9.6.1 Centrifugal and Vertical Pumps for NPSH Margin
- 45). ANSI/HI 9.6.3 Centrifugal/Vertical Pumps Allowable Operating Region
- 46). ANSI/HI 9.6.4 Centrifugal and Vertical Pumps. Vibration Measurements and Allowable Values.
- 47). ANSI/IEEE 112 Test Procedure for Polyphase Induction Motors and Generators
- 48). ANSI/IEEE 115 Test Procedure for Synchronous Machines
- 49). ANSI/MSS SP-58 Standard Pipe Support Components
- 50). API 610, 1995 Centrifugal Pumps for Petroleum, Heavy Duty Chemical and Gas Industry Services
- 51). ASTM A 48 Specification for Gray Iron Castings
- 52). ASTM A 53 Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped Zinc Coated, Welded and Seamless
- 53). ASTM A 108 Specification for Steel Bars, Carbon, Cold-Finished, Standard Quality
- 54). ASTM A128 Steel Castings, Austenitic Manganese
- 55). ASTM A 216 Specification for Steel Castings, Carbon Suitable for Fusion Welding for High-Temperature Service
- 56). ASTM A217 Steel Castings, Austenitic and Martensitic Stainless and Alloy
- 57). ASTM A 276 Stainless and Heat-Resisting Steel Bars and Shapes
- 58). ASTM A 278 Specification for Gray Iron Castings for Pressure-Containing Parts for Temperatures Up to 650_ F (345_C)

- 59). ASTM A 283 Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates
- 60). ASTM A 322 Specification for Steel Bars, Alloy, Standard Grades
- 61). ASTM A 395 Specification for Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures
- 62). ASTM A 470 Specification for Vacuum-Treated Carbon and Alloy Forgings for Turbine Rotors and Shafts
- 63). ASTM A 536 Specification for Ductile Iron Castings
- 64). ASTM A 576 Specification for Steel Bars, Carbon, Hot-Wrought, Special Quality
- 65). ASTM A 743 Specification for Castings, Iron-Chromium, Iron-Chromium-Nickel, and Nickel-Base Corrosion-Resistant for General Application
- 66). ASTM A 744 Castings, Iron Chromium-Nickel, Corrosion Resistant, for Severe Service
- 67). ASTM B 62 Specification for Composition Bronze or Ounce Metal Castings
- 68). ASTM B 148 Aluminum Bronze Sand Castings
- 69). ASTM B 505 Copper-Base Alloy Continuous Castings
- 70). ASTM B 584 Copper Alloy Sand Castings for General Applications
- 71). ASTM E 448 Recommended Practices for Scleroscope Hardness Testing of Metallic Materials
- 72). ASTM D 2310 Classification for Machine-Made Reinforced Thermosetting Resin Pipe
- 73). ASTM D 2992 Method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Reinforced Thermosetting Resin Pipe and Fittings
- 74). ASTM D 2996 Specification for Filament-Wound Reinforced Thermosetting Resin Pipe.
- 75). AWWA C206 Field Welding of Steel Water Pipe
- 76). AWS-B3.0 Welding Procedures and Performance Qualifications
- 77). AWS D1.1 Structural Welding Code- Steel
- 78). (EPA) 40 CFR Part 503 Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge
- 79). ICONTEC NTC-2550 Código Eléctrico Nacional
- 80). ISO 9001 Quality Systems
- 81). ISO 10816 Mechanical Vibration--Evaluation of Machine Vibration by Measurement on Non-rotating Parts--Part 1: General Guidelines, Annex B, Table B.1. Zone A, Class I, II or III, as applicable. For the purposes of this specification, Annex B of ISO 10816, Part 1 shall form a part of this specification and ISO 10816, Part 1.
- 82). MIL STD 167-2 Mechanical Vibrations of Shipboard Equipment (Reciprocating Machinery and Propulsion System and Shafting)
- 83). NEMA 250 Enclosures for Electrical Equipment
- 84). NEMA MG1 Motors and Generators
- 85). NSI/HI 9.8 Pump Intake Design Standard
- 86). UL 674 Motors and Generators, Electric, for Use in Hazardous Locations, Class 1, Groups C and D, Class II, Groups E, F and G

8.2.1 FORMA DE DIRIMIR DIVERGENCIAS EN APLICAR NORMAS TÉCNICAS

Será como consignado anteriormente en el numeral 1.5 para el caso de forma de dirimir dudas incongruencias o divergencias en la ejecución de los trabajos.

8.3 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA EQUIPOS E INSTALACIONES

Como su nombre lo indica, las especificaciones técnicas generales son de aplicación extensa. Aquí se presentan estas especificaciones para al ejecución de los trabajos en lo referente a planos, mano de obra equipos para obra, transporte, campamento, limpieza y acabados.

8.3.1 PLANOS

8.3.1.1 Plano de localización de unidades de tratamiento, equipos e instalaciones

La localización de las unidades de proceso y operación, y los equipos mayores de las mismas puede observarse en los siguientes planos:

1. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-005-05: Propuesta de Diseño . Planta General
2. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-018-05: Cortes 1 a 7
3. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-019-05: Perfil hidráulico

Estos planos contienen la representación gráfica y la posición relativa de las unidades y los equipos.

El trazado, identificación y cantidades de la tubería de efluentes, lodos, biogás, aire (comprimido), olores y agua de proceso están consignados en los siguientes planos:

1. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-005-05: Propuesta de diseño - Planta - Red efluentes
2. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-007-05: Propuesta de diseño - Planta - Red lodos
3. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-008-05: Propuesta de diseño - Planta - Red biogás
4. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-009-05: Propuesta de diseño - Planta - Red aireación
5. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-010-05: Propuesta de diseño - Planta - Red olores
6. UTPT-CDMB-4478-PL-HID-011-05: Propuesta de diseño - Planta - Red agua proceso

En estos planos las distancias se definen entre centros o líneas de centro (CL) tuberías y/o accesorios de las mismas.

8.3.1.2 Planos de equipos mayores e instalaciones de servicio

Arreglo general y detalles básicos de algunos equipos mayores y de algunas instalaciones de servicio pueden encontrarse en los siguientes planos anexos:

1. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-001-05: Sub-unidad de Cribado - Canal de cribado - Compuertas - Corte AAqy detalle1
2. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-002-05: Sub-unidad de Cribado - Canal de cribado - Compuertas - Detalles de sellos y puente grúa
3. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-003-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Corte AAqy detalle 1
4. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-004-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Detalles de sellos y puente grúa
5. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-005-05: Sub-unidad de Desarenación - Desarenador - Puente viajero - Arreglo general, vistas y detalle 1
6. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-006-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1 - Planta, elevación y módulos
7. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-007-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 2 - Planta, elevación y módulos
8. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-008-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 3 - Planta, elevación y módulos
9. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles
10. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Tanque de aeración . Homogeneizadores - Pescante y guía
11. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-011-05: Unidad de decantación y lodos - Tanque decantador - Puente giratorio - Planta, elevación, cortes y detalles
12. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-012-05: Unidad de decantación y lodos - Tanque decantador - Puente giratorio - Detalles constructivos
13. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-013-05: Unidad de decantación y lodos - Tanque decantador - Raspador - Detalles constructivos
14. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-014-05: Unidad de Proceso de Lodos - Deshidratación y secado de lodos - Planta de lodos - Planta; y cortes AAq BBq CCq DDqy EEq
15. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-015-05: Unidad de Biogás - Quemador cerrado y quemador abierto - Planta; y, cortes AAqy BBq

16. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-016-05: Unidad de Aeración - Sopladores, motor de emergencia, intercambiador, tanque distribuidor - Planta; y cortes AAq BBq CCq y DDq
17. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-017-05: Unidad de Aeración - Tanque distribuidor y tubería sopladores-intercambiador - Detalles constructivos
18. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-018-05: Unidad de Tratamiento de Olores - Extractores, biofiltro y tratamiento físico químico - Planta, vista, cortes y detalles
19. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
20. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
21. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles
22. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-022-05: Canales para efluentes - Compuerta de corte (típica) - Dimensiones generales, arreglo general, sellos y detalles

El resto de equipos menores e instalaciones de servicio son de origen comercial y producción y/o existencia amplia en el mercado local, regional y nacional. Por lo anterior, estos ítems solo se han seleccionado y/o especificado [5].

Todos los planos arriba mencionados son generales e indicativos del arreglo de instalaciones de servicio, unidades de proceso, unidades de operación y equipos mayores. El PROPONENTE y el CONTRATISTA deberán examinar todos los planos del proyecto para la configuración, dimensiones generales y detalles básicos de dichas unidades, tubería y equipos. Igualmente deberán seguir los planos para localizar y/o replantear los trabajos, y verificar los espacios disponibles para efectos de presupuestar y ejecutar los trabajos.

Adicionalmente, el CONTRATISTA deberá seguir el original y la revisión de replaneamiento de estos planos, para el suministro (o para los planos de taller de la fabricación) de los equipos. El PROPONENTE y el CONTRATISTA deberán también verificar configuración, dimensiones principales, distribución en planta, y dependencia o relación entre todas las demás obras, instalaciones, unidades de procesos y equipos mayores actuales y futuros.

8.3.1.3 Planos de taller de equipos

El CONTRATISTA someterá a la aprobación de la Interventoría los planos detallados, o de taller, de la fabricación de equipos y partes requeridas para

completar el montaje, pruebas y puesta en marcha de equipos e instalaciones de servicio. Los planos deberán ser completos, mostrando la construcción, tamaño, arreglos, espacios para mantenimiento, características de operación y capacidad. Las partes o equipos como (motores, reductores, etc.) deberán especificarse e identificarse en catálogos. Información de carácter general no se aceptará.

8.3.1.4 Planos *As Built* de obras, equipos e instalaciones de servicio

Una vez terminados los trabajos y para efectos del recibo a satisfacción, el CONTRATISTA deberá elaborar y someter a la aprobación de la Interventoría los planos *As Built* (como construido), junto con catálogos y hojas de especificaciones (data sheet) de los sistemas y componentes de los equipos y de las instalaciones de servicio.

Los planos de localización serán similares a los entregados por la CDMB y deberán contener el número de la revisión, la nota de revisión *As Built* y resumen de los cambios realizados. Estos planos deberán ser completos, mostrando la construcción, tamaño, arreglos y características generales de las instalaciones de servicio. Igualmente, estos planos deberán ser completos, mostrando tamaño, arreglos, espacios para mantenimiento, características generales de capacidad de los equipos.

8.3.2 MATERIALES A USAR EN LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Debe considerarse que los equipos y materiales van usarse en un ambiente característicamente corrosivo. El hierro dúctil (HD), el hierro fundido (HF), el acero inoxidable (AI), el caucho sintético, el polietileno de alta densidad (HDPE), los polímeros de alto peso molecular (HMWP), o el plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) pueden seleccionarse y usarse sin problema.

Igualmente podrá recomendarse acero carbono (AC) galvanizado, con limpieza a grata metálica y acabado con anticorrosivo y pintura epóxica.

8.3.3 MANO DE OBRA PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El CONTRATISTA deberá suministrar la mejor mano de obra disponible, para la ejecución de los trabajos. La mano de obra de mala calidad será objetada a juicio del interventor, y el CONTRATISTA deberá reemplazarla inmediatamente según disponibilidad en el mercado local. En el evento de demostrada no-disponibilidad en el mercado local de la mano de obra solicitada reemplazar, el CONTRATISTA dispone de tres días hábiles para localizarla en el mercado nacional y contratarla.

8.3.4 EQUIPOS PARA LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS

El CONTRATISTA deberá disponer y usar el mejor equipo disponible para la ejecución de los trabajos. Este equipo podrá ser propio o alquilado. Equipo de obra de mala calidad o con defectos de operación y/o mantenimiento será objetado a juicio del interventor, y el CONTRATISTA deberá reemplazarlo inmediatamente según disponibilidad en el mercado local. En evento de demostrada no-disponibilidad en el mercado local del equipo para obra solicitado reemplazar, el CONTRATISTA dispone de tres días hábiles para localizarlo en el mercado nacional y contratarlo.

8.3.5 TRANSPORTE A OBRA DE MATERIALES Y EQUIPOS

El CONTRATISTA deberá suministrar el mejor transporte para los materiales para las instalaciones de servicio y para equipos a suministrar. El transporte no adecuado o de mala calidad será objetado a juicio del interventor, y el CONTRATISTA deberá reemplazarla inmediatamente según disponibilidad en el mercado local.

8.3.6 TRANSPORTE A OBRA DEL PERSONAL

Será totalmente a cargo del CONTRATISTA el transporte de todo el personal directivo, asesor, empelados y obreros que intervenga en la ejecución de los trabajos. Esto de acuerdo a las disposiciones legales vigentes. El transporte de personal no adecuado o de mala calidad será objetado a juicio del interventor, y el CONTRATISTA deberá reemplazarla inmediatamente según disponibilidad en el mercado local.

8.3.7 CAMPAMENTO DE OBRA Y VIGILANCIA

Al CONTRATISTA se le asignará un área para levantar un campamento y almacén de obra. El CONTRATISTA será responsable de este campamento y almacén, lo mismo que de los trabajos en ejecución y de los materiales y equipos recibidos de los proveedores. Esto será hasta que obras y equipos se instalen y prueben, y las CDMB los reciba a entera satisfacción.

8.3.8 LIMPIEZA DE OBRAS Y EQUIPOS

El CONTRATISTA deberá mantener limpio el sitio de trabajo y las áreas asignadas para su uso (campamento y almacén). Las áreas asignadas deberán permanecer en excelentes condiciones de limpieza. Toda suciedad producto de la ejecución de los trabajos deberá evacuarse de la planta y disponerse adecuadamente según el Código Colombiano de Seguridad Industrial, y la legislación y normatividad civil y ambiental vigentes.

8.3.9 LIMPIEZA FINAL DEL SITIO DE TRABAJO Y EVACUACION DE ESCOMBROS

El sitio de trabajo y los trabajos ejecutados por EL CONTRATISTA, incluyendo las instalaciones de servicio (electricidad, agua, aire, gas y lodos) y los equipos

mayores, menores y auxiliares, deberán ser dejado en excelentes condiciones de limpieza. Toda suciedad producto de la ejecución de los trabajos deberá evacuarse de la planta y disponerse adecuadamente según el Código Colombiano de Seguridad Industrial, y la legislación y normatividad civil y ambiental vigentes.

8.3.10 ACABADO DE LAS OBRAS

El CONTRATISTA deberá entregar las obras y equipos con los acabados especificados. Por la anterior, después de las pruebas, deberá retocar o repara los acabados que resultaren deteriorados.

8.3.11 FACTORES DE SEGURIDAD Y DE SERVICIO

Para el diseño, selección, fabricación, y montaje de equipos y de las instalaciones de servicios deberá tenerse en cuenta los siguientes factores:

- **Factor de servicio para los equipos (Fser):** según accionamiento, tiempo de operación y tipo de carga
- **Factor de seguridad para estructuras (Fseg):** según Método de Pugsley

A continuación se presentan estos factores, los cuales se dan solo como referencia. La experiencia del PROPONENTE, del CONTRATISTA, del FABRICANTE o del PROVEEDOR, podrán aconsejar o dictar la selección de diferente factores.

8.3.11.2 Factor de servicio (Fser)

En la práctica, es difícil que una máquina realice su trabajo en condiciones ideales; por tanto la potencia demandada o la potencia al freno (BHP) requerida por la máquina accionada deberá multiplicarse por un factor de servicio (Fser) que deberá tener en cuenta las características específicas del trabajo a realizar. El resultado así obtenido llamado potencia efectiva o del accionamiento (HP efec), es el que deberá emplearse para determinar el motor y los componentes o elementos de transmisión de potencia (rodamientos, engranajes, cadenas, bandas y acoples; según la siguiente ecuación:

$$\text{HPefec} = \text{BHP} \times \text{Fser}$$

Donde:

BHP: Potencia demandada (o potencia al freno)

HPefec: Potencia efectiva (o del motor)

Fser: Factor de servicio

El factor de servicio deberá tener en cuenta al menos el accionamiento, el tiempo de operación y el tipo de carga de la máquina, y se deberá establecer con al menos los siguientes criterios:

Factor de servicio (Fser)

Accionamiento	Operación	Tipo de carga		
	hrs/día	Uniforme	Media	Chocoes
Motor eléctrico (Entrada constante)	2	0,90	1,10	1,50
	10	1,00	1,25	1,75
	24	1,25	1,50	2,00
Motor de combustión interna de varios cilindros (Medianamente impulsivo)	2	1,00	1,35	1,75
	10	1,25	1,50	2,00
	24	1,50	1,75	2,50

8.3.11.3 Factor de seguridad para estructuras (Fseg)

Es difícil evaluar exactamente los diferentes factores involucrados en un diseño de ingeniería. Un factor es la forma de la parte: para una parte de forma irregular puede que no haya ecuaciones de diseño disponibles para el cálculo exacto de los esfuerzos. Otro factor es la consecuencia de la falla de la parte: peligro para vidas humanas.

Para efectos del alcance de los trabajos contenidos en estas especificaciones, el PROPONENTE / CONTRATISTA deberá emplear al menos el factor de seguridad como establecido por el Método de Pugsley mediante el uso de la siguiente ecuación:

$$F_{seg} = f_s(ABC) \times f_s(DE)$$

Donde se tienen los siguientes subfactores:

f_s(A_): Calidad de materiales, mano de obra, operación y mantenimiento

f_s(_ B _): Análisis de esfuerzos, pruebas o experiencia

f_s(_ C): Control sobre la carga aplicada a la parte

s(D_): Impacto económico

f_s(_ E): Peligro para el personal

Y se establece los siguientes valores para las condiciones A, B, C, D y E:

Factor de seguridad y condiciones

fs(ABC)		fs(_ _ C)			
fs(A_ _)	fs(_ B_)	E	B	R	M
Excelente E	E	1,10	1,30	1,50	1,70
	B	1,20	1,45	1,70	1,95
	R	1,30	1,60	1,90	2,20
	M	1,40	1,75	2,10	2,45
Bueno B	E	1,30	1,55	1,80	2,05
	B	1,45	1,75	2,05	2,35
	R	1,60	1,95	2,30	2,65
	M	1,75	2,15	2,55	2,95
Regular R	E	1,50	1,80	2,10	2,40
	B	1,70	2,05	2,40	2,75
	R	1,90	2,30	2,70	3,10
	M	2,10	2,55	3,00	3,45
Malo M	E	1,70	2,15	2,40	2,75
	B	1,95	2,35	2,75	3,15
	R	2,20	2,65	3,10	3,55
	M	2,45	2,95	3,45	3,95

fs(DE)	fs(_ E)		
fs(D_)	No serio	Serio	Muy serio
No serio	1,00	1,20	1,40
Serio	1,00	1,30	1,50
Muy serio	1,20	1,40	1,60

Fuente: PUGSLEY, A. G. The safety of structures, New York: Arnold, 1966

El Método de Pugsley es solamente una directriz y no es especialmente conservador; y podrá ocurrir que el factor de seguridad sea mayor, según el código de diseño o la norma que se aplique. Por lo anterior, el PROPONENTE / CONTRATISTA deberá consignar específica y detalladamente el factor seguridad empleado, junto con el código de diseño y norma que lo especifica, exige o recomienda (factor de seguridad mandatorio o no mandatorio)

8.3.12 NIVEL SEGURO Y CONTROL DE RUIDO

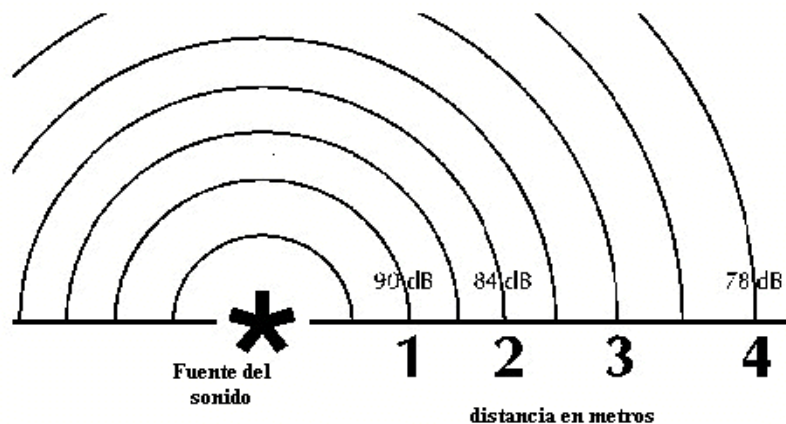
En su oferta y para efectos del recibo a entera satisfacción, el CONTRATISTA deberá garantizar la existencia de un nivel seguro ruido en toda el área de la planta. Este nivel seguro de ruido dependerá esencialmente de tres factores: 1) Tiempo de exposición al ruido; 2) Nivel o volumen del ruido; y, 3) Distancia a la fuente de ruido. El nivel seguro o permisible de ruido será de 84-90 dB, a 1 a 2 metros de distancia de la fuente de sonido, y durante una jornada laboral de ocho horas (*según las normas sobre ruido de la mayoría de los países*).

En la tabla y figuras siguientes aparecen los límites seguros y permisibles de ruido según exposición, nivel y distancia a la fuente.

Tabla 8.1 Exposición y nivel de ruido

Exposición [hrs]	Nivel del ruido [dB]
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 1/2	102
1	105
1/2	110
1/4 o menos	115

Fig 8.1 Nivel de ruido y distancia a la fuente



El límite de exposición de ocho horas al día que figura en la tabla anterior es la cantidad total de ruido a la que un trabajador puede estar expuesto durante un período de ocho horas. La exposición puede ser a un ruido **continuo** (constante) o a un ruido **intermitente** (un ruido que es periódico a intervalos periódicos, pero no interrumpido).

Según lo anterior, el CONTRATISTA deberá garantizar que la suma de los niveles de ruido a los que el operario y/o trabajador involucrado esté expuesto a lo largo del día no supere los 85-90 dB, de uno a dos metros de distancia de la fuente de ruido. Adicionalmente, el CONTRATISTA deberá garantizar que los trabajadores **nunca** estarán expuestos a más de 140 dB de ruido **impulsivo** (normalmente, un ruido muy alto que se produce sólo una vez) en un momento dado.

Antes de recomendar el uso de protección para los oídos y/o de rotar a los operarios y trabajadores involucrados, el CONTRATISTA deberá hacer todo lo posible para disminuir el ruido utilizando controles mecánicos.

8.3.12.2 Control del ruido

El CONTRATISTA deberá controlar y combatir el ruido generados por las maquinas, equipos e instalaciones suministradas mediante tres métodos: 1) Control en la fuente; 2) Disminución con barreras; y 3) Protección contra el ruido de operarios y/o trabajadores involucrados.

8.3.12.2.1 Control del ruido en la fuente

Esta será el método obligatorio de combatir y controlar el ruido (y es además, el método más barato). Dentro de la aplicación de la obligatoriedad de este método, el CONTRATANTE y/o el INTERVENTOR podrán llegar a solicitar al CONTRATISTA que sustituya cualquier máquina, equipo, instalación de servicio, sistema, parte o componente ruidosos.

El propio CONTRATISTA deberá combatir el ruido en la fuente, haciendo que las maquinas, equipos e instalaciones de servicio (tuberías, motores y tableros eléctricos, etc.), no sean ruidosos, y se ajusten a las normas vigentes sobre ruidos. Por lo tanto, antes de adquirir las máquinas y/o equipos, el CONTRATISTA deberá comprobar si cumplen las normas sobre ruidos. El CONTRATISTA también podrá **organizar** el control del ruido en la fuente haciendo ajustes totales o parciales a máquinas, equipos e instalaciones de servicio, de modo que se disminuya el ruido.

Otros métodos mecánicos para disminuir el ruido son:

- 1). Montar las máquinas, equipos y tuberías que vibran sobre **tacos o colchones de caucho** u otros materiales amortiguadores para disminuir notablemente el problema
- 2). Impedir o disminuir el choque entre piezas de la máquina
- 3). Disminuir suavemente la velocidad entre los movimientos hacia adelante y hacia atrás
- 4). Sustituir piezas de metal por piezas de plástico más silenciosas
- 5). Aislar las piezas de las máquinas que sean particularmente ruidosas
- 6). Colocar silenciadores en las salidas de aire de las válvulas neumáticas
- 7). Cambiar de tipo de bomba de los sistemas hidráulicos
- 8). Colocar ventiladores y compresores más silenciosos o poner silenciadores en los conductos de los sistemas de aire comprimido y de ventilación
- 9). Colocar amortiguadores en los motores eléctricos y de combustión interna
- 10). Colocar silenciadores en las tomas y descargas (exhostos) de los compresores, los sopladores y los motores de combustión interna.

También serán aceptados como eficaces para disminuir los niveles de ruido las recomendaciones sobre **mantenimiento preventivo** y de **lubricación** periódicos, y la **sustitución** de las piezas gastadas o defectuosas. Estas recomendaciones deberán figurar resaltadas en los manuales de procedimiento y de operación y

mantenimiento a entregar por el CONTRATISTA dentro de los límites de suministro de maquinas y equipos.

Igualmente se aceptarán recomendaciones sobre reducir el ruido que causa **la manera en que se manipulan los materiales** con medidas como las siguientes:

- 1). Disminuir la altura de la caída de los objetos que se recogen en recipientes para transporte interno o externo
- 2). Aumentar la rigidez de los recipientes contra los que chocan objetos, o dotarlos de amortiguadores
- 3). Utilizar caucho blando o plástico para los impactos fuertes
- 4). Disminuir la velocidad de las cadenas y correas de transmisión y de transporte
- 5). Utilizar transportadores de banda en lugar de transportadores de rodillo

Estas recomendaciones sobre manejo de materiales deberán también figurar resaltadas en los manuales de procedimiento y de operación y mantenimiento a entregar por el CONTRATISTA dentro de los límites de suministro de maquinas y equipos.

8.3.12.2 Disminución del ruido con barreras

Si no puede controlar el ruido en la fuente, el CONTRATISTA deberá proceder a: 1) **Aislar** la máquina, equipo o instalación; 2) **Levantar barreras o cercas** que disminuyan el sonido entre la fuente y el operario o trabajador; o, 3) **Aumentar la distancia** entre el operario y la fuente (aunque esto puede ser difícil hacerlo en muchos casos.).

Si el CONTRATISTA al pretender controlar el ruido poniendo barreras, deberá tener en cuenta lo siguiente:

- 1). Separar la fuente de ruido de las otras zonas de trabajo
- 2). Silenciar y alejar de los trabajadores las evacuaciones y tiros de aire
- 3). Desviar el ruido de la zona de trabajo mediante un obstáculo que aisle del sonido o lo rechace
- 4). Evitar colocar las cercas aislantes en contacto con alguna pieza de la máquina
- 5). Perforar el número mínimo de orificios en las cercas aislantes
- 6). Forrar por dentro los paneles de las cercas aislantes con material que absorba el sonido
- 7). Rellenar las puertas de acceso y los orificios de paso de los cables con material elastomérico
- 8). De ser posible, usar en las paredes, los suelos y los techos materiales que absorban el sonido

8.3.12.3 Protección contra el ruido de operarios y/o trabajadores involucrados

El control del ruido con protección al operario y/o trabajadores involucrados utilizando protección de los oídos es, desafortunadamente, la forma más habitual, pero la menos eficaz, de controlar y combatir el ruido. Obligar al trabajador a

adaptarse al lugar de trabajo es siempre la forma menos conveniente de protección frente a cualquier riesgo.

La protección de los oídos será el método **menos** aceptable de combatir el problema de ruido en el lugar de trabajo, porque:

- 1). El ruido sigue estando ahí: no se ha reducido
- 2). Si hace calor y hay humedad los trabajadores suelen preferir los tapones de oídos (que son menos eficaces) porque las orejeras los hacen sudar y estar incómodos
- 3). Los trabajadores no pueden comunicarse entre sí, ni pueden oír las señales de alarma
- 4). Si se facilita protección de los oídos en lugar de combatir el ruido, se pasa la responsabilidad al trabajador, y éste se convierte en responsable si contrae sordera.

8.3.12.3 Método sencillo para evaluar la exposición al ruido

Para evaluar de manera práctica la exposición al ruido, el CONTRATISTA y el INTERVENTOR deberán ponerse a una distancia de un brazo de otra persona. Si no pueden hablar en tono normal y tienen que gritar para comunicarse, quiere decirse que el nivel de ruido del lugar de trabajo es demasiado elevado y que hay que rebajarlo.

8.4 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA EQUIPOS

Se presentan ahora las especificaciones técnicas generales a aplicar extensamente a todos equipos contemplados en el alcance de los trabajos. Como punto de partida, se consigna los caudales y parámetros básicos de diseño, las etapas del tratamiento, las etapas de ejecución del proyecto, y el diagrama de bloque de los procesos y operaciones unitarios.

Se incluye también especificaciones sobre identificación, anclaje, pruebas y manuales de los equipos e instalaciones. Finalmente se especifican algunas partes y componentes e instalaciones de servicio comunes a los equipos mayores, tales como compuertas, tapas, rejillas peatonales, tableros de fuerza y control (TFC), tubería de proceso, canalizaciones eléctricas y soportería para tubería de proceso y canalizaciones eléctricas.

8.4.1 CAUDALES DE DISEÑO

Tabla 8.5 Caudales de diseño de la PTAR Río Frío

#	Descripción	Símbolo	Resultados			
			Sistema métrico		Sistema UCS	
			Cant.	Unidad	Cant.	Unidad
1	Caudal de diseño sanitario <i>Caudal medio de diseño</i>	$q_{ds} =$	2.01	m ³ /s	45.88	MGD

2	Caudal de diseño hidráulico <i>Caudal máximo de diseño</i>	$q_{dh} =$	3.08	m ³ /s	70.31	MGD
3	Caudal máximo de entrada <i>Caudal máximo posible de llegada</i>	$q_{max} =$	5.16	m ³ /s	5.16	MGD

8.4.2 PARÁMETROS DE INFLUENTE Y EFLUENTE

Tabla 8.6 Características de la carga y parámetros de descarga requeridos

Parámetro	Unidad	Influente	Efluente
DBO ₅	mg/L	¹ 80	' 50
DQO	mg/L	¹ 230	' 180
SST	mg/L	' 80	≤ 90
OD	mg/L	' 0.5	2 . 4
NH ₃ -N	mg/L	¹ 40	≤ 10
N _{org} -N	mg/L	¹ 10	≤ 10
NKT	mg/L	¹ 46	≤ 20
Sulfuros disueltos	mg/L	8 . 12	2 - 4
pH	-	6.9 . 7.1	6.9 . 7.1
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/L	¹ 265	N. E.

Fuente: CDMB. Estudios y diseños para la adecuación, optimización, modificación y nueva integración de procesos de PTAR Río Frío: Términos de referencia. CDMB, Bucaramanga: 2004, p. 1

Tabla 8.7 Parámetros mínimos en la entrega del efluente

Parámetro	Efluente
pH	5 - 9
Temperatura	≤ 40° C
Material flotante	Ausente
Grasas y aceites	Remoción] 80%
Sólidos suspendidos domésticos o Industriales (SST)	Remoción] 80%
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)	Remoción] 80%

Fuente: CDMB Unión Temporal PTAR. Informe de diseño del sistema de tratamiento: Versión 4, v. 2, UT PTAR, Bucaramanga: 2005. p. 15

8.4.3 ETAPAS DEL TRATAMIENTO Y DIAGRAMA DE BLOQUES DE PROCESOS

La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Río Frío es una sucesión de unidades de proceso y operaciones unitarias a través de las cuales las aguas

residuales fluyen por gravedad. Esta sucesión es función del tipo de aguas residuales a tratar, y de los contaminantes a remover.

Dado que la mayor contaminación de las aguas residuales domésticas y/o municipales es materia orgánica, se ha adoptado un tratamiento biológico para remover la carga orgánica en términos de remoción de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO). Este tratamiento está compuesto básicamente de cuatro etapas: 1) Pretratamiento, 2) Tratamiento primario, 3) Tratamiento secundario y 4) Manejo de subproductos (sólidos . lodos. , y gaseosos . biogás y olores.).

La Figura 2 contienen el diagrama de bloques de las etapas del tratamiento y los procesos y operaciones que las componen. De otra parte, la Figura 3 contiene el diagrama de bloques de los procesos y operaciones unitarios que componen el tratamiento de las aguas residuales.

En la Fig. 3, los bloques de los procesos y operaciones unitarios tienen bordes y flechas más gruesos. Los bloques de los procesos auxiliares y/o para manejo de subproductos tienen bordes y flechas más delgados.

En los bloques de procesos y operaciones unitarias, los insumos se colocan al lado izquierdo de estos bloques, y los subproductos al lado derecho. Después de los subproductos aparecen los bloques de los procesos y operaciones para su manejo. Mayores datos de la planta y sus procesos puede consultarse en la memoria descriptiva del diseño o en literatura sobre el tema [1, 2 y 3].

En general, cada unidad de proceso u operación unitarios y de manejo de insumos y subproductos, está compuesta de equipos mayores y equipos menores. Adicionalmente existen instalaciones de servicio (efluentes, lodos, biogás, olores, aire, agua de proceso y electricidad).

Fig 8.2 Diagrama de bloque de las etapas del tratamiento

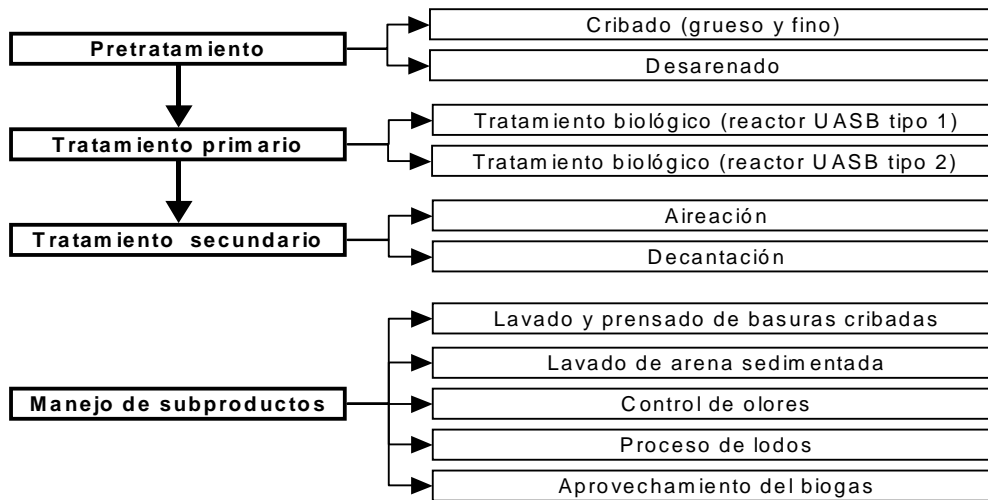
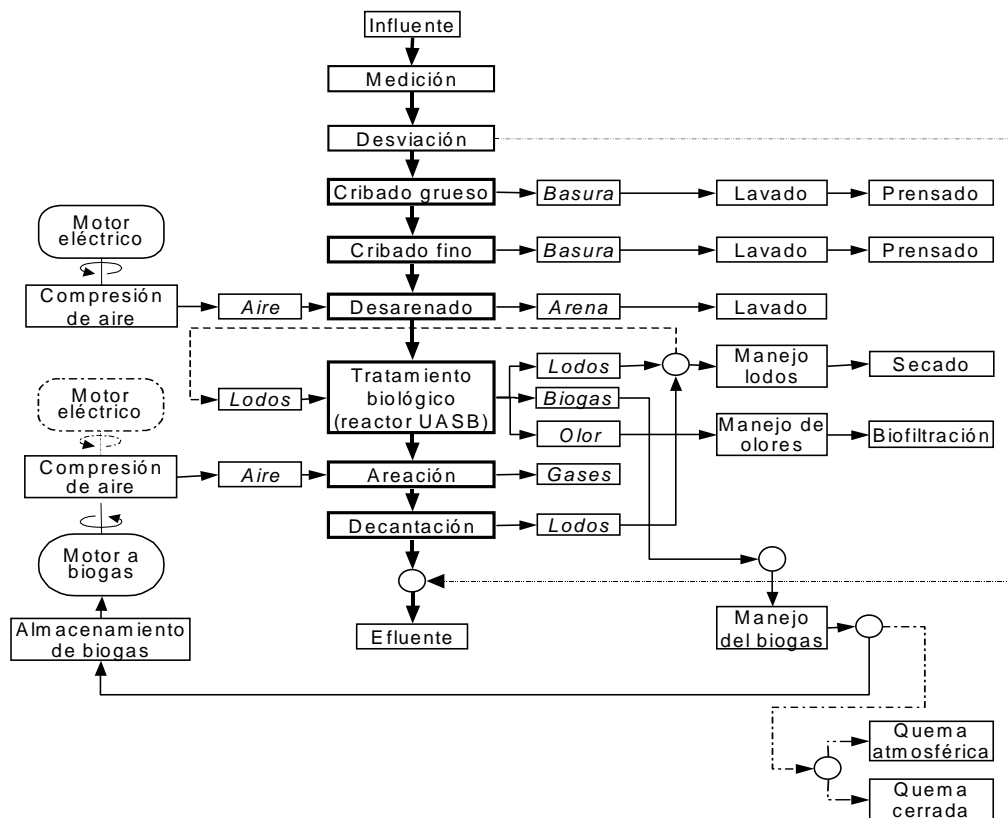


Fig 8.3 Diagrama de bloques de los procesos y operaciones unitarios



8.4.4 ACABADOS PARA EQUIPOS E INSTALACIONES DE SERVICIO

8.4.5.1 Galvanizado a 40 micrones

Donde se especifique %acabado galvanizado en caliente a 40 micrones+, significa que los elementos metálicos por instalar susceptibles de corrosión, después del proceso de soldadura deben someterse a limpieza con cepillo metálico grata y acabado por galvanizado por inmersión en caliente para recubrimiento de 40 micrones.

8.4.5.2 Pintura epóxica

Donde se especifique %acabado en 3.0 mills de pintura epóxica color reglamentario+ o %pintado con 3.0 mills de pintura epóxica de color reglamentario+, significa que los elementos metálicos por instalar susceptibles de corrosión, después del proceso de soldadura deben someterse a limpieza con cepillo metálico grata, pintado con 3 mills de primer epóxico más 3.0 mills de pintura epóxica de color reglamentario.

El color reglamentario será bajo norma del Código Colombiana de Seguridad Industrial y/o OSHA, según lo establecido por la Interventoría.

8.4.5.3 Pintura esmalte sintético

Donde se especifique %pintada con 3 mills de primer y 3 mills de esmalte sintético color reglamentario+, significa que el equipo o tubería susceptible de corrosión, después del proceso de soldadura deben limpiarse con cepillo metálico grata, pintado con 3 mills de anticorrosivo gris más 3.0 mills de esmalte sintético de color reglamentario.

El color reglamentario será bajo norma del Código Colombiana de Seguridad Industrial y/o OSHA, según lo establecido por la Interventoría.

8.4.6 ANCLAJE DE EQUIPOS

Todo equipo, deberá asegurarse al piso o la estructura de soporte. Los anclajes serán de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión: acero inoxidable 304, excepto donde se especifique diferente.

8.4.7 IDENTIFICACION DE EQUIPOS

Una vez montados y anclados y previo a las pruebas, todos los equipos deberán pintarse e identificarse. El color e identificación será bajo norma del Código Colombiana de Seguridad Industrial y/o OSHA, según lo aprobado por la Interventoría.

El CONTRATISTA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo y programación para realizar la pintura e

identificación de uno o varios equipos totalmente montados y anclados. Esta actividad debe realizarse de manera tal que la Interventoría pueda realizar control del trabajo y verificación de la identificación dentro de los días hábiles de la semana calendario.

8.4.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y RENDIMIENTO DE EQUIPOS

Después montar, pintar e identificar los equipo y una vez conectadas y probadas todas las instalaciones de servicio (acometidas y tableros parciales eléctricos; y, tuberías de agua, aire, gas y lodos), el CONTRATISTA debe realizar la prueba de funcionamiento y rendimiento de todos los equipos suministrados y montados por el mismo. Esta prueba debe realizarse durante al menos veinticuatro (24) horas hábiles, y lo será según requerimiento y/o recomendaciones de norma contenidas en los manuales de operación y mantenimiento.

Durante y al final del período de prueba, la Interventoría controlará e inspeccionará los equipos para verificar eficiencias mecánicas, eléctricas y/o térmicas (donde aplicable); consumo de electricidad, servicios, materias primas, insumos o consumibles; y rendimiento (producción horaria y/o rata de procesamiento).

El CONTRATISTA debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos; equipos para realizar, verificar y controlar la prueba; y la mano de obra para las pruebas de todos los equipos suministrados y montados por el CONTRATISTA.. Dentro de estos costos deberá incluirse también el costo de elaborar y someter a aprobación de la Interventoría el protocolo (procedimiento) de cada prueba. Dentro de este protocolo deberá incluirse las eficiencias y rendimientos garantizados por los fabricantes y/o proveedores de los equipos, y la forma de determinarlos y evaluarlos.

El CONTRATISA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo, la programación y el manual de operación y mantenimiento a usarse para realizar la prueba de uno o varios equipos. Esta prueba debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda realizar control de la prueba e inspección de equipos dentro de los días hábiles de la semana calendario.

En el evento de que un equipo o alguna de sus instalaciones de servicio no pasen la prueba, será por cuenta total del CONTRATISTA todos los trabajos de detección y corrección de defectos; el reemplazo de equipos principales, equipos auxiliares, sistemas, componentes y/o partes que resultaren defectuosos; y, la realización de nuevas pruebas. Esto lo será hasta el recibo de la prueba y equipo a plena satisfacción de la Interventoría.

8.4.9 INSTRUCCIONES O ENTRENAMIENTO EN OPERACION Y MANTENIMIENTO

Después de ejecutar totalmente y previo al recibo a satisfacción los trabajos, el CONTRATISTA deberá instruir y entrenar total y adecuadamente a la CDMB, o a su

personal designado, sobre la operación y mantenimiento de todas las instalaciones de servicio ejecutadas y todos los equipos suministrados y montados.

Para realizar esta instrucción o entrenamiento, el CONTRATISTA, debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos; equipos para realizar, verificar y controlar la instrucción; y los instructores certificados u avalados por los fabricantes y/o suministradores de los equipos. Esta actividad deberá incluir también el elaborar y someter a aprobación de la Interventoría el protocolo (procedimiento) de la instrucción sobre cada equipo en particular, y entregar el respectivo manual de operación y mantenimiento (especificaciones del manual de operación y mantenimiento se consignan mas adelante).

Dentro del protocolo de instrucción y el manual de operación y mantenimiento deberá incluirse perfil y calificación o competencia requerida para los operarios a instruir, y las eficiencias y rendimientos de la mano de obra esperados o requeridos por los fabricantes y/o proveedores de los equipos, y la forma de determinarlos y evaluarlos.

El CONTRATISTA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría protocolo, programación y manual para realizar la instrucción sobre operación y mantenimiento de uno o varios equipos. Esta instrucción debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda realizar su control y evaluación de los operarios de la instrucción dentro de los días hábiles de la semana.

8.4.10 MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

Después de ejecutar totalmente y previo a las pruebas, la instrucción sobre operación y mantenimiento, y al recibo a satisfacción los trabajos, el CONTRATISTA deberá proporcionar a la CDMB cuatro (4) juegos del manual de operación y mantenimiento de todas las instalaciones de servicio ejecutadas y todos los equipos mayores suministrados y montados por el mismo. Uno de esos juegos será para usar durante las pruebas y la instrucción, y la CDMB determinará el uso de los otros tres juegos.

Para realizar y proporcionar estos manuales de operación y mantenimiento, el CONTRATISTA debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos, mano de obra, y los documentos certificados u avalados por los fabricantes y/o suministradores de los equipos. Esta actividad deberá incluir también el elaborar y someter a aprobación de la Interventoría él hasta dos revisiones del manual de cada instalación de servicio u equipo en particular.

Cada manual de operación y mantenimiento deberá incluir anexos sobre: 1) Errores o fallas más comunes de operación y mantenimiento y forma de corregirlos; 2) Programa de mantenimiento preventivo; 3) Existencia recomendada de insumos y consumibles para operación; 4) Existencia mínima recomendada de materiales,

insumos, y reopuestos recomendados; 5) Directorio de proveedores nacionales de consumibles, insumos y de sistemas, componentes y partes de repuesto. 6) Forma de realizar y registra las pruebas en vacío y con carga, incluye forma para registrar los datos y certificarlas con firma de quien supervisa y/o realiza las pruebas; 7) Nivel y forma de determinar y calcular las eficiencias y rendimientos del equipo y del personal, según requerimiento y/o recomendaciones de los fabricantes y/o proveedores de los equipos; y, 8) Descripción del cargo, perfil y calificación o competencia requerida del personal requerido para operación y mantenimiento.

El CONTRATISTA, con al menos tres (3) semanas calendario de anticipación a la realización de las pruebas y/o a la instrucción especificadas, debe someter a aprobación de la Interventoría el manual de operación y mantenimiento de cada equipo. Esta entrega debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda leerlo detenidamente y así poder presentar su evaluación y/o solicitud de corrección o adición dentro de los días hábiles de una semana.

8.4.11 COMPUERTAS DE CORTE PARA CANALES DE EFLUENTES

Todas las compuertas de corte para los canales deberán ser del tipo trabajo pesado para instalación en canal y cierre bajando. Tamaño W x H (Ancho x Alto) = dimensiones efectivas del canal. Máximo nivel = profundidad del canal. Otras dimensiones y especificaciones generales según planos. Cabeza máxima de diseño 6.0 m metros (20q . varía con tamaño. . Rata AWWA esperada de perdida 0.05 . 1 gal/ min x pie perímetro húmedo (0.01-0.21 litros/s x metro de perímetro húmedo)

Las compuertas serán con cubierta exterior en PRFV (poliéster reforzado en fibra de vidrio) y refuerzo interno en estructura reticulada metálica totalmente encapsulada. Guías exteriores en lámina de acero inoxidable AISI 304. Estructuras para guías e izaje para embeber en paredes del canal y fabricadas en canales de lamina doblada de acero inoxidable AISI 304. Toda la tornillería en acero inoxidable AISI 304.

El lado de flujo de las compuertas tendrá guías y mecanismo de cuña en lamina de acero inoxidable AISI 304 y platina de desgaste en polímetro de alto peso molecular (HMWP) dureza 60. El lado opuesto al flujo tendrá sello tipo J, en elastómero dureza 60. El asiento inferior será con sello de perfil de elastómero dureza 60. Toda la tornillería en acero inoxidable AISI 304.

Las compuertas serán de operación manual con mecanismo de izaje en tandem y volante accesible desde el piso o borde del canal. El mecanismo de izaje será con tornillos de potencia y cajas de engranajes. Tornillo de potencia en acero SAE 1040. Cajas de engranajes de fabricación específica, o tipo reductor comercialmente disponible.

Deberán existir sellos frontales, posteriores y superiores en el marco del mecanismo de izaje para evitar al máximo escape de gases. Los sello serán con cubierta en lamina 3 mm, elastómero de dureza 30. Cubierta con refuerzo interno en estructura reticulada de platinas de lamina de acero inoxidable 304. Marco pisador de la

cubierta en ángulo de lamina doblada de acero inoxidable AISI 304. Toda la tornillería en acero inoxidable acero inoxidable 304.

Las compuertas serán para montaje embebido en ranura dispuesta para tal fin en paredes y fondo del canal. Para el montaje presentar la compuerta en la ranura, nivelar, bloquear, verificar funcionamiento (de mecanismo de izaje y sellos), y rellenar toda la ranura del canal con grouting de espesor mínimo 2.5 mm (1"). Seleccionar el grouting según el servicio y seguir instrucciones del fabricante.

8.4.12 TAPA PARA REACTOR Y CANALES DE EFLUENTES

Todas las tapas para reactores y canales deberán ser tipo domo peatonal de arco en dos direcciones, de espesor 8.0 mm, con faldón para apoyar dentro de canal de sello hidráulico. Fabricada totalmente en PRFV, con estructura tipo sándwich con fibra rigidizante de poliéster ortofálico. No incluye ganchos ni tornillería para sello hidráulico.

La forma de medición y pago para tapas de reactor y canales será por área plana proyectada. Por lo anterior, el PROPONENTE y/o CONTRATISTA deberá considerar en el análisis del precio el desarrollo para arco y faldón.

8.4.13 GANCHOS Y TORNILLERIA PARA SELLO HIDRAULICO DE TAPAS

Todos los ganchos y tornillería para los sellos hidráulicos de las tapas deberán ser de acero inoxidable AISI 304, acabado 2B. Los ganchos deberán ser en lamina doblada 3 mm de acero inoxidable AISI 304, acabado 2B. La tornillería de ajuste de estos sellos será tipo tornillo de anclaje de ½ de acero inoxidable AISI 304.

8.4.14 REJILLA TIPO PEATONAL PARA PASARELAS Y POZOS DE BOMBEO

Tipo módulo de rejilla peatonal L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Fabricada totalmente de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con fibra rigidizante de poliéster ortofálico, color verde. Apertura: 57.37%, vigas longitudinales de amarre: 6, vigas transversales de carga: 31. Ancho de prueba 1035 mm, longitud de apoyo 90 mm, luz 945 mm, carga segura concentrada 700 kg y distribuida 1100 kg/cm², deflexión máxima esperada 18.90 mm, factor de seguridad 5.0. Marca Fibratore, modelo Rejilla Peatonal tipo 1, 1035 x 1200 x 33 mm, o similar.

8.5 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA INSTALACIONES

Se presentan a continuación las especificaciones técnicas generales a aplicar extensamente a todas instalaciones de servicio dentro de la ejecución de los trabajos. Se consignan las especificaciones para la tubería de las instalaciones de

servicio (aire, biogás, olores, lodos y agua de proceso) y para las instalaciones eléctricas a partir de los tableros parciales. Las especificaciones de los tableros parciales hacia atrás pueden consultarse en el diseño de las instalaciones eléctricas.

8.5.1 TUBERIA PARA INSTALACIONES DE SERVICIO

El trazado en planta general de las tuberías de las instalaciones de servicio se muestran en los planos hidráulicos

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para las tuberías de las instalaciones de servicio.

8.5.1.1 Tubería para efluentes

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería del cabezal de efluentes de los reactores debe ser de PRFV, rigidez 255, PN 1, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 40° C. Presión máxima de trabajo 2.0 PN = 2.04 kg/cm² (29.4 lb/pulg²). Presión de prueba 1.5 PN 1.53 kg/cm² (22.05 psig). Velocidad máxima de flujo = 3.0 m/s (según desniveles, perfil hidráulico y/o pérdidas máximas para diámetro más económico).

Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60 Shore A. Uniones con bridas ANSI 150 libras, PRFV con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.1.2 Tubería para aire

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de aire comprimido debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima 15 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Shore A. Uniones con bridas ANSI 150 libras, acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.1.3 Tubería para biogás

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de biogás debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima = 3.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60 Shore A. Uniones con bridas ANSI 150 libras, acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.1.4 Tubería para olor

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de olor debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima = 15.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60 Shore A. Uniones con bridas ANSI 150 libras, acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.1.5 Tubería para lodos

La tubería para lodos se divide en dos tipos: 1) Tubería para lodos desde los reactores UASBs a planta de lodos, y 2) Tubería para lodos de decantador a estaciones de bombeo y tanque aireador.

8.5.1.5.1 Tubería para lodos reactores UASB - Planta de lodos

Excepto donde se indique lo contrario, la tubería para lodos de reactores UASB a Planta de lodos deberá ser en tubo de acero A-53°B, en Sch. 40 de Ø 4 a 6+, y en Sch. 20 de Ø 8 a 12+. Esta tubería deberá ser a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 2.0 kg/cm² (29.4 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C, presión de prueba 3.0 kg/cm² (44.1 psig). Velocidad máxima 5.0 m/s.

Unión soldada entre tramos y accesorios con soldaduras a tope o con uniones bridadas. Las bridas deberán ser ANSI 150 libras, acero carbón, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304. Accesorios soldables, con soldaduras externas con limpieza a grata. Limpieza interna de la tubería drenada.

Todos los codos de 30°, 45°, 60° y 90° deberán ser de radio largo (R/D = 1.5). Todos los codos con uniones soldadas a tope. Todas las tees deberán ser de entrada / salida lateral a 90°. Todas las reducciones / expansiones deberán ser concéntricas a 5 o 10°.

Tubería con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.5.1.5.2 Tubería para lodos decantador - estación de bombeo / tanque aireador

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería para lodos de decantador a estación de bombeo y/o tanque aireador, de Ø14+ en adelante, deberá ser en tubo de acero carbón, soldado longitudinalmente, a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 2.0 kg/cm² (29.4 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C, presión de prueba 3.0 kg/cm² (44.1 psig). Velocidad máxima 5.0 m/s.

Tubería fabricada de mínimo lámina 3/16+HR, A-36, en tramos de entre 1.20 y 2.40 metros, con uniones longitudinales y transversales soldadas eléctricamente a tope. Soldaduras externas con limpieza a grata. Soldaduras internas con limpieza a cepillo de acero. Limpieza interna del tubo: drenado y seco; acabado interno: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris. Limpieza externa del tubo: manual con cepillo de acero, acabado externo: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris.

Unión soldada entre tramos y accesorios con soldaduras a tope o con uniones bridadas. Las bridas deberán ser de dimensiones similares a las bridas ANSI 150 libras, en mínimo lámina 3/8+HR, A-36, (o en ángulo L curvado, de espesor mínimo ¼+ A-36), con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Accesorios en mínimo lámina 3/16+ HR, A-36, extremos soldables, con uniones longitudinales y transversales soldadas eléctricamente a tope. Soldaduras externas con limpieza a grata. Soldaduras internas con limpieza a cepillo de acero. Limpieza interna del accesorio: drenado y seco; acabado interno: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris. Limpieza externa del accesorio: manual con cepillo de acero, acabado externo: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris.

Todos los codos de 30°, 45°, 60° y 90° deberán ser de radio largo (R/D = 1.5). Los codos de 90° deberán ser de cinco piezas, los de 60° de tres piezas y los de 30° y 45° de dos piezas. Todos los codos con uniones soldadas a tope. Todas las tees deberán ser de entrada / salida lateral a 90°. Todas las reducciones / expansiones deberán ser concéntricas de 5 a 10°.

Tubería con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.5.1.6 Tubería para agua de proceso

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de agua de proceso debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima = 5.0 m/s.

Uniones roscadas con rosca cónica NPT. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 libras galvanizadas con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.5.2 SOPORTERIA PARA TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO

Todas las tuberías de las instalaciones de servicio son a la vista, pintada con colores reglamentarios, y sobre soportes. Arreglo, dimensiones generales y detalles principales de la soportería para tubería y válvulas, y el paso de vías se muestran en los siguientes planos:

1. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
2. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
3. UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para la soportería de las instalaciones de servicio. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio siguen las especificaciones técnicas generales establecidas anteriormente.

8.5.2.1 Soportes en marco H

La soportería para tubería deberá ser tipo marco en H con uniones atornilladas, que soporte las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de las tuberías.

La distancia entre soportes y la separación entre tuberías deben ser como recomendado por los fabricantes / suministradores de la tubería, y deberá tener en cuenta el diámetro exterior de la brida. En los planos se dan indicaciones generales sobre la distancia entre soportes para tubería de acero. Las tuberías de acero de gran diámetro podrán usarse para apoyar soportería de tuberías plásticas de diámetro menor.

Cada válvula deberá tener como mínimo dos soportes. Un soporte deberá instalarse cerca a cada unión a la tubería (bridas). Un soporte adicional deberá instalarse bajo el cuerpo en válvulas de gran peso y/o tamaño.

La soportería para tubería y válvulas deberá tener columna, ménsulas y travesaños en C 1.5/8 x 1.5/8+ x 3 kg/m, en lamina doblada cal. 12 HR, A-570 Gr 33, galvanizada en caliente bajo normas ASTM A 123 y A 153. Las uniones de la soportería deben ser con platinas conectoras en lamina calibre 12 y ¼+ASTM A 36, galvanizada en caliente según normas ASTM A 123 y A 153.

Las columnas y parales de la soportería deben ir sobre placas soportes para anclar a piso o base de concreto. Estas placas deben ser en lamina $\frac{1}{4}$ + HR A-36 con cartelas para unión a columnas y parales con tornillería grado 2. El acabado de las placas soportes y la tornillería puede ser galvanizado en caliente según normas ASTM A 123 y A 153; o zincado electrolítico según norma ASTM B 633-78.

Las ménsulas, platinas conectoras y las cartelas deben unirse a columnas, parales, travesaños y placas soporte con tornillo cabeza hexagonal, arandela plana, arandela de presión y tuerca mordaza con resorte. Esta tornillería debe ser grado 2, y galvanizada en caliente según normas ASTM A 123 y A 153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B 633-78.

Las placas soportes para columnas y parales deben anclarse al piso o a base de concreto. Las bases deberán ser en concreto de 3000 lb/pulg², diseñadas para soportar las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de la soportería y de las tuberías.

Los anclajes de las placas soporte deben ser de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión. Los anclajes mínimos serán anclaje de cuña $\frac{1}{2}$ + x 3.3/4+, acero inoxidable 304, con resistencia a la extracción de 6000 lb/pulg², y resistencia al corte de 9000 psi, excepto donde se especifique diferente.

8.5.2.2 Puente para paso de tubería sobre vías

El paso de tubería a través de las vías internas deberá hacerse sobre puente. Este puente será del tipo plataforma metálica elevada sobre columnas tubulares, y lo será para vías de ancho 5.0, 6.0 y 7.0 m. El típico de puente para vía de 7 metros se muestra en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles).

La altura mínima por debajo de la estructura del puente deberá ser de 5.0 m, La plataforma deberá ser de ancho 3.60 m. Luz máxima del puente deberá ser de 8.00 m (para vía de 7.0 m de ancho), para carga segura concentrada de 4000 kg, carga distribuida de 50 kg/m, deflexión máxima de los largueros de L / 1,200 (longitud entre soportes dividido por 1200)

La plataforma deberá contar con espacio para montar soportes para tubería en marco H, pasos peatonales a ambos lados, baranda de 1.0 m de alto, y dos escaleras tipo gato con protección, para acceso del personal a la plataforma, por un solo lado.

Largueros y travesaños de la plataforma en perfiles estructurales A-42, y tramado para piso en ángulos A-36. Piso en lamina $\frac{1}{8}$ +Alfajor A-36 con barandas en L 2 x 2 x14+A-36. Columnas en tubo A 53 °B. Cartelas mínimo en lámina $\frac{1}{4}$ +A-36. Todas las uniones atornilladas con tornillería en acero carbón grado 5. Acabado general en 3 mills de pintura epóxica, color reglamentario. Peso aproximado 4,500 kg.

Las placas soportes de las columnas tubulares deben anclarse a bases de concreto. Estas bases deberán ser en concreto de 3000 psi, diseñadas para soportar las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de la plataforma y la tubería.

Los anclajes de las placas soporte de las columnas deben ser de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión. Los anclajes mínimos serán anclaje con tornillo mínimo 3/4+pulg.

La distancia entre soportes y la separación entre tuberías antes de subir a la plataforma, y sobre la plataforma en sí, deberán ser como recomendado por los fabricantes / suministradores de la tubería, y deberá tener en cuenta el diámetro exterior de la brida. Las tuberías de acero de gran diámetro podrán usarse para apoyar soportería de tuberías plásticas de diámetro menor.

Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos del puente para paso elevado de tuberías sobre vías pueden verse en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería . Puente paso vías (Típico)

Puente con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.5.3 ANCLAJE DE TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO

Toda la tubería de proceso debe anclarse a la soportería. Los accesorios para fijación de la tubería a columnas, ménsulas, parales y travesaños de la soportería pueden ser en lamina HR A-36, o redondos de acero SAE 1020, y tornillería grado 2.. Estos accesorios deben ser galvanizados en caliente según normas ASTM A 123 y A 153; o zincada electrolíticamente según norma ASTM B 633-78.

8.5.4 PRUEBA HIDROSTATICA DE TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO

Después de instalar, el CONTRATISTA debe realizar la prueba hidrostática de todas las tuberías (agua, aire, gas y lodos). Esta prueba debe realizarse a 1.50 veces la presión de trabajo de la tubería, durante 24 horas. Al final de las 24 horas de prueba, la Interventoría inspeccionará la tubería para verificar que la pérdida de presión durante esas 24 horas es menor al 5.0% de la presión de prueba.

El CONTRATISTA debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos; equipos para realizar, verificar y controlar la prueba; y la mano de obra para las pruebas hidrostática de todas las tuberías instaladas por el CONTRATISTA. Dentro de estos costos deberá incluirse también el costo de elabora y someter a aprobación de la Interventoría el protocolo (procedimiento) de cada prueba.

El CONTRATISTA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo y programación para realizar la prueba

hidrostática de una o varias tuberías. Esta prueba debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda realizar control de la prueba e inspección de la tubería dentro de los días hábiles de una sola semana calendario.

En el evento de que una tubería no pase la prueba hidrostática, será por cuenta total del CONTRATISTA todos los trabajos de detección y corrección de defectos; , el reemplazo de tubería, equipos auxiliares, sistemas, componentes y/o partes que resultaren defectuosos; y, la realización de nuevas pruebas hidrostáticas.

8.5.5 IDENTIFICACION DE TUBERIA DE INSTALACIONES DE SERVICIO

Toda la tubería de proceso es a la vista, pintada con colores reglamentarios, y sobre soportes. Una vez instalada y pintada una haz de tubería, y previo a la prueba hidrostática de la misma, el CONTRATISTA deberá procederse a identificar cada línea. La identificación de líneas será bajo norma del Código Colombiana de Seguridad Industrial y/o OSHA, según lo aprobado por la Interventoría.

El CONTRATISTA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo y programación para realizar la identificación de uno o varios haces de tuberías totalmente instalados y pintados. Esta actividad debe realizarse de manera tal que la Interventoría pueda realizar control del trabajo y verificación de la identificación dentro de los días hábiles de la semana calendario.

8.5.6 ACOMETIDAS ELECTRICAS PARCIALES

Las acometidas eléctricas parciales para las unidades de procesos y operaciones y para equipos serán como especificadas en el diseño de las instalaciones eléctricas.

8.5.7 TABLERO ELECTRICO PARCIAL (TP) DE ACOMETIDAS ELECTRICAS

Cada acometida eléctrica parcial tendrá también su tablero parcial. Estos TPs serán como especificadas en el diseño de las instalaciones eléctricas. Excepto donde se especifique diferente, los TPs estarán entre tres y cinco metros de la unidad o equipo al cual alimentan.

8.5.8 TABLERO DE FUERZA Y CONTROL (TFC) DE UNIDADES Y EQUIPOS

Será por cuenta total del CONTRATISTA el tablero de fuerza y control (TFC) de cada una de las unidades y de los equipos a suministrar y montar. Todos los equipos individuales deben tener su propio TFC, excepto donde se especifique lo contrario.

A este respecto, dentro de los límites de suministro de cada ítem de equipos debe considerarse: 1) Suministrar e instalar el TFC con todos los conductores y el aparataje necesario, y 2) Conectar el TFC al tablero parcial eléctrico (especificado dentro de las obras eléctricas), situado a no más de cinco metros de distancia.

Excepto donde se especifique diferente, todos los TFCs serán a la vista, sobre soportes, y pintados con colores reglamentarios. El TFC será para área no peligrosa y a prueba de agua y corrosión, según Código Eléctrico Nacional y norma NEMA 4X, con gabinetes en lámina de al menos 2.0 mm, acero inoxidable AISI 304.

El TFC de cada unidad de proceso o equipo individual, como mínimo deberá contener:

- 1) Barraje 440V/3f/60Hz, de acuerdo a la carga instalada
- 2) Aparataje de fuerza y control completo que incluye totalizadores, contactores, relés termo magnéticos, temporizadores, arrancadores, potenciómetros, etc.
- 3) Aparataje de señalización que incluye amperímetro, voltímetro, vatímetro, botonera y luces pilotos para accionamientos start-stop y manual-automático (donde aplicable)
- 4) Borneras y conductores con identificación
- 5) Aparataje completo de sensores, indicadores, y controladores para la medición y/o automatización de procesos, según lo especificado para cada unidad de proceso y/o equipo
- 6) Borneras y salidas eléctricas y/o digitales con identificación para enviar las señales, según lo especificado, para la Unidad Supervisora de Operación de la planta.

Los módulos especiales de control o automatización de procesos con tableros de fábrica, o que no puedan instalarse dentro del TFC del respectivo equipo, deberán tener protección NEMA 4X y gabinete en acero inoxidable 304. Adicionalmente deberán cumplir, o facilitar cumplir, las demás especificaciones de los TFCs.

8.5.9 CANALIZACION Y CONDUCTORES DE ACOMETIDAS TP Æ TFC

Será por cuenta del CONTRATISTA la canalización y conductores de la acometida del tablero parcial (TP) de la unidad de proceso al tablero de fuerza y control (TFC) de cada equipo. Los TP serán como consignado en las especificaciones de los equipos e instalaciones eléctricas.

La canalización externa e interna será en tubo conduit pesado a la vista, pintado y sobre soportes. El tubo, conduit y las cajas de paso deben ser para área no peligrosa y a prueba de agua y corrosión, según Código Eléctrico Nacional y norma NEMA 4X.

La canalización deberá pintarse con primer y luego con esmalte sintético color reglamentario según el Código Colombiano de Seguridad Industrial y/o OSHA, como determine la Interventoría.

Los conductores serán a prueba de corrosión y agua, y deberán tener terminales e identificación, siguiendo para el efecto lo establecido para las obras e instalaciones eléctricas.

8.5.10 CANALIZACION Y CONDUCTORES DE ACOMETIDAS TFC Æ EQUIPO

Será por cuenta del PROPONENTE / CONTRATISTA la canalización y conductores de la acometida del tablero de fuerza y control (TFC) a cada equipo.

La canalización será en tubo conduit pesado a la vista, pintado y sobre soportes. El tubo, conduit y las cajas de paso deben ser para área no peligrosa y a prueba de agua y corrosión, según Código Eléctrico Nacional y norma NEMA 4X. El tubo deberá pintarse con primer y luego con esmalte sintético color reglamentario según el Código Colombiano de Seguridad Industrial y/o OSHA, como determine la Interventoría.

Los conductores serán a prueba de corrosión y agua, y deberán tener terminales e identificación.

8.5.11 SOPORTERIA PARA ACOMETIDAS TP - TFC y TFC Æ EQUIPO

Todas las canalizaciones de acometidas eléctricas parciales son a la vista, pintada con colores reglamentarios, y sobre soportes. El soporte debe ser tipo columna o marco en H con uniones atornilladas, que soporte las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de las canalizaciones.

La soportería para las canalizaciones eléctricas debe ser similar a la soportería para tubería de agua, aire y gas, especificada anteriormente.

8.5.12 ANCLAJE DE TFC DE CADA EQUIPO

Todo tablero debe asegurarse al poste o la estructura de soporte. Los anclajes serán de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión: acero inoxidable 304, excepto donde se especifique diferente.

8.5.13 PRUEBA DE ACOMETIDAS Y TABLEROS ELECTRICOS

Después de instalar, el CONTRATISTA debe realizar la prueba de todas las acometidas eléctricas parciales y todos los TPs y TFCs. Estas pruebas son protección, puesta a tierra, aislamiento, operación y amperaje o carga instalada. Igualmente deberá probarse el factor de potencia y factor de demanda establecidos para la carga instalada. La realización, verificación y aceptación de esta prueba será como establecido en las especificaciones de las obras eléctricas.

El CONTRATISTA debe aportar todo los materiales; consumibles, insumos; equipos para realizar, verificar y controlar la prueba; y la mano de obra para las pruebas de todas las acometidas y tableros parciales suministrados e instalados por el CONTRATISTA. Dentro de estos costos deberá incluirse también el costo de elaborar y someter a aprobación de la Interventoría el protocolo (procedimiento) de cada prueba.

El CONTRATISTA, con 48 horas hábiles de anticipación, debe someter a aprobación de la Interventoría el protocolo y programación para realizar la prueba de una o varias acometidas y tableros parciales. Esta prueba debe ocurrir de manera tal que la Interventoría pueda realizar control de la prueba e inspección de las instalaciones dentro de los días hábiles de la semana calendario.

En el evento de que una acometida o tablero no pase la prueba respectiva, será por cuenta total del CONTRATISTA todos los trabajos de detección y corrección de defectos; el reemplazo de conductores, canalizaciones, tableros, equipos auxiliares, sistemas, componentes y/o partes que resultaren defectuosos; y, la realización de nuevas pruebas. Esto lo será hasta el recibo de la prueba y tubería a plena satisfacción de la Interventoría.

8.6 ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA EQUIPOS E INSTALACIONES

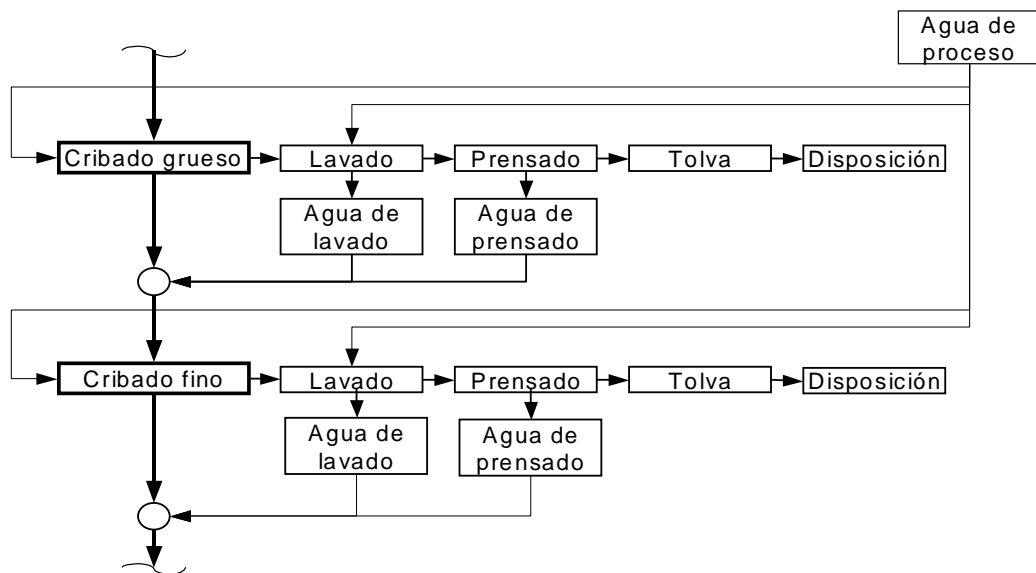
Se presentan aquí las especificaciones técnicas particulares para las operaciones y procesos unitarios, los equipos mayores, y las instalaciones de servicio no cubiertas por las especificaciones generales. El orden de presentación sigue el diagrama de bloques de las etapas del tratamiento de la Figura 2, y el diagrama de bloques los procesos y operaciones unitarias de la Figura 3.

En cada numeral, inicialmente se resume el proceso u operación unitaria, y se relacionan los componentes y planos de referencia; para después presentar las especificaciones en sí. No se consignan cantidades ni unidades de medición de los ítems especificados, los cuales son de fácil acceso al consultar el formulario de cantidades de obras.

8.6.1 CRIBADO

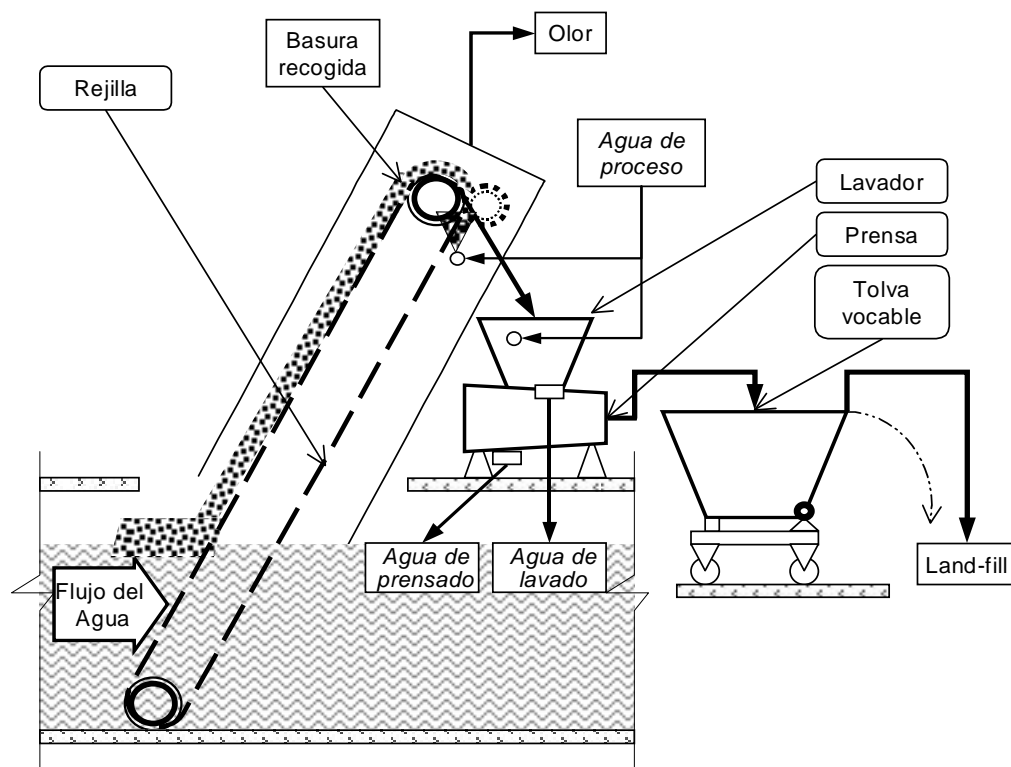
Cribado es la operación unitaria usada para remover los sólidos (basuras) con tamaño superior a 3 milímetros presente en el agua residual. La unidad de cribado está compuesta de rejillas para cribado grueso (6 mm), rejillas cribado fino (3 mm), lavadores y compactadores o prensas de cribados y tolva para recibir y transportar las basuras lavadas y prensadas. Por otra parte, la entrada y salida del canal de cribado cuentan con compuertas de corte, con izaje y traslado mediante diferenciales con troles que corren a todo lo ancho del canal sobre puentes grúas.

Fig 8.4 Diagrama de bloques de la operación unitaria de cribado



La Figura 4 muestra el diagrama de bloques del proceso de cribado, y en la Figura 5 se presenta el esquema de sus equipos mayores: rejilla, lavador, compactador, y tolva volcable. La tolva volcable es para recepción y transporte de las basuras cribadas, lavadas y compactadas, que tendrán disposición final en un relleno sanitario o land-fill.

Fig 8.5 Esquema de la rejilla para cribado



En el cribado, el influente será recibido por gravedad en el canal que los conducirá a las rejillas. El influente pasa primero por el cribado grueso donde serán retenidos los materiales con tamaño mayor de 6 mm; y luego por el cribado fino, para detener basuras con tamaño mayor de 3 mm. Un sensor de nivel, tipo ultrasónico, localizado

aguas abajo de cada cribado, envía señal a un control on-off para que las rejillas entren en operación.

En la medida en que el influente pase por la superficie cribante, unas horquillas móviles realizarán la limpieza de esta superficie, sacando las suciedades y descargándolas en la cara posterior. La limpieza de la superficie cribante y las horquillas se mejora con agua de proceso a presión de hasta 2 kg/cm².

Las rejillas deberán ser montadas lado a lado, con una distancia de hasta 5 centímetros entre cada equipo. El espacio entre rejillas deberá cerrarse con sellos de elastómero sintético.

Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales de la unidad de cribado y algunos de sus equipos mayores (compuerta, puente grúa y rejillas) se muestran en el plano hidráulico UT-PTAR-CDMB-4478-PL-HID-014: Estructura de cribado . Plantas, cortes y dimensiones.

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes, olores y agua de proceso se muestran en los siguientes planos hidráulicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-005-05: Propuesta de diseño . Red de efluentes
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-010-10: Propuesta de diseño . Red de olores
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-011-11: Propuesta de diseño . Red de agua de proceso.

Finalmente, arreglo y dimensiones generales, y detalles principales de compuerta y puente grúa se muestran en los planos mecánicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-001-05: Sub-unidad de Cribado - Canal de cribado - Compuertas - Corte AAqy detalle1
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-002-05: Sub-unidad de Cribado- Canal de cribado - Compuertas -Detalles de sellos y puente grúa.

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los equipos mayores de la unidad de cribado: compuerta, puente grúa para compuerta, diferencial con troles para puente grúa, rejillas gruesas y finas, lavador y compactador para basuras cribadas, y tolva para basuras. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, influente / efluente, olor y agua de proceso siguen las especificaciones técnicas generales establecidas anteriormente.

8.6.1.1 Compuerta para entrada / salida del canal de cribado (más de 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Compuerta tipo plana para instalación en canal, con izaje y traslado mediante diferenciales con troles, para tres posiciones: canal 1-canal 2-izada. Tamaño W x H (Ancho x Alto) = 6.08 x 2.00 m. Peso aproximado 2400 kg.

Otras dimensiones y especificaciones generales según planos. Cabeza máxima de diseño = 6.0 m metros (20q. Rata AWWA esperada de perdida = 0.05 . 1 gal/min x pie perímetro húmedo (0.01-0.21 litros/s x metro de perímetro húmedo)

Compuertas con cubierta exterior en placas modulares de hierro fundido y refuerzo con estructura reticulada en perfiles de acero carbón A-36, uniones con tornillería de acero inoxidable AISI 304. Incluye tres orejas para izaje con diferencial. Orejas de izaje en acero carbón A-36. Acabado general con 3.0 mills de pintura epóxica, color reglamentario.

Lado de flujo de las compuertas con guías y mecanismo de cuña en lamina de acero inoxidable AISI 304 y platina de desgaste en polímetro de alto peso molecular (HMWP) de dureza 60. Lado opuesto al flujo con sello tipo J, en elastómero de dureza 60. Asiento inferior con sello en perfil de elastómero de dureza 60. Toda la tornillería en acero inoxidable AISI 304.

Compuertas de operación manual con izaje y desplazamiento mediante tres diferenciales de cadena de eslabones con troles, ambos accionados desde el piso, o borde del canal.

Montaje embebido en ranura dispuesta para tal fin en paredes y fondo del canal. Para la instalación presentar las guías en la ranura, nivelar, bloquear, verificar funcionamiento (de mecanismo de izaje y sellos), y rellenar toda la ranura del canal con grouting de espesor mínimo 2.5 mm (1"). Seleccionar el grouting según el servicio y seguir instrucciones del fabricante.

Compuerta metálica con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.6.1.2 Puente grúa para compuertas del canal de cribado (más de 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Puente grúa para sacar y colocar compuerta. Estructura compuesto de tres pórticos y una viga en I, de carga y para desplazamiento de los troles de diferenciales. Estructura montada sobre borde del canal con pernos de anclaje de acero inoxidable 304.

Todas las vigas de la estructura en perfil estructural A-42. Patas del pórtico en tubo A 53 °B. Cartelas mínimo lamina A-36, de ¼+ de espesor mínimo. Uniones atomilladas con la tornillería en acero carbón grado 5. Limpieza mecánica con

grata, acabado general en 3 mills de pintura epóxica. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado 1800 kg. Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos del puente grúa se presentan en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-001-05: Subunidad de Cribado - Canal de cribado - Compuertas - Corte AAq y detalle1; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-002-05: Sub-unidad de Cribado- Canal de cribado - Compuertas -Detalles de sellos y puente grúa

8.6.1.3 Diferencial con trole para puente grúa para compuertas (más de 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Diferencial eléctrico de cadena de eslabones con trole motorizado. Diferencial con capacidad 1.5 toneladas x 3.0 de elevación, velocidad de elevación 7.5 m/min, y motor 2 kW, 440V/3f/60Hz TEFC. Trole con velocidad 24 m/min, ancho de vía hasta 178 mm, motor 0.3 kW 440V/3f/60Hz TFEC. Peso total aprox. 54 kg.

Incluye suministro e instalación de bolsa en cuero para cadena, botonera (push button) para accionar desde el piso al borde del canal, y tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X. Incluye también la acometida eléctrica tablero parcial - TFC.

8.6.1.4 Rejilla para cribado grueso (más 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tipo esterilla para instalar en canal de 6.0 metros de ancho. Espaciamiento 6 mm (3/16"); ancho efectivo de la rejilla 1.90 m. Partes sumergidas en acero inoxidable 304 y plástico resistente al impacto. Operación totalmente automática. Sistema totalmente cerrado para reducir olores y atracción de vectores. Incluye conexión para tubería de extracción de olores.

Para instalar en canal de W x H (anchura x profundidad) = 6.0 x 1.96 m; máximo nivel del influente 0.89 m (35"), medido desde el fondo del canal; máxima velocidad de aproximación 0.58 m/s (1.9 ft/s); ángulo de la rejilla 80 grados; máxima pérdida de cabeza 0.18 metros (7"); remoción de cribados hasta 0.25 m³/hr.

Basura a colectarse comprende piedras pequeñas o gravilla, hojas y ramas de árboles, piezas de madera, trapos, papel higiénico, condones, plásticos y restos de alimentos sin descomponer.

Cada rejilla debe componerse de:

- 1). Superficie filtrante
- 2). Elementos mecánicos de limpieza
- 3). Accionamiento electromecánico

- 4). Elementos hidráulicos para la limpieza con agua a presión
- 5). Tolva de descarga de los sólidos retenidos
- 6). Elementos para encerramiento compuestos por paneles removibles
- 7). Campana superior para la succión de los gases con olor

Cada rejilla debe tener un sistema de apoyo posterior para instalación. Esto, para facilitar de mantenimiento y no intervenir ninguna área de la sección del canal. Este apoyo posterior debe anclarse sobre la tapa del canal, construida en placa de concreto.

Las rejillas deberán ser montadas lado a lado, con una distancia de hasta 5 centímetros entre cada unidad. El espacio entre rejillas deberá cerrarse con sellos de elastómero sintético.

Incluye suministro e instalación del accionamiento mediante moto reductor tipo helicoidal con variador electrónico de velocidad, motor de al menos 2.0 kW, 440V/3f/60Hz, TEFC.

Incluye suministro e instalación de sensor de nivel tipo ultrasónico (instalado aguas abajo), control proporcional de nivel, actuador (el variador electrónico de velocidad del accionamiento de la rejilla), tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X, y acometida eléctrica tablero parcial . TFC.

8.6.1.5 Lavador de cribados gruesos (más 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tipo lavado por agitación usando agua, aire y mezcla por medios mecánicos. Lavado de cribados hasta $0.25 \text{ m}^3/\text{hr}$. Para abastecer el lavado de los residuos procedentes de todas las rejillas de cribado grueso.

Retorno de agua de lavado a la corriente del proceso y salida de material lavado por gravedad al compactador. El material lavado con materia orgánica reducida es adecuado para deshidratar y posterior disposición en relleno sanitario.

Partes sumergidas en acero inoxidable 304 y plástico resistente al impacto. Operación totalmente automática. Sistema totalmente cerrado para reducir olores y atracción de vectores.

Accionamiento por moto reductor tipo helicoidal de al menos 2.0 kW, 440V/3f/60Hz. Incluye interruptor de flotador para accionamiento automático, y tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X, y acometida tablero parcial . TFC.

8.6.1.6 Compactador de cribados gruesos (más 502 lps)

Especificación no aplicable para primera etapa, con $q_{ds} = 0.502 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tipo prensa tornillo sin fin para deshidratar cribados reduciendo su volumen hasta un 75% y extrayendo de 40 a 50% de agua. Deshidratado de cribados hasta $0.25 \text{ m}^3/\text{hr}$. Para abastecer el lavado de los residuos procedentes de todas las rejillas de cribado grueso.

Retorno de agua de deshidratado y de lavado del equipo a la corriente del proceso y salida de material compactado por prensado. El material compactado, cae por gravedad a una tolva para disponer en relleno sanitario (land-fill).

Partes sumergidas en acero inoxidable 304 y plástico resistente al impacto. Operación totalmente automática. Sistema totalmente cerrado para reducir olores y atracción de vectores.

Accionamiento por moto reductor tipo helicoidal de al menos 3.0 kW, 440V/3f/60Hz. Incluye interruptor de flotador para accionamiento automático, y tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X, y acometida tablero parcial . TFC..

8.6.1.7 Rejilla para cribado fino

Tipo esterilla para instalar en canal de 6.0 m de ancho. Espaciamiento 3 mm (1/8"); ancho efectivo de la rejilla 2.90 m. Partes sumergidas en acero inoxidable 304 y plástico resistente al impacto. Operación totalmente automática.

Sistema totalmente cerrado para reducir olores y atracción de vectores. Incluye conexión para tubería de extracción de olores.

Para instalar en canal de W x H (anchura x profundidad) = 6.0 x 1.96 m; máximo nivel del influente 0.71 m (28"), medido desde el fondo del canal; máxima velocidad de aproximación 0.72 m/s (2.37 ft/s); ángulo de la rejilla 35 grados con la horizontal; máxima pérdida de cabeza 0.20 m (8"); remoción de cribados 0.039 - 0.42 m^3/hr (0.05-0.54 cu yd /hr). remoción de BOD 5-10%; remoción de TSS 5-10%

Basura a colectarse comprende arena, papel picado, fibras vegetales y artificiales, cabello, restos de alimentos sin descomponer y heces.

Resto de especificaciones similares a la de la rejilla para cribado fino.

8.6.1.8 Lavador de cribados finos

Similar al lavador para cribado grueso, y para abastecer el lavado de los residuos procedentes de todas las rejillas de cribado fino.

8.6.1.9 Compactador de cribados para sistema de cribado fino

Similar al compactador para cribado grueso y para abastecer el lavado de los residuos procedentes de todas las rejillas de cribado fino.

8.6.1.10 Tolva para recibir y transportar cribados finos

Tipo tolva de auto-volteo, trabajo pesado, con ruedas y guía para trasladar con montacargas. Capacidad 1.15 m³ (1.5 yardas³), 1000 kg, L x H x H = 1.25 x 1.30 x 1.30 m. (49 x 51.1/4 x 51). Fabricada totalmente en acero carbono con acabado en pintura epóxica. Peso aproximado 200 kg.

Tolva en lamina cal. 12 HR A-36. Con borde reforzados con platina de acero carbón A-36. Soporte y mecanismo de volteo en laminas y perfiles de acero carbón. Incluye cadena de seguridad para asegurar a montacargas y cable para accionar mecanismo de volteo desde el asiento del montacargas.

Guías para montacargas y bases para ruedas en perfiles estructurales de acero carbón. Incluye ruedas $\varnothing 8 \times 2$ %ados fijas y dos móviles

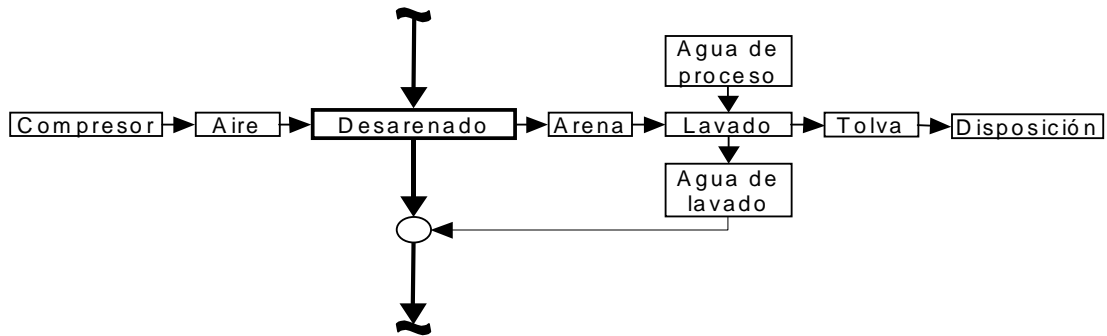
Limpieza interior y exterior con grata, y acabado con 3.0 mills pintura epóxica color reglamentario.

8.6.2 DESARENADO

Desarenado es la operación unitaria que remueve la arena presente en los influentes sanitarios, para así evitar que llegue a otras unidades de proceso afectando desempeño y erosionando conductos y equipos. La unidad de desarenado esta compuesta de canal desarenador con difusores de burbujas finas de aire, compresor para aire, y motobomba sumergible para extraer la arena, montada sobre puente viajero. Adicionalmente, la entrada al canal cuenta con compuerta de cierre con izaje y traslado mediante diferenciales con trole que corren a todo lo ancho del canal sobre puente grúa. La salida cuenta con vertedero fijo. *Especificación sólo aplicable para etapa donde se tratarán de 0.5 m³/s.*

La Figura 6 muestra el diagrama de bloques del proceso de desarenado. Por otra parte, la Figura 7 muestra el esquema de sus equipos mayores: puente viajero, motobomba sumergible para arena, canal de recolección de arena, lavador-separador de arena y tolva volcable. La tolva volcable es para recepción y transporte de arena lavada que tendrá como disposición final recomendada el uso en la construcción.

Fig 8.6 Diagrama de bloques de la operación unitaria de desarenado

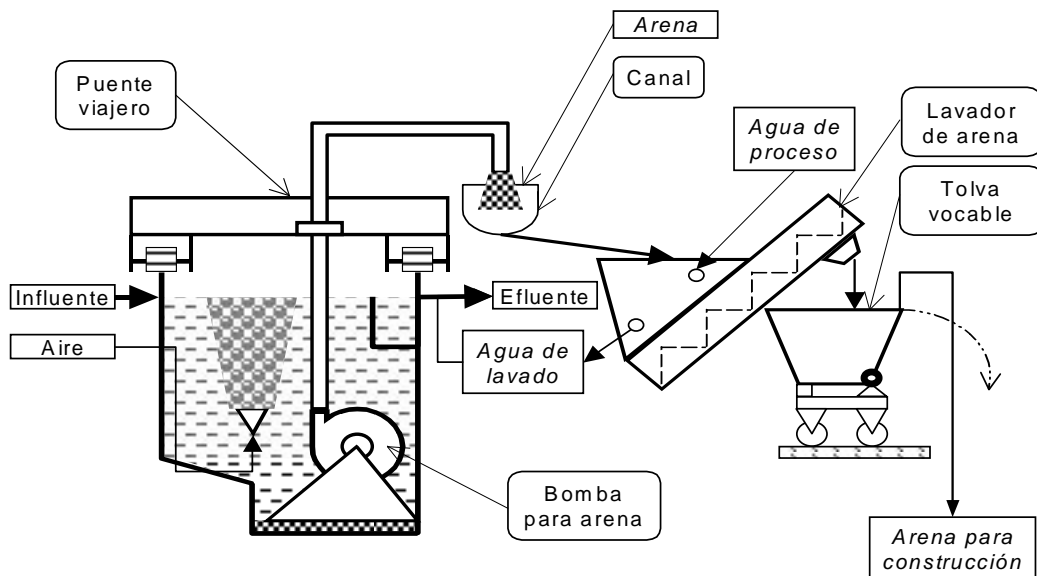


Luego de la remoción de los sólidos (basuras) en la unidad de cribado, el agua residual sigue por desnivel a la unidad de desarenado. En el desarenador ocurre la sedimentación de la arena, lo cual es promovido por un flujo ascendente de aire inyectado por difusores de membrana.

La arena decantada se precipita en el fondo del tanque donde inmediatamente la succiona la motobomba sumergible, la cual cuelga y se desplaza con el puente viajero. La descarga de la motobomba sumergible arroja el agua y arena a un canal lateral que, por gravedad, lleva la mezcla al lavador-separador de arena localizado en la extremidad del mismo canal.

El lavador-separador de arena realiza su función aprovechando la gravedad y el mezclado y transporte efectuado por un tornillo sin fin. El agua de lavado retorna a la corriente de agua residual y la arena cae en la tolva volcable para la remoción y disposición final.

Fig 8.7 Esquema del desarenador



Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales de la unidad de desarenado y algunos de sus equipos mayores (compuerta y canal lateral) se muestran en el plano hidráulico UTPT-CDMB-4478-PL.HID-015-05: Desarenador - Planta, cortes y dimensiones,

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes se muestra en el plano hidráulico: UTPT-CDMB-4478-PL.HID-005-05: Propuesta de diseño . Red de efluentes

Finalmente, arreglo y dimensiones generales, y detalles principales de compuerta, puente grúa, puente viajero se muestra en los planos mecánicos

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-003-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Corte AAqy detalle 1
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-004-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Detalles de sellos y puente grúa
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-005-05: Sub-unidad de Desarenación - Desarenador - Puente viajero - Arreglo general, vistas y detalle 1

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los equipos mayores de la unidad de cribado: compuerta, puente grúa para compuerta, diferencial con troles para puente grúa, puente viajero, moto reductor para puente viajero, compresor, motobomba sumergible, canal lateral, lavador-separador de arena, y tolva para arena lavada. Adicionalmente se especifican las instalaciones de servicio de tubería de aire, la cual no sigue las especificaciones generales antes consignadas. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica, influente / efluente,

olor y agua de proceso siguen las especificaciones técnicas generales establecidas anteriormente.

8.6.2.1 Compuerta de corte para entrada del canal del desarenador

Tipo plana para instalación en canal, con izaje y traslado mediante diferencial con trole para tres posiciones: canal 1-canal 2-izada. Tamaño W x H (Ancho x Alto) = 3.93 x 2.88 m.

Otras dimensiones y especificaciones generales según planos. Cabeza máxima de diseño = 6.0 m metros (20q. Rata AWWA esperada de pérdida = $0.05 \cdot 1 \text{ gal / min x pie perímetro húmedo}$ (0.01-0.21 litros/s x metro de perímetro húmedo)

Compuertas con cubierta exterior en placas modulares de hierro fundido y refuerzo estructura reticulada en perfiles de acero carbón A-36, uniones con tornillería de acero inoxidable AISI 304. Incluye tres orejas de izaje con diferencial. Orejas de izaje en laminas y varillas acero carbón A-36.

Resto de especificaciones similares alas del numeral 5.1.1 Compuerta de corte 6.08 x 2.0 m para entrada / salida de canal de cribado.

Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-003-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Corte AAqy detalle 1; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-004-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Detalles de sellos y puente grúa.

8.6.2.2 Puente grúa para compuerta de corte de entrada del canal de desarenado

Puente grúa para sacar y colocar compuerta. Estructura compuesto de tres pórticos y una viga en I, de carga y para desplazamiento de los troles de diferenciales. Estructura montada sobre borde del canal con pernos de anclaje de acero inoxidable 304.

Todas las vigas de la estructura en perfil estructural A-42. Patas del pórtico en tubo A 53 °B. Cartelas mínimo lamina A-36, de ¼+ de espesor mínimo. Uniones atomilladas con la tornillería en acero carbón grado 5. Limpieza mecánica con grata, acabado general en 3 mills de pintura epóxica. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado 1800 kg. Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos del puente grúa se presentan en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-003-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Corte AAqy detalle 1; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-004-05: Sub-unidad de Desarenado - Desarenador - Compuerta - Detalles de sellos y puente grúa.

8.6.2.3 Diferencial con trole para puente grúa para compuerta de corte

Diferencial eléctrico de cadena de eslabones con trole motorizado. Diferencial con capacidad 1.5 toneladas x 3.0 de elevación, velocidad de elevación 7.5 m/min, motor 2 kW, 440V/3f/60Hz. Trole con velocidad 24 m/min, ancho de vía hasta 178 mm, motor 0.3 kW 440V/3f/60Hz Peso total aprox. 54 kg.

Incluye suministro e instalación de bolsa en cuero para cadena, botonera (push button) y tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X, y acometida eléctrica tablero parcial . TFC

8.6.2.4 Puente viajero para desarenador

Puente viajero (móvil) peatonal y para soporte de bombas sumergibles y sus tuberías de descarga de slurry arena-agua; de dimensiones generales L x W x H (longitud total x ancho x alto) = 10.50 x 1.05 x 2.50 m, distancia entre apoyos L = 9.80 m. Puente con diseño preliminar para carga segura concentrada de al menos 2.900 kg, carga distribuida de al menos 390 kg/m, y deflexión máxima admisible = L / 1000 = 9.80 mm. Velocidad variable de 0.5 a 1.0 m/min, recorrido 33 m (33 m de ida y 33 m de regreso),

Puente peatonal para facilitar acceso de personal a la división central del tanque desarenador con un tráfico estimado de dos hombre de 100 kg cada metro, y con carga muerta por tubería y bombas. Puente con dos motobombas de 200 kg cada una y con descarga de bombas a canaleta de slurry de arena-agua en dos tubos Ø4" Sch 40 A-53°B (25 kg/m),.

Puente metálico tipo armadura Warren de seis módulos, con largueros y barras en perfil estructural A-42 o en vigas cajón en lamina HR doblada A-36 (que el CONTRATISTA deberá calcular), piso en parrilla peatonal de PRFV, y baranda en L 2 x 2 x ¼+A-36. Ambos extremos con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque.

Puente con uniones atornilladas con cartelas de al menos lámina 3/8+ A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Puente viajero, con ambos extremos montados sobre trole motorizado. Ruedas de troles tipo ferrocarril (con pestaña) Ø 6" HF, para correr sobre rieles. Ruedas montadas sobre dos rodamientos sellados de cilindros a rotula sellados, para eje Ø3+ SAE 1040. Extensión de ejes de ruedas en tubo Ø4" Sch 40 A-53°B. Rieles para ruedas en perfil estructural C 6+x 8.3 lb/pie A-42 de 34 m longitud, instalados sobre concreto nivelado del borde del tanque. Anclaje de rieles con pernos Ø3/8 x 3.1/2+ acero inoxidable 304.

Barandas del puente y escaleras en L 2 x 2 x ¼+; A-36, cartelas en lamina ¼+A-36. Todas las uniones con tornillo cabeza hexagonal, arandela plana, arandela de presión y tueda mordaza con resorte. Toda la tornillería grado 2, y galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78. Baranda para puente metálico y piso para puente, podrán ser como se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-005-05: Sub-unidad de Desarenación - Desarenador - Puente viajero - Arreglo general, vistas y detalle 1.

Piso del puente y escalones de escaleras en módulos de rejilla peatonal. Módulo de rejilla peatonal de L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Módulo fabricado totalmente de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con fibra rigidizante de poliéster ortofálico, color verde. Apertura: 57.37%, vigas longitudinales de amarre: 6, vigas transversales de carga: 31. Ancho de prueba 1035 mm, longitud de apoyo 90 mm, luz 945 mm, carga segura concentrada 700 kg y distribuida 1100 kg/cm², deflexión máxima esperada 18.90 mm, factor de seguridad 5.0. Marca Fibratore, modelo Rejilla Peonatal tipo 1, 1035 x 1200 x 33 mm, o similar.

Puente con motobombas montados en su parte inferior y colgadas de la tubería de descarga. Tubería de slurry arena-agua a instalar en la parte externa del puente sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse al menos cada tres metros

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Accionamiento del puente viajero mediante moto reductor de doble reducción (moto reductor + reductor) con variador electrónico de velocidad, limitador del par tursor e interruptores de final de carreras e inversor. Todos los anteriores para trabajo continuo de 24 hr/día, y como se especifican mas adelante.

Suministro y montaje del puente viajero incluye interruptor con alarma por exceso de par tursor; un carrete automático con colector (reel) para acometida eléctrica parcial; y, un tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X, en lámina de acero inoxidable 304. Este tablero, montado sobre el puente debe incluir todo los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control e indicación. Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos del puente se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-005-05: Sub-unidad de Desarenación - Desarenador - Puente viajero - Arreglo general, vistas y detalle 1.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente viajero y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 5 galvanizada.

Peso aproximado total del puente sin carga 1,675 kg, y peso total aproximado con carga 5.800 kg. Peso definitivo según diseño detallado a realizar por el CONTRATISTA.

8.6.2.5 Moto reductor y variador de velocidad para puente viajero

Tipo tornillo sin fin, con doble reducción, relación 1:5000, entrada 1800 rpm, salida 0.3 rpm, con motor de al menos 0.5 kW, 440V/3f/Hz TFC. Incluye variador electrónico de velocidad para control automático y manual (por potenciómetro) de la velocidad actuando sobre el ciclaje de la energía eléctrica. moto reductor y variador de velocidad de marca y repuestos con disponibilidad en el mercado local o nacional.

Incluye sensor de nivel de arena (instalado aguas abajo), control proporcional de nivel de arena, conectados al variador electrónico de velocidad. Incluye dos interruptores de final de carrera para ida y retorno del puente, tablero de fuerza y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua, según norma NEMA 4X. Moto reductor, variador, interruptores de fin de carrera y TFC deberán instalarse sobre el puente viajero.

8.6.2.6 Canalización y conductores tablero parcial - TFC del desarenador

La acometida tablero parcial - tablero de fuerza y control (TFC) del desarenador debe ser capaz de alimentar todos los equipos instalados sobre el puente viajero (moto reductor, variador, motobombas y controles). Esta acometida se divide en tres partes: 1) Tablero parcial . caja de conexión sobre uno de los extremos del tanque; 2) Caja de conexión . carrete automático sobre puente viajero; y 3) Carrete automático . TFC, ambos sobre puente viajero.

La primera parte de esta acometida debe ser en conductores a prueba de corrosión y agua, tipo conductor aislado, con terminales e identificación. La canalización debe ser en tubo conduit a la vista, pintado y sobre soportes. El tubo, conduit y la caja de conexión deben ser para área no peligrosa y a prueba de agua y corrosión, según Código Eléctrico Nacional y norma NEMA 4X. El tubo conduit y la caja de conexión deben pintarse con primer y luego con esmalte sintético color reglamentario según el Código Colombiano de Seguridad Industrial y/o OSHA, como determine la Interventoría.

La segunda parte de esta acometida debe ser en conductores a prueba de corrosión y agua; tipo cable cauchetado; con terminales e identificación; y, corriendo y conectando a la bornera de un carrete automático (reel). La canalización debe ser

en bandeja porta cable tipo ~~escalera~~, para trabajo pesado, de 30 cm de ancho, La bandeja porta cable debe instalarse con anclajes de acero inoxidable 304 al borde superior del tanque desarenador. Esta bandeja porta cable debe tener laterales y platinas de unión en lamina calibre 14 y travesaños y fondo en lamina calibre 16 HR A-36, con acabado galvanizado en caliente según norma ASTM A-386, y uniones atomilladas con tornillería grado 2 galvanizada en caliente según normas ASTM A 123 y A 153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B 633-78.

La bandeja porta cable y el carrete automático (reel) debe permitir enrollar-desenrollar de los conductores (cable cauchetado) según movimiento del puente viajero. El carrete debe ser tipo automático accionado por resorte, con protección NEMA 4X, y permanentemente lubricado. Capacidad hasta 50 metros de cable cauchetado 3 x 12 AWG a 3 x 8 AWG, según acometida.

La tercera parte de esta acometida debe ser similar a la primera parte.

8.6.2.7 Compresor de aire para difusores del desarenador

Tipo ventilador regenerativo o compresor de anillo, caudal 250 Nm³/h aire (148 scfm aire), presión 5.46 mCA (175%WC), succión x descarga = 3 x 3+ rosca M-NPT. Potencia de entrada 6.18 kW, potencia de salida 5.46 kW, eficiencia de 60%. Cuerpo de hierro fundido, impulsor de bronce. Accionado por motor 6.6 kW 440V/3f/60Hz, TEFC. Incluye filtro y silenciador en succión, y manómetro en descarga. Peso aprox. 100 kg.

Incluye suministro e instalación de tablero de fuerza y control (TFC) a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X con gabinete en lámina de al menos 2.0 mm, acero inoxidable 304; y, la acometida tablero parcial - TFC.

8.6.2.8 Válvula de corte para compresor de aire del desarenador

Válvula de mariposa Ø4"x150 WOG, extremos bridados, cuerpo de hierro fundido, mariposa de acero inoxidable 304 y sellos elastoméricos. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

8.6.2.9 Tubería compresor- ramales de difusores de aire para desarenador

Tubo Ø4+ Sch 5, acero inoxidable 304, a la vista, sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Incluye accesorios para derivación distribuidor-difusores con brida con cuello 2"x 150.

La soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles; y, UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor,

lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse al menos cada tres metros

8.6.2.10 Tubería de distribuidor Edifusores para desarenador

Tubo Ø2+ Sch 5, acero inoxidable 304. a la vista, sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Incluye accesorios (brida, codo y coupling ¾+)

8.6.2.11 Difusor de disco y burbujas finas para aireación del desarenador

Difusor tipo disco de membrana y burbujas finas con conexión roscada. Tamaño de las micro-burbujas 0,5 a 1 mm en el origen.

Difusor con base y anillo en FRP, membrana en EPDM, Ø 12", conexión inferior ¾" MNPT. Caudal pico 18.7 Nm³ aire/hr (11.0 SCFM), caudal de diseño 1.7 - 13.6 Nm³ aire/hr (1.0 - 8.0 SCFM), superficie activa 381 cm² (0.4 pie²), profundidad de sumergimiento 6.40 m (21 pies). Marca SSI, modelo AFD-350 12+, o similar.

La vida útil mínima de las membranas debe ser de 6 a 8 años, en condiciones normales de uso. Esta vida útil mínima deberá ser garantizada por el PROPONENTE y CONTRATISTA.

8.6.2.12 Motobomba sumergible para desarenador

Motobomba de trasiego de slurry arena-agua desde fondo del desarenador a canaleta de recolección. Para manejar 1080 m³/día de slurry con contenido máximo de 0.5% de arena, con una bomba operando 24.0 hrs/día.

Motobomba tipo centrifuga sumergible, impeler multicanal abierto para manejo de medios conteniendo material altamente abrasivo tales como arcilla, arena, lodos, etc. Líquido a manejar: slurry con hasta 20% de arena y partículas hasta Ø 5 mm. Caudal Q = 45.0 m³/hora (13.0 L/s = 198 gal/min), altura dinámica total H = 11.81 m, succión x descarga = 102 mm, (4+) brida ANSI 150 libras. Potencia de entrada Pi = 2.5 kW, potencia de salida Po = 1.5 kW, eficiencia del 60%, y giro a 1770 rpm. Cuerpo de hierro fundido revestida con elastómero, impeler de polímetro de alto peso molecular (HMWP) resistente a la abrasión, eje de acero inoxidable 304, y sello mecánico resistente a la abrasión. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Acabado exterior en pintura epóxica. Acoplada directamente a motor eléctrico 2.65 kW (3.6 HP), 440V/3f/60Hz, sumergible. Peso aprox. 200 kg.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC. TFC montado sobre puente viajero.

8.6.2.13 Tubería trasiego de arena del desarenador

Tubo Ø4+Sch 40, acero carbono, ASTM A-53 Gr. B, sin costura. Uniones soldadas, a la vista y sobre soportes. Incluye bridas y accesorios. Acabado con limpieza mecánica con cepillo de acero y 3 mills de pintura epóxica color definido por Interventoría

8.6.2.14 Canal de recolección de arena del desarenador

Tipo canal abierto de sección rectangular W x H = 0.50 x 0.70 metros. En tramos de 2.0 metros. A la vista y sobre soportes. Canal en lámina doblada cal. 16, acero inoxidable AISI 304, acabado 2B. Refuerzo de borde en dobleces de la lamina. Refuerzos de cuerpo en PI 1.1/2 x 3/16, acero inoxidable AISI 304. Uniones bridadas en PI 1.1/2 x 3/16+ acero inoxidable AISI 304, con empaques en elastómero color beige. Toda la tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.2.15 Soporte para canal de recolección de arena del desarenador

Tipo poste metálico anclado al piso con cruceta superior. Poste en tubo 6+Sch 40 A 53 Gr. B, sin costura. Cartela de anclaje en lamina ¼+ HR A-36. Cruceta terminal en U invertida de lamina doblada cal. 16, acero inoxidable AISI 304 2 B. Toda la tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.2.16 Lavador-separador de arena

Tipo tolva separadora por gravedad con tornillo sin fin. Tolva en lamina de acero inoxidable 304. Canal del tornillo sin fin en acero inoxidable 304 con camisa de desgaste en acero carbono. Tornillo sin fin tipo espiral sin eje, en acero carbono con recubrimiento duro en los bordes. Sin rodamiento inferior. Rodamiento superior tipo chumacera escualizable. Volumen de agua 1.19 m³ (42 pies³), descarga de sólidos 0.25 m³/hr. Accionamiento por moto reductor tipo helicoidal de 0.5 kW, 220 o 440 V/3f/60Hz con motor TEFC. Peso aproximado 800 kg.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

8.6.2.17 Recipiente para recibir y transportar arena lavada

Especificaciones técnicas similares a las del recipiente para recibir y transportar cribados.

8.6.3 REACTOR ANAEROBICO UASB

La parte más importante del tratamiento primario del agua residual deberá efectuarse mediante un proceso unitario anaerobio en reactores UASB (upflow anaerobic sludge blanket reactor = reactor de flujo ascendente y manto de lodos).

La unidad de proceso anaerobio está compuesta de reactores UASB con sus partes interna y cubiertas, además de las tuberías de lodos, biogás, y olor.

La Figura 8 muestra el diagrama de bloques del tratamiento primario con reactores UASB, y el tratamiento secundario con aeración y decantación. Por otra parte, la Figura 9 muestra el esquema de un reactor UASB típico.

Luego de la remoción de los sólidos (basuras) en la unidad de cribado, y de la arena en el desarenador, el agua residual fluye por gravedad hacia los reactores UASB. En estos reactores ocurre la coagulación de sólidos coloidales no sedimentables y la reducción de materia orgánica.

En los reactores UASB, el líquido a tratarse se introduce en el fondo del reactor (ver Figura 9) donde asciende a través de un manto de lodos compuesto de gránulos o partículas densas biológicamente formadas. Los gránulos varían en tamaño de 1.5 a 6 mm. En algunos casos el manto de lodos es floculante. Los gases producidos bajo condiciones anaeróbicas (principalmente metano CH_4 , gas carbónico CO_2 y sulfuro de hidrogeno H_2S) sirven para mezclar el contenido del reactor mientras ascienden a la superficie. Los gases que salen también ayudan a formar y mantener los gránulos del manto. El material flotado por el gas choca contra las placas desgasificantes y vuelve hacia abajo al manto de lodos. El gas se atrapa en un domo de colección localizado en la parte superior del reactor [3].

Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales del reactor UASB se muestran en los siguientes planos hidráulicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-024-05: Reactor - Planta y corte AAq
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-025-05: Reactor - Cortes BBq CCqy DDq
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-026-05: Reactor - Montaje placas- Detalles y dimensiones
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-027-05: Reactor - Alimentación y sistema de lodos
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-028-05: Reactor - Sistema de lodos - cortes EE', FF' y JJ'

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes, lodos, biogás y olores se muestran en los siguientes planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-005-05: Propuesta de diseño . Red de efluentes
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-007-05: Propuesta de diseño . Red de lodos
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-008-05: Propuesta de diseño . Red de biogás
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-010-05: Propuesta de diseño . Red de olores

Finalmente, típicos de la soportería para tubería y válvulas se muestran en los siguientes planos mecánicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

Fig 8.8 Diagrama de bloques del tratamiento primario y secundario

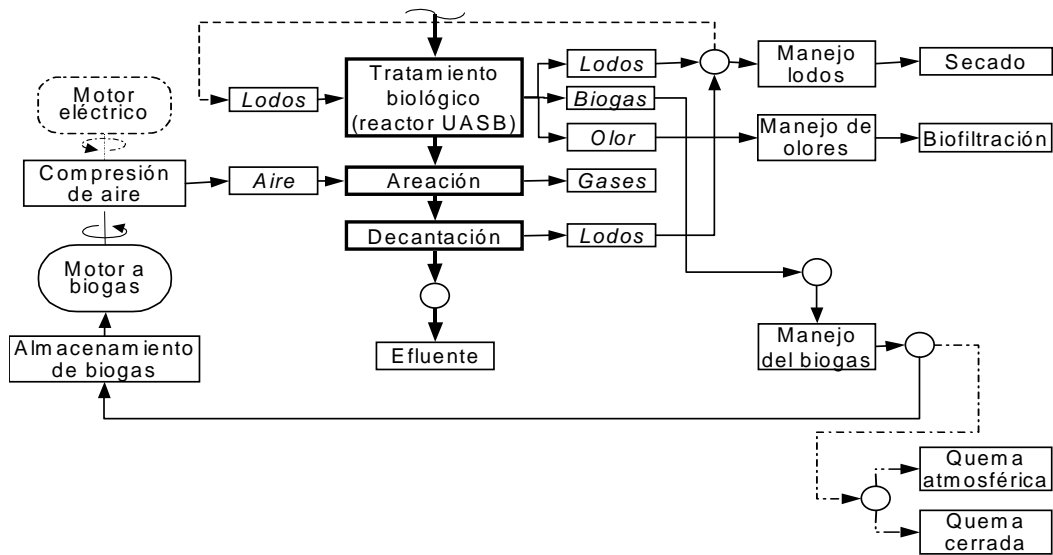
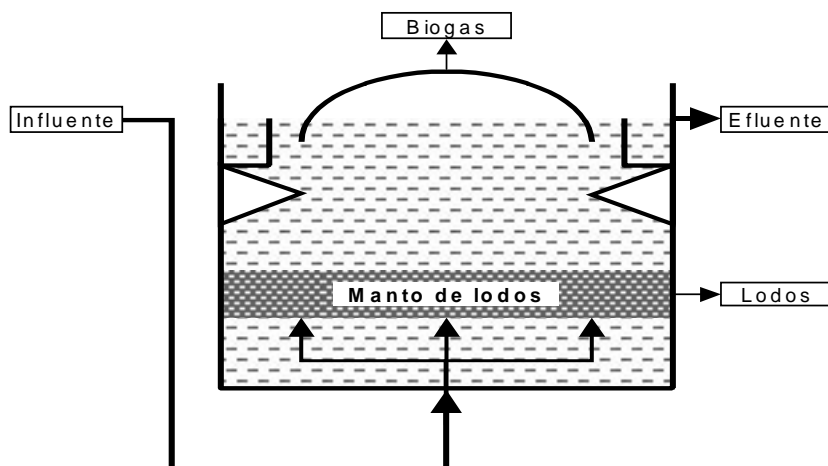


Fig 8.9 Esquema del reactor UASB (Típico)



A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para las partes externas e internas del reactor UASB. Adicionalmente se especifican las instalaciones de servicio de tubería a de lodos, biogás, y olor, las cuales no sigue las especificaciones generales antes consignadas. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica y de influente / efluente siguen las especificaciones técnicas generales establecidas anteriormente.

8.6.3.1 Compuerta de entrada a reactor UASB

Compuerta de corte tipo trabajo pesado para instalación en canal y cierre bajando. Tamaño $W \times H$ (Ancho x Alto) = dimensiones efectivas del canal. Máximo nivel = profundidad del canal. Otras dimensiones y especificaciones generales según planos y numeral 4.17 Compuertas de corte para canales.

8.6.3.2 Placas internas de reactor UASB

Placa con doblado trapezoidal, $e = 5 \text{ mm}$, $w = 13 \text{ kg/m}^2$. Fabricada totalmente de PRFV, estructura tipo sándwich con fibra rigidizante de poliéster ortofálico. Incluye refuerzos para paso de tornillería de unión, de soporte y de anclaje a otras laminas y a estructuras del reactor. No incluye tornillería ni soportes.

La configuración y dimensiones principales de las placas y sus fijaciones se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL-HID-026-05: Reactor - Montaje placas-Detalles y dimensiones, y las cantidades aproximadas son:

1. **Placas laterales:** 832
2. **Placas frontales:** 32
3. **Placas opuestas:** 32

8.6.3.3 Soporte para placa interna del reactor UASB

Forma recta. Fabricado en tubo galvanizado pesado, sin costura, soldaduras longitudinales. Extremos tapados en PRFV. Sin soldaduras longitudinales o transversales. Clasificados según longitud total así:

- **Tipo 1:** 2+x 1 672 mm longitud total, extremos cortados según inclinación de las placas
- **Tipo 2:** 2+ x 2 460 mm longitud total, extremos cortados según inclinación de las placas
- **Tipo 3:** 2+x 6 290 mm longitud total, extremos cortados a escuadra
- **Tipo 4:** 2+x 5 850 mm longitud total, extremos cortados a escuadra

Para la instalación colocar el gancho, colocar el tubo, colgar la placa, nivelar, bloquear, verificar niveles con topografía, y verificar sellos de placas.

8.6.3.4 Pasamuros para gancho de colgar soporte de placa

Forma recta con un disco central. Fabricado en tubo 2+Sch 40 x 150 mm longitud total, extremos cortados a escuadra; disco central 4+ x ¼+ espesor, acero inoxidable 304 2B.

8.6.3.5 Gancho para colgar soporte para placa

Forma J, con radio interno de 32 mm. Fabricado en varilla 5/8+, acero inoxidable 304, con un extremo curvado y otro extremo con rosca 5/8+UNC x 1 000 mm long. Incluye tuerca y contratuerca hexagonales, acero inoxidable 304. Incluye arandela plana 2.1/2+ x 1/4+ espesor, acero inoxidable 304 2B. . Clasificados según longitud de la parte recta así:

- **Tipo 1:** 5/8+x 365 mm longitud parte recta
- **Tipo 2:** 5/8+, x 220 mm longitud parte recta

Para la instalación, colocar el gancho, colocar el tubo, colgar la placa, nivelar, bloquear, verificar niveles con topografía, verificar sellos de placas, y rellenar toda la ranura del gancho con grouting epóxico. Seleccionar el grouting según el servicio y seguir instrucciones del fabricante.

8.6.3.6 Abrazadera para unión soporte-placa

Forma U, con radio interno de 32 mm. Fabricado en varilla 1/4+, acero inoxidable 304, ambos extremos rosca 1/4+UNC x 40 mm long. Incluye dos tuercas y dos contratuercas hexagonales, acero inoxidable 304. Incluye dos arandelas planas 1/4+, acero inoxidable 304. Clasificados según longitud de la parte recta así:

- **Tipo 1:** 1/4+x 110 mm longitud parte recta

- **Tipo 2:** 1/4" x 85 mm longitud parte recta
- **Tipo 3:** 1/4" x 110 mm longitud parte recta

8.6.3.7 Tapa para reactor UASB

Tipo domo peatonal con arco en dos direcciones, $e = 8$ mm, $w = 13.2$ kg/m², con faldón para canal de sello hidráulico. Fabricadas totalmente en PRFV. Resto de especificaciones similares a las especificaciones generales de tapa para reactor y canal. Según configuración y dimensiones principales contenidas en planos, así:

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-024-05: Reactor - Planta y corte AAq
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-025-05: Reactor - Cortes BBq CCq y DDq

8.6.3.8 Manguera para influente del reactor

Manguera 3" PN 4 (4.0 bar), polietileno alta densidad (HDPE) color negro. No incluye acoples ni soportes.

8.6.3.9 Acople Ø 3" para manguera del influente del reactor

Tipo acople rápido para manguera 3" x 50 libras/pulg² (3 bar), HDPE, sello en Neopreno. Un extremo rosca 3" F-NPT, otro extremo socket para unión por soldadura termoplástica de manguera de HDPE

8.6.3.10 Soportes para mangueras de influente de reactor

Tipo soporte de cuatro patas con hueco para acople rápido para manguera. Placa del soporte en lamina 3 mm acero inoxidable 304. Patas en tubo 1/2" acero inoxidable 304, un extremo con una tuerca 1/2" acero inoxidable 304 (soldada) para montaje de la placa con tornillo 1/2", otro extremo con dos ángulos L 1 x 1 x 1/8" x 2" long, acero inoxidable 304 para anclaje. En el centro de la placa se instala un acople rápido para manguera 3" x 50 libras/pulg² (3 bar HDPE con sello en Neopreno.

8.6.3.11 Vertederos de influentes y efluentes del reactor

Los vertederos de influentes y efluentes del reactor deberán consistir en secciones de lamina acrílica de 5.5 mm de espesor x 180 mm ancho, con ranuras en V de 80 mm ancho x 70 mm profundidad, a intervalos de: 340 mm, para influentes, y 480 mm para efluentes. Las secciones del vertedor deberán instalarse uniéndolas a la pared del tanque con masilla epóxica que permita el ajuste y nivelación verticales. Ver configuración y forma de instalar estos vertederos en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.HID-025: Reactor. Cortes BB', CC' y DDq

8.6.3.12 Hueco de hombre Ø24" para reactor

Cuello en tubo Ø 24+ x 1.0 m longitud, PRFV, incluye pasamuros. Brida tipo ANSI, PRFV. Tapa en brida ciega tipo ANSI, PRFV. Empaque en elastómero EPDM dureza 55 a 60. Tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.3.13 Rejilla tipo peatonal para fosos de bombeo de lodos del reactor

Módulo de rejilla peatonal L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Esto de especificaciones similares a las especificaciones para rejillas peatonales para fosos de bombeo y pasarelas.

8.6.3.14 Salida de efluentes del reactor

Tubo Ø10+x 0.60 m longitud, PRFV, incluye pasamuros. Un extremo con brida tipo ASA Ø10+x 150 #, PRFV, otro extremo con un codo 90, radio largo (R = 1.5 D), PRFV.

8.6.3.15 Válvula de corte para salida de efluentes del reactor

Válvula de compuerta Ø10+x 150 WOG, vástago ascendente, extremos bridados, cuerpo y compuerta de hierro fundido y sellos en acero inoxidable 304. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

Incluye brida tipo ASA Ø10+x 150 #, PRFV, y un niple Ø10+x 0.30 m, PRFV para conexión a tubo Ø 800 mm, PRFV del cabezal colector de efluentes

8.6.3.16 Tubería de cabezal colector de efluentes del reactor

Tubo Ø 800 mm, PRFV PN 2, a la vista, en zanja de concreto y pintado, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión máxima de trabajo 2 kg/cm². Presión de prueba 3 kg/cm². Velocidad máxima = 5.0 m/s. (según desniveles, perfil hidráulico y/o pérdidas máximas para diámetro más económico).

Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 libras, PRFV con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.3.17 Salida para drenaje de lodos del reactor

Tubo Ø8+ Sch 10 x 0.60 m longitud, acero inoxidable 304, incluye pasamuros. Un extremo con brida deslizante ASA Ø10+x 150 #, acero inoxidable 304, otro extremo con un codo 90° soldable Ø10+ Sch 10, radio largo (R = 1.5 D), acero inoxidable 304.

8.6.3.18 Válvula de corte para salida de drenaje de lodos del reactor

Válvula de compuerta Ø 8+ x 150 WOG, vástago ascendente, extremos bridados, cuerpo y compuerta de hierro fundido y sellos en acero inoxidable 304. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

Incluye brida tipo ASA Ø10+ x 150 #, PRFV, y un niple Ø10+ x 0.30 m, PRFV para conexión a tubo Ø 800 mm, PRFV del cabezal colector de efluentes.

8.6.3.19 Tubería de drenaje de lodos del reactor

Tubería Ø 8 Sch 20, A-53⁰B, a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 2.0 kg/cm² (29.4 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C, presión de prueba 3.0 kg/cm² (44.1 psig). Velocidad máxima 5.0 m/s.

Unión soldada entre tramos y accesorios con soldaduras a tope o con uniones bridadas. Las bridas deberán ser ANSI 150 libras, acero carbón, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304. Accesorios soldables, con soldaduras externas con limpieza a grata. Limpieza interna de la tubería drenada.

Todos los codos de 30°, 45°, 60° y 90° deberán ser de radio largo (R = 1.5 D). Todos los codos con uniones soldadas a tope. Todas las tees deberán ser de entrada / salida lateral a 90°. Todas las reducciones / expansiones deberán ser concéntricas a 5 o 10°.

Tubería con protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.6.3.20 Salida para toma-muestras del reactor

Niple Ø2+ Sch 40 x 0.65 m longitud, ambos extremos roscados, acero inoxidable 304, incluye pasamuros en lamina ¼" acero inoxidable 304.

8.6.3.21 Válvula de corte para toma-muestras del reactor

Válvula de bola Ø2+ x 150 WOG, extremos roscados, cuerpo y bola de acero inoxidable 304 y sellos en teflón.

8.6.3.22 Tubería de toma-muestras del reactor

Tubo de Ø2+ Sch 40, a la vista, sobre soportes. Uniones roscadas, incluye accesorios (dos codos 90° y dos codos 45° para cada toma-muestra). Los soportes de la tubería en el interior del tanque deberán ser totalmente de acero inoxidable 304.

8.6.3.23 Salida para biogás del reactor

Tubo Ø4+ Sch 10 x 0.90 m longitud, acero inoxidable 304, incluye pasamuros. Un extremo liso, otro extremo con un codo 45° soldable Ø10+Sch 10, radio largo (R = 1.5 D), acero inoxidable 304, con brida deslizante ANSI Ø4+x 150 libras. (Instalar hacia arriba a 45°).

8.6.3.24 Válvula de corte para salida de biogás del reactor

Válvula de compuerta Ø4+ x 150 WOG, vástago ascendente, extremos bridados, cuerpo y compuerta de hierro fundido y sellos en acero inoxidable 304. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

Incluye brida roscada tipo ASA Ø4+ x 150 #, PRFV, y un adaptador macho Ø4+, PVC, RDE 35 para conexión a tubo Ø4+, PVC, RDE 35 del cabezal colector de efluentes.

8.6.3.25 Tubería de biogás en el reactor

Tubería Ø4+, PVC, RDE 35, revestida de PRFV, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión de prueba 3.51 kg/cm². Velocidad máxima = 3.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI acero carbono con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.3.26 Tubería de olor en el reactor

Tubería PVC RDE 21, revestida de PRFV, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión de prueba 3.5 kg/cm². Velocidad máxima = 15.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI acero carbono con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.3.27 Tapa para canal en el reactor

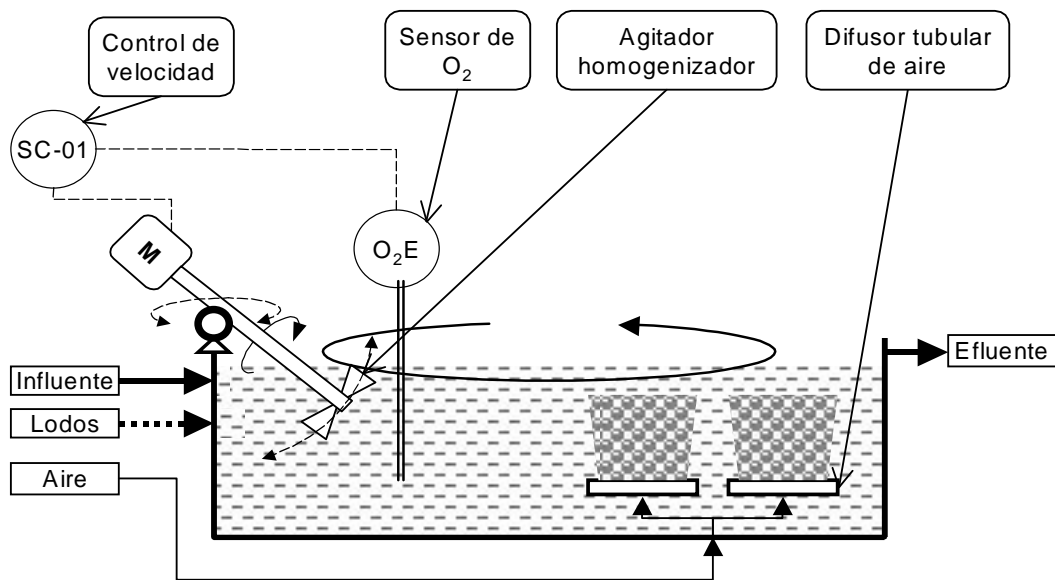
Tipo domo peatonal, (e = 8 mm, w = 13.2 kg/m²), con faldón para canal de sello hidráulico y fabricadas totalmente en PRFV. Resto de especificaciones similares a las especificaciones generales de tapa para reactor y canal.

8.6.4 TANQUE AERADOR

La primera parte del tratamiento secundario del agua residual deberá efectuarse mediante la operación unitaria de aeración. La unidad de esta operación unitaria está compuesta de un tanque con un sistema de aeración con difusores tubulares de burbujas finas de aire; agitadores o homogenizadores para controlar el flujo y mantener el lodo biológico en suspensión en la zona anóxica, y mover y producir un flujo para los efluentes, sobre la zona aeróbica. El giro de los agitadores se regula mediante control de la generación de óxido nitroso. Adicionalmente, la entrada cuenta con compuerta de cierre y la salida.

La Figura 8 muestra el diagrama de bloques del tratamiento primario con reactores UASB, y el tratamiento secundario con aeración y decantación. Por otra parte, la Figura 10 muestra el esquema de tanque de aireación.

Fig 8.10 Esquema del tanque aireador



El tanque de aireación es la unidad de operación cuya función es oxidar la carga contaminante remanente en los efluentes provenientes de los reactores y reducir la concentración de nitrógeno total en los efluentes hasta en un 60%. Con esto se minimizan los riesgos de generación de óxido nítrico y se maximizan las formas de nitrógeno remanente como nitratos.

Para lograr los parámetros de operación, el tanque aireador deberá contar con un sensor de demanda de oxígeno disuelto, instalado en la zona anóxica del tanque de aireación e intercomunicado con similar sensor del otro tanque. Este sensor enviará la señal de demanda de oxígeno disuelto, a un control que, según lo preestablecido, regulará la rotación de los motores de los moto-sopladores para así aumentar o disminuir la adición de aire.

Mientras tanto, los homogeneizadores sumergibles regulan el tiempo de retención del agua residual en cada zona aerobia y anóxica, y así lo harán en función de los parámetros previamente seleccionados para la señal del sensor de demanda de oxígeno disuelto.

Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales del tanque aerador y sus partes externas (tapas) e interna (sistema de aireación) se muestran en el plano hidráulico UTPT-CDMB-4478-PL-HID-030-05: Tanque aeración - Planta, sección AAqy detalles.

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes, biogás, aire y olores se muestran en los siguientes planos hidráulicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-005-05: Propuesta de diseño - Planta - Red efluentes
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-007-05: Propuesta de diseño - Planta - Red lodos
- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-009-05: Propuesta de diseño - Planta - Red aireación

Finalmente, típicos de la soportería para tubería se muestran en los siguientes planos mecánicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para las partes externas e internas del aerador. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica, influente / efluente y aire, siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

8.6.4.1 Compuerta de cierre para entrada a tanque de aeración

Tamaño W x H (Ancho x Alto) = 1.50 x 1.80 m -dimensiones efectivas del canal-. Cabeza estática máxima = 3.0 m CA (120+WC). Resto de especificaciones similares a las especificaciones generales de compuertas de corte para canales.

8.6.4.2 Puente tipo 1 para tanque aerador

Puente peatonal y para soporte de tubería y mezcladores; de dimensiones generales L x W x H (longitud total x ancho x alto) = 27.80 x 1.44 x 2.70 m, distancia entre apoyos = 25.72 m. Puente con diseño preliminar para carga segura

concentrada 14,576 kg, carga distribuida 3,044 kg/m, y deflexión máxima admisible = $L / 1000 = 25.7$ mm.

Puente peatonal para facilitar acceso de personal a la división central del tanque aireador con un tráfico estimado de un hombre de 100 kg cada metro, y conectado a otro puente (el puente 3).

Puente para tubería y mezcladores, con dos tubos Ø16" PRFV x 18 kg/m, para aire; un tubo Ø 63" RDE 250 A-36 x 2,118 kg/m, para efluentes; y dos mezcladores de 500 kg cada uno.

Puente metálico tipo armadura Warren de seis módulos, con largueros en vigas cajón en lamina 1/2+ HR A-36 doblada, barras en perfiles estructurales A-42, baranda en L 2 x 2 x 1/4+A-36, y piso en parrilla peatonal de PRFV.

Puente fijo con un extremo montado sobre pasarela central del tanque aireador, y el otro extremo, sobre base en concreto al lado del borde del mismo tanque. Un extremo con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque, y el otro extremo para bajar a pasarela central del tanque y con conexión a puente 3.

Todas las uniones atornilladas del puente con cartelas de al menos lámina 3/8+, A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Baranda para pasarela central, baranda para puente metálico y piso para puente, serán como se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles

Tubería de aire a instalar en la parte superior externa del puente sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse en al menos cada tres metros.

Tubería para efluentes a instalar en la parte inferior del puente sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles.

Mezcladores a instalar sobre guías y con pescante para operación y mantenimiento como se detalla en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Tanque de aeración - Homogeneizadores - Pescante y guía.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 2 galvanizada.

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado total del puente sin carga 12,209 kg, y peso total aproximado con carga 78,300 kg. Peso definitivo según diseño detallado a realizar por el CONTRATISTA.

8.6.4.3 Puente tipo 2 para tanque aerador

Puente peatonal y para soporte de tubería; de dimensiones generales L x W x H (longitud total x ancho x alto) = 27.80 x 1.44 x 2.70 m, distancia entre apoyos = 25.72 m Puente con diseño preliminar para carga segura concentrada 9070 kg, carga distribuida 924 kg/m, y deflexión máxima admisible = $L / 1000 = 25.7$ mm.

Puente peatonal para facilitar acceso de personal a la división central del tanque aireador con un tráfico estimado de un hombre de 100 kg cada metro, y conectado a otro puente (el puente 3).

Puente para tubería con un tubo Ø28" RDE 250 A-36 x 511 kg/m, para lodos.

Puente metálico tipo armadura Warren de seis módulos, con largueros en vigas cajón en lamina 1/4+ HR A-36 doblada, barras en perfiles estructurales A-42, baranda en L 2 x 2 x 1/4+A-36, y piso en parrilla peatonal de PRFV.

Puente fijo con un extremo montado sobre pasarela central del tanque aireador, y el otro extremo, sobre base en concreto al lado del borde del mismo tanque. Un extremo con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque, y el otro extremo para bajar a pasarela central del tanque y con conexión a puente 3.

Todas las uniones atornilladas con cartelas de al menos lámina 3/8+, A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Baranda para pasarela central, baranda para puente metálico y piso para puente, serán como se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles.

Tubería para lodos a instalar en la parte inferior del puente sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05:

Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse en al menos cada tres metros. En esta tubería, los soportes deberán colocarse en al menos cada tres metros y en el centro de la separación entre dos bajantes.

Mezcladores a instalar sobre guías y con pescante para operación y mantenimiento como se detalla en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Tanque de aeración - Homogeneizadores - Pescante y guía.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 2 galvanizada.

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado total del puente sin carga 5,638 kg, y peso total aproximado con carga 23,743 kg. Peso definitivo según diseño detallado a realizar por el CONTRATISTA.

8.6.4.4 Puente tipo 3 para tanque aerador

Puente peatonal y para soporte de mezcladores; de dimensiones generales L x W x H (longitud total x ancho x alto) = 27.80 x 1.44 x 2.70 m, distancia entre apoyos = 25.72 m. Puente con diseño preliminar para carga segura concentrada 14,576 kg, carga distribuida 3,044 kg/m, y deflexión máxima admisible = $L / 1000 = 25.7$ mm.

Puente peatonal para facilitar acceso de personal a la división central del tanque aireador con un tráfico estimado de un hombre de 100 kg cada metro, y conectado a otro puente (el puente 1 y 3).

Puente para mezcladores con hasta tres mezcladores de 500 kg cada uno.

Puente metálico tipo armadura Warren de seis módulos, con largueros en vigas cajón en lamina 1/8+ HR doblada A-36, barras en perfiles estructurales A-42, baranda en L 2 x 2 x 1/4+A-36, y piso en parrilla peatonal de PRFV.

Puente fijo con un extremo montado sobre pasarela central del tanque aireador, y el otro extremo, sobre base en concreto al lado del borde del mismo tanque. Un extremo con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque, y el otro extremo para bajar a pasarela central del tanque y con conexión a puente 3.

Todas las uniones atornilladas con cartelas de al menos lámina 1/4+ A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según

normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Baranda para pasarela central, baranda para puente metálico y piso para puente, serán como se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles.

Mezcladores a instalar sobre guías y con malacates para operación y mantenimiento como detallado en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Tanque de aeración - Homogeneizadores - Pescante y guía.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 2 galvanizada.

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado total del puente sin carga 2,842 kg, y peso total aproximado con carga 10,431 kg. Peso definitivo según diseño detallado a realizar por el CONTRATISTA.

8.6.4.5 Detalles de puentes para tanque aerador

Vigas canales de los puentes con uniones longitudinales bridadas para facilitar transporte y montaje. Bridas en lámina 3/8+ HR A-36, con tornillería grado 5 galvanizada y con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A

Baranda de acceso al puente y baranda de la pasarela unidas a baranda de cada puente. Parales de baranda en L 2 x 2 x 1/4+A-36 unidos con abrazaderas a la viga cajón del puente. Estos parales deberán soportar el piso del puente. Pasamanos de la baranda en L 2 x 2 x 1/4+A-36, y refuerzo medio en L 1.1/2 x 1.1/2 x 3/16+A-36, ambos con unión atornillada a parales. Guarda pie de baranda en platina 4 x 1/8+, cortada de lámina 1/8+HR A-36 y con unión atornillada a parales

Piso del puente y escalones de escaleras en módulos de rejilla peatonal. Módulo de rejilla peatonal de L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Módulo fabricado totalmente de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con fibra rigidizante de poliéster ortofálico, color verde. Apertura: 57.37%, vigas longitudinales de amarre: 6, vigas transversales de carga: 31. Ancho de prueba 1035 mm, longitud de apoyo 90 mm, luz 945 mm, carga segura concentrada 700 kg y distribuida 1100 kg/cm², deflexión máxima esperada 18.90 mm, factor de seguridad 5.0. Marca Fibratore, modelo Rejilla Peatonal tipo 1, 1035 x 1200 x 33 mm, o similar. Incluye

Rejillas soportadas sobre L 2 x 2 x ¼+A-36 con uniones atornilladas a parales de la baranda. Elementos de fijación para la retención de las rejillas peatonales tipo clip en J, M y C; doblados de lámina 1.5 mm acero inoxidable 304

Todas las uniones atornilladas del puente con cartelas de al menos lámina 1/4+HR, A-36; y tornillería grado 5. Toda la tornillería deberá ser galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Tubería para lodos a instalar en la parte inferiores del puente 1 y 2 sin obstaculizar tráfico peatonal. Soportería para esta tubería será como se consigna en especificaciones para la tubería de servicio y en el plano UTPPT-CDMB-4478-PL.MEC-009-05: Tanque de aeración - Puentes peatonales y de servicio - Puente tipo 1, 2 y 3 - Detalles. En esta tubería, los soportes deberán colocarse en al menos cada tres metros. y en el centro de la separación entre dos bajantes.

Todas las placas de las uniones atornilladas al puente y usadas para soportar parales, soportes de tubería, guías y pescantes, deberán instalarse con empaque en lámina 5 mm, elastómero dureza 85 Shore A, y tornillería al menos grado 2 galvanizada.

Acabado general de los puentes y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

8.6.4.6 Tubería de cabezal distribuidor de aire del tanque aerador

Tubo Ø 219 a 406 mm, PVC UM, RED 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima 15 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI, acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.4.7 Válvula de corte para bajantes de aire del tanque aerador

Válvula de mariposa Ø4+x 150 WOG, extremos bridados, cuerpo de hierro fundido, mariposa de acero inoxidable 304 y sellos elastoméricos. Incluye empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304 para bridas.

8.6.4.8 Tubo bajante de aire del tanque aerador

Tubo Ø4+ Sch 5, uniones soldadas, acero inoxidable 304. Incluye los siguientes accesorios: una silla tee Ø (219 a 406) mm x Ø 4+Sch 5; dos codos 45° soldables Ø4+Sch 5; dos bridas deslizantes ASA Ø 4+x 150 libras (para válvula de corte), un

racor Ø4+rosca tubo hembra x Ø4+espigo manguera, acero inoxidable 304; y, dos abrazaderas para manguera Ø4+, totalmente en acero inoxidable 304.

8.6.4.9 Manguera para bajantes a módulo del tanque aerador

Manguera de succión 4+x 70 WOG (100 mm x 4.5 bar agua-aceite-gas), PVC transparente liso interiormente, con refuerzo en espiral de PVC azul embebido, ambos formando un solo cuerpo. Peso teórico 3.0 kg / cm², temperatura de operación . 10 a 55° C, radio de mínimo de curvado 500 mm. Fabricada según norma ISO 3994, o similar.

8.6.4.10 Módulos de difusor para tanque aerador

Modulo compuesto de difusores tipo tubular de burbujas finas, Ø 80 x 7.0 m longitud. Flujo de diseño 10 Nm³/ hr m (1.8 SCFM/pie), rango 0-15 Nm³/hr m (0-2.7 SCFM/pie). Base y anillo en PVC; membrana en EPDM: conexión niple liso Ø 2.1/2+ x 0.15 m longitud, acero inoxidable 304.

Seis difusores de Ø 80 x 7.0 mm longitud que deberán conectarse a un distribuidor (cabezal) en tubo Ø 4 Sch 5 x 1.70 m longitud, acero inoxidable 304, para conformar un módulo de aireación. El distribuidor deberá estar provisto de una manguera de succión de succión 4+x 70 WOG x 6.0 y 9.0 m longitud (100 mm x 4.5 bar agua-aceite-gas), PVC transparente liso interiormente, con refuerzo en espiral de PVC azul embebido, ambos formando un solo cuerpo, la cual deberá conectarse directamente tubería de distribución de aire.

Cada módulo de aireación deberá instalarse, con abrazaderas de acero inoxidable 304, sobre una parrilla removible, como se especifica más adelante.

Arreglo y dimensiones generales, y el detalle principal del módulo de aireación del tanque aerador se muestran en el plano hidráulico: UT-PT-CDMB-4478-PL-HID-026: Aireador . Planta, sección AAqy detalles

8.6.4.11 Parrilla removible para módulo de difusores del tanque aerador

Tipo parrilla izable, 1.75 x 7.50 m, en tubo Ø2+Sch 5, acero inoxidable 304. Uniones soldadas y decapadas. Módulos instalados en el fondo del tanque e izables para mantenimiento, y evitar parar la unidad,

La parrilla de cada módulo deberá ser envolvente, protegiendo las extremidades de los difusores tubulares contra choques en el momento de la instalación. Adicionalmente deberá tener doce protecciones laterales oblicuas para evitar apilamiento de los módulos en el momento de cualquier reinstalación, ya que todos los mantenimientos deberán hacerse con todo el tanque en operación.

Cada parrilla deberá tener tres lastres de tubo Ø 4+Sch 5 x 7.60 m longitud, acero inoxidable 304, relleno de concreto. El lastre mínimo de cada módulo no deberá ser inferior a 500 kg.

Estas parrillas deberán poseer a lo mínimo dos puntos de izamiento rígidos contruidos enteramente en acero inoxidable 304. A estos puntos deberán unirse cables de izamiento con boyas de señalización que indicaran posición y punto de izamiento de cada módulo.

Las parrillas se apoyarán directamente sobre el piso, que, para el caso de geomembrana, deberá protegerse con al menos 5.0 cm de concreto estructural. En general, la preparación y acabado de cada módulo deberá evitar daños al piso o a las paredes, especialmente cuando haya geomembrana expuesta.

Arreglo y dimensiones generales, y el detalle principal de la parrilla se muestran en el plano hidráulico: UT-PT-CDMB-4478-PL-HID-026: Aerador . Planta, sección AAq y detalles

8.6.4.12 Homogenizador para tanque aerador

Para controlar el flujo y mantener el lodo biológico en suspensión en la zona anóxica del tanque aerador, así como para mover y producir flujo de efluentes sobre la zona aeróbica,

Tipo sumergible, hélice de dos aspas con diámetro hasta 2.10 m, plástico o PRFV, que no afecten la geomembrana en caso de daño.. Velocidad de las aspas variable entre 40 a 60 rpm.

Motor eléctrico no superior a 5,5 kW (7,5 HP) 440V/3f/Hz. Rodamientos del motor con vida útil de hasta 100.000 horas y lubricados con aceite, Sellos mecánico con garantía mínima de 8 meses. Incluye sensores de humedad en el aceite y en el motor para prevención de daños, que envían señal al TFC y con salida para la Unidad de Supervisión de Operación.

Incluye suministro e instalación de tablero de fuerza y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

8.6.4.13 Sistema para instalar y posicionar homogenizador en tanque aerador

Incluye guías verticales, pescante para izamiento y mecanismo para variar en operación el sumergimiento, hasta 2.0 m de profundidad, y el giro, hasta 180 grados. Todo en acero inoxidable 304.

Estos dispositivos deberán fijarse en el puente de acceso y en la base de concreto instalada en el fondo del tanque, y la cual deberá revestirse con geomembrana.

Guía vertical para instalar mezclador y poder girarlo manualmente hasta 180°, o poder variar su sumergimiento hasta 2.80 m de profundidad, mediante el uso del malacate del pescante. Guía y soportes todos en acero inoxidable 304

Soporte superior de guía a instalar sobre larguero de los puentes 1, 2 y 3 del tanque aireador. Esta fijación deberá tener empaque en lámina 5 mm de elastómero dureza 60 (para proteger acabado y pintura del puente).

Soporte inferior de guía a instalar sobre base de concreto en el fondo del tanque aireador, con tonillos de $\text{Ø}1/2 \times 3.1/2$ +longitud de acero inoxidable 304. Esta fijación deberá también tener empaque en lámina 5 mm de elastómero dureza 60 (para proteger geomembrana del tanque)

Mezclador a fijar en posición mediante cadena $1/4$ +de acero inoxidable 304. Cadena fijada con grilletes también de acero inoxidable 304 al mezclador y el soporte superior de la guía o el pescante.

Pescante para operación y mantenimiento, usado para posicionar mezclador. Pescante tipo articulado y de eslabones de longitud variable para facilitar operación. Pescante en acero carbón con acabado general limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Pescante a instalar sobre larguero de los puentes 1, 2 y 3 del tanque aireador. Esta fijación deberá tener empaque en lámina 5 mm de elastómero dureza 60.

Toda la tornillería del pescante deberá ser grado 2, galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78

Malacate del pescante para elevar hasta 500 kg, y totalmente galvanizado según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

8.6.4.14 Sensor para control de la generación de óxido nítrico

Sensor de oxireducción (ORP) que envía señal a un variador electrónico de velocidad del motor eléctrico de las aspas de los mezcladores homogenizadores. El variador actúa sobre frecuencia de la electricidad alimentando al motor.

La señal del sensor y el giro de las aspas de los mezcladores deben enviarse al TFC y a la Unidad de Supervisión de Operación.

8.6.5. UNIDAD 5. DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS

Los trabajos para entregar en funcionamiento cada **Unidad de Decantación y Transporte de Lodos** de la PTAR Río Frío a entera satisfacción del CONTRATANTE comprende suministrar, montar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio para esta unidad como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales para equipos (Numeral 8.3 a 8.5) relacionadas.

A continuación se consignan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio para la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$. En estas especificaciones, inicialmente se describen la unidad y subunidades con sus procesos y operaciones, y luego se relacionan los componentes y planos de referencia. Después se presentan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio.

Las especificaciones particulares se refieren a los equipos necesarios para realizar las operaciones unitarias de decantación y transporte de lodos. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, afluente / efluente, olor y agua de proceso siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

El valor de las instalaciones de servicio de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada subunidad que comprende la unidad.

1...1 Características de las operaciones unitarias

La Unidad Decantación y Transporte de Lodos de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$ deberá ser para realizar las operaciones unitarias de decantación y transporte de los lodos del afluente procedente del tanque de aireación del proceso de lodos activados.

Esta Unidad de Decantación y Transporte de Lodos deberá separar el lodo biológico de los efluentes provenientes del tratamiento secundario recuperándolo por decantación y transportándolo al tanque de aireación o llevando el exceso de lodo a la alimentación de los reactores anaerobios UASB, o a la Unidad de Proceso de Lodos.

La operación unitaria de decantación o sedimentación deberá hacerse en un decantador o clarificador secundario. La operación unitaria de transporte de lodos deberá ser por bombeo a través de tubería según perfil hidráulico.

En el decantador se realiza la sedimentación de lodos procedentes del tanque de aeración. Esta operación deberá realizarse para:

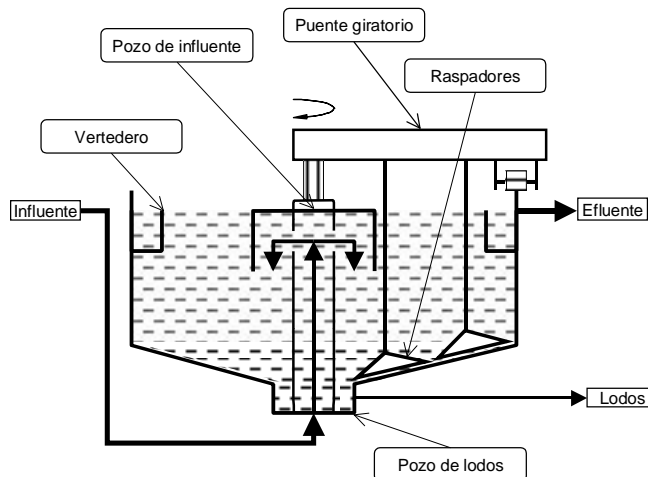
1. Reducir la concentración de lodos en los efluentes
2. Minimizar sólidos totales (ST)
3. Maximizar remoción de contaminantes

1...2 Tanque decantador

La última parte del tratamiento secundario del agua residual deberá efectuarse mediante la operación unitaria de decantación. La unidad de esta operación está compuesta de tanque de fondo cónico con pozo del afluente, vertedero periférico para efluente, puente giratorio con raspador; y motobombas para lodo.

Más adelante se muestra el diagrama de bloques del tratamiento primario con reactores UASB, y el tratamiento secundario con aireación y decantación. Adicionalmente se muestra el esquema de tanque decantador.

Ilustración -1. Esquema del decantador



El tanque decantador es la unidad de operación cuya función es separar por decantación el lodo biológico producido en el tratamiento biológico del agua residual. Por desnivel y desde el tanque de aireación, el efluente llega al centro del decantador donde su energía se disipa por los baffles del pozo de afluente. La disminución de velocidad contribuye a la decantación de los lodos por gravedad; y permite que el líquido clarificado llegue al vertedero periférico del decantador.

Mediante raspadores inclinados que se mueven con el puente giratorio, el lodo sedimentado se lleva a un foso central en el fondo del decantador. De este foso, el lodo se evacua mediante dos bombas axiales que operan simultáneamente, y con una tercera bomba de reserva.

Sobre la tubería que lleva los lodos extraídos del decantador, se deberá instalar un medidor de caudal para indicar el volumen de lodo que está regresando a los reactores y el que se remueve como exceso. El no-exceso de lodo deberá devolverse a los tanques de aireación.

La motomba de lodos en la Estación de bombeo No. 3, cuyo caudal también es medido a través del medidor de caudal arriba mencionado, lleva el lodo a la alimentación de los reactores anaerobios, junto con los efluentes que están llegando al tratamiento, inmediatamente después del cribado y la desarenación.

Arreglo y dimensiones generales, junto con detalles principales del tanque decantador y sus partes se muestran en los planos hidráulicos y mecánicos de la unidad y del decantador. Igualmente, los planos hidráulicos muestran el trazado en planta general de las tuberías de efluentes y lodos, y los típicos de la soportería para tubería se muestran en los planos mecánicos

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para las partes externas e internas del decantador. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica, influente / efluente y lodos, siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

1...3 Deflector central del afluente al decantador

Este dissipador de energía deberá ser del tipo circular con cinco baffles radiales y totalmente en PRFV. Deberá anclarse a la columna central del tanque decantador.

1...4 Vertederos del decantador

Los vertederos del decantador deberán consistir en secciones de lámina de policarbonato de 6 mm de espesor x 200 mm ancho, con ranuras en V de 120 mm ancho x 100 mm profundidad, a intervalos de 460 mm. Las secciones del vertedor deberán curvarse e instalarse uniéndolos a la pared del tanque con masilla epóxica que permita el ajuste y nivelación verticales. Ver configuración y forma de instalar estos vertederos en el plano respectivo del diseño hidráulico.

1...5 Subunidades de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos

La Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la PTAR Río Frío para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de las subunidades como aparece en la tabla siguiente:

Tabla 0-1. Subunidades de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.1	Subunidad de puente giratorio para decantador	Global	1
5.2	Subunidad de recirculación de lodos	Global	1
5.3	Subunidad de purga de lodos	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

1...5.1 Subunidad de puente giratorio para decantador

Cada subunidad de puente giratorio para decantador de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la PTAR Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla siguiente.

Tabla 0-2. Equipos e instalaciones de servicio de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.1	Subunidad de puentes giratorios de decantador		
5.1.1	Puente giratorio con barrelos. Incluye motoreductor, tableros TP y TFC y acometida TP-TFC	Uni.	1
5.1.2	Instalaciones de servicio para Subunidad de Puentes Giratorios de Decantadores	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Arreglo y dimensiones generales del puente giratorio, junto con detalles principales y sus partes se muestran en los planos hidráulicos y mecánicos.

1...5.2 Puente giratorio con raspadores de lodo y colector de flotantes para decantador

Puente giratorio en vigas cajón en lámina HR doblada A-36, miembros en perfiles estructurales A-42, (que el CONTRATISTA deberá calcular), piso en parilla peatonal de PRFV, y baranda en L 2 x 2 x 1/4+A-36. Ambos extremos con escalera, para acceso desde el piso del borde del tanque, y para bajar a columna central. La estructura de este puente podrá ser en largueros y travesaños en viga cajón de lámina A-36, como se presenta en los planos; y el CONTRATISTA podrá presentar otra(s) alternativa(s) de estructura(s).

Puente de dimensiones externas $L \times W \times H = 31.30 \times 1.44 \times 2.70 \text{ m}$, distancia entre apoyos $L = 29.50 \text{ m}$, y diseñado para carga segura concentrada 2,000 kg, carga distribuida 400 kg/m, deflexión máxima $L/1000$. Velocidad 3.09 m/min, giro 0.0166 rpm = 1 rph (recorrido de una vuelta/hr = 185.35 m /hr, sobre borde del tanque).

Puente giratorio, con un extremo montado sobre trole motorizado, y el otro extremo, sobre trole libre y un pivote central.

Pivote central con eje de $\varnothing 4 + \text{SAE } 1040$, montado sobre chumaceras escualizables de rodamientos de cilindros a rótula. Incluye soporte para anclaje a la parte superior

de la columna central del tanque, mecanismo para absorber desalineamiento por inclinación del puente giratorio por desnivel y obstáculos menores sobre las pistas, y soporte para el colector de la acometida parcial eléctrica del accionamiento.

Ruedas de troles tipo tambor de Ø 500 x 500 mm longitud, fabricadas en lamina A-36, con cubierta labrada de caucho vulcanizado para mayor tracción, y montadas sobre chumaceras escualizables de rodamientos de cilindros a rotula Ø4+

Pistas para ruedas en concreto nivelado y grafilado sobre borde del tanque y la parte superior de la columna central del tanque.

Barandas del puente y escaleras en L 2 x 2 x ¼+ A-36, cartelas en lamina ¼+A-36. Todas las uniones con tornillo cabeza hexagonal, arandela plana, arandela de presión y tueda mordaza con resorte. Toda la tornillería grado 2, y galvanizada en caliente según normas ASTM A- 123 y A-153; o con zincado electrolítico según norma ASTM B-633-78.

Piso del puente y escalones de escaleras en módulos de rejilla peatonal. Módulo de rejilla peatonal de L x W x H = 1200 x 1035 x 33 mm. Módulo fabricado totalmente de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) con fibra rigidizante de poliéster ortofálico, color verde. Apertura: 57.37%, vigas longitudinales de amarre: 6, vigas transversales de carga: 31. Ancho de prueba 1035 mm, longitud de apoyo 90 mm, luz 945 mm, carga segura concentrada 700 kg y distribuida 1100 kg/cm², deflexión máxima esperada 18.90 mm, factor de seguridad 5.0, modelo Rejilla Peatonal tipo 1, 1035 x 1200 x 33 mm, o similar.

Puente con raspadores (barre lodos) montados en su parte inferior. Estructura soporte de los raspadores tubo de acero A-53⁰B y perfiles A-36. Raspadores tipo paletas inclinadas con bordes ajustables en plástico UHMW. Ver detalles de rascadores en plano mecánico de detalles constructivos.

Acabado general del puente y sus accesorios con limpieza mecánica y 3 mills de pintura epóxica color reglamentario. Incluye protección catódica de electrodo consumible a calcular, suministrar e instalar por el CONTRATISTA.

Peso aproximado total del puente sin carga 7,000 kg, y peso total aproximado con carga 15,000 kg. Estos pesos deberán ser recalculado por el CONTRATISTA.

Accionamiento mediante moto reductor de doble reducción (moto reductor + reductor), para trabajo continuo de 24 hr/día, y con control del par tursor, especificado mas adelante.

Suministro y montaje del puente giratorio incluye interruptor con alarma por exceso de par tursor; un colector para acometida eléctrica parcial; y, un tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X, en lámina de acero inoxidable 304. Este tablero, montado sobre el puente debe incluir todo los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control e indicación.

Como se estipula al principio de este numeral, el CONTRATISTA podrá presentar alternativas para la estructura de cada puente giratorio. Se aceptarán puentes giratorios con estructura así:

- 1) Largueros y travesaños de viga cajón de lámina A-36
- 2) Larguero de una sola viga cajón de lámina A-36
- 3) Larguero de un sola viga tubular de lámina A-36
- 4) Largueros y travesaños de perfiles estructurales comerciales A-42
- 5) Largueros en viga C de 0.90 a 1.00 m de alto, de lámina A-36¹, que sirven también como barandas.

El CONTRATISTA deberá diseñar estructura y detalles constructivos del puente según la alternativa seleccionada, lo cual deberá incluir diseñar o adaptar escalera, piso, barandas, forma de unión de elementos estructurales, y, soportes para barrelos, colector de flotantes y para accionamiento. Según módulo de la viga larguero, alguna(as) alternativa(s) podrá(n) tener estructura más livianas que la del puente consignado en los planos, que corresponde a estructura de largueros y travesaños de viga cajón de lámina A-36.

1...5.3 Moto reductor para accionar puente del decantador

El accionamiento del puente giratorio del decantador deberá ser por moto reductor tipo helicoidal de acople directo al eje del trole, o por doble reducción (moto-reductor + reductor). Este accionamiento deberá incluir una base para el accionamiento, un tablero parcial, un tablero de fuerza, un control del par tursor, y las acometidas y canalizaciones de conductores.

El moto-reductor del accionamiento del puente giratorio de cada decantador podrá ser tipo helicoidal relación o sinfín corona, relación $i = 15:1$, potencia de entrada de al menos 12 HP, potencia de salida 10 HP, velocidad de entrada 1750 rpm, velocidad de salida 120 rpm, torque de salida 15 kg m, eficiencia 0.85, motor 12.0 HP 440V/3f/60Hz TEFC, sin fin a la derecha, montaje horizontal + un reductor sinfín-corona, relación $i = 50:1$, potencia de entrada 2.4 HP, potencia de salida 1.8 HP, velocidad de entrada 120 rpm, velocidad de salida 2.4 rpm, torque de salida 634 kg m, eficiencia 0.78, sin fin a la derecha, montaje . *Nota: Si los reductores no se pueden acoplar directamente, se recomienda acoplarlos con transmisión por cadena, y distribuir la relación de transmisión por cadena entre el acople intermedio y el acople final al eje de las ruedas del trole. .*

El accionamiento del puente giratorio del decantador deberá incluir un colector para acometida eléctrica parcial; un tablero parcial tipo NEMA 4X en lámina de acero inoxidable 304, y, un tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X, con interruptor y alarma por exceso de par tursor. Estos tableros deberá ser en lámina de acero inoxidable 304, deberán montarse sobre el puente y deberán incluir todo los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento,

¹ Ver, por ejemplo, SERECO PRTP Peripheral drive scraper for circular clarifier. Brochure. Disponible en http://www.sereco.it/index.php/dir=_eng/mod=catalogo/idprod=37

control e indicación. Igualmente deberá incluir salidas para enviar señales a la Unidad de Supervisión de Operaciones.

1...6 Instalaciones de servicio de la Subunidad de Puentes Giratorios

Las instalaciones de servicio para la Subunidad de Puentes Giratorios de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberán ser las estipuladas en la tabla siguiente.

Tabla 0-3. Instalaciones de servicio de la Subunidad de Puentes Giratorios

Item	Descripción	Uni.	Cant.
1.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.1	Subunidad de Puentes Giratorios		
5.1.2	Instalaciones de servicio		
5.1.2.1	Acometida eléctrica parcial	Uni.	1
5.1.2.2	Tablero eléctrico parcial (TP)	Uni	0
5.1.2.3	Tablero de fuerza y control (TFC), con interruptor por exceso de par torsor y salidas a la Unidad de Supervisión de Operación	Uni	0
5.1.2.4	Acometida eléctrica TP a TFC	Uni	0
5.1.2.5	Acometida eléctrica TFC a equipo	Uni	0
5.1.2.6	Canalización de conductores y acometidas parciales	Global	0
5.1.2.7	Acometidas, aparataje, conductores, y canalizaciones de sensores, controles y actuadores	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Estas instalaciones de servicio deberán comprender las provisionales y definitivas requeridas para la realización de las obras objeto de estas especificaciones. A continuación se presentan las instalaciones de servicio cuyas especificaciones particulares son diferentes a las especificaciones generales.

1...6.1 *Acometida eléctrica parcial y tablero eléctrico parcial de puente giratorio*

Cada puente giratorio del decantador deberá tener una acometida y un tablero parcial. La acometida parcial deberá ser desde el tablero parcial dispuesto para tal efecto en las instalaciones eléctricas

El tablero parcial de cada puente giratorio deberá ser con gabinete tipo NEMA 4X, en lámina de 2 mm acero inoxidable 304. Este tablero deberá montarse sobre un poste continuación del eje de giro del puente, y deberá incluir colectores, aisladores, barrajes y conductores; junto con el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control e indicación.

1...7 SUBUNIDAD DE RECIRCULACIÓN DE LODOS

Cada Subunidad de Recirculación de Lodos de cada Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500\text{m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla siguiente.

Tabla 0-4. Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de Recirculación de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.2	Subunidad de Recirculación de Lodos		
5.2.1	Bomba para recircular lodos	Uni.	3
5.2.2	Instalaciones de servicio para Subunidad de Recirculación de Lodos	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Localización y distribución en planta de las bombas se muestran en plano 24-HS: Tanque de aeración - cortes.

1...7.1 *Motobomba para recircular lodos del decantador*

Deberá proveerse tres motobombas, dos funcionando y otra en stand-by, para recircular lodos decantados desde Estación de Bombeo #1 (EB#1) del Decantador 1 (CLR-501) hasta Estación de Bombeo # 3 (EB#3), donde se reparte para recircular a Tanque de Aeración 1 (ATK-201) y/o pozo 2 A (P2A) para purgar a UASBs (ANR-205 a 207). Los lodos recirculados deberán ser de al menos $18,000\text{ m}^3/(\text{día} \times \text{decantador})$, con dos bombas operando 6.0 hrs/día, y una tercera bomba de reserva o en stand-by. El fluido a manejar será lodo decantado de proceso de UASB estabilizado por proceso de lodos activados, de densidad de al menos $1,006\text{ kg/m}^3$, temperatura máxima de 25°C ; y, contenido de sólidos de al menos 1.0% en peso (10.000 mg/L).

Cada motobomba para recircular lodos deberá ser del tipo vertical de flujo axial y de propela; de una o dos etapas; con eje suspendido protegido y lubricado por aceite; con campana de succión; y, con columna (o tubo) y codo para descarga sobre el nivel del piso. Esta bomba deberá tener un pedestal para el accionamiento por motor eléctrico con transmisión por correas y poleas.

Cada bomba para recircular lodos deberá diseñarse y/o seleccionarse para operación de 6 horas / día de 24 horas; para al menos un caudal $Q = 1,500 \text{ m}^3/\text{hora}$ ($0.417 \text{ L/s} = 6,605 \text{ gal/min}$); para al menos una altura dinámica total $H_t = 5.0 \text{ m CA}$ (11.5 pies CA); con al menos succión x descarga = $609 \times 609 \text{ mm}$ ($24 \times 24\text{+}$); succión con campana y descarga con brida ANSI 150 libras. El borde inferior de la succión deberá estar a un diámetro interior del tubo de la columna medido desde el piso del pozo, y la sumergencia mínima de la succión deberá ser al menos dos diámetros interiores de la campana de succión sobre el borde inferior de la misma campana.

Cada bomba deberá ser para al menos una potencia de entrada $P_i = 40 \text{ kW}$; una potencia de salida $P_o = 25 \text{ kW}$; una eficiencia del 60%. El accionamiento deberá ser mediante motor eléctrico 40 kW (53 HP), 1170 rpm , 440 V/3f/Hz , TEFC, IP 54; y, con transmisión por correas y poleas

La cabeza dinámica total deberá medirse en la descarga de la bomba y deberá incluir la cabeza de velocidad y la cabeza estática vertical desde el nivel mínimo de agua al eje de la descarga de la bomba. Este eje de descarga de la bomba deberá estar a 5.27 m de elevación sobre el piso del pozo húmedo. El mínimo nivel de agua deberá estar a la elevación de 0.60 m sobre el piso del pozo húmedo, y cada bomba deberá montarse a 4.40 m de elevación sobre el mismo piso. El piso del pozo húmedo estará a 800 msnm . (Para mayores detalles de elevaciones deberá verse los planos hidráulicos de decantador y el pozo de bombeo de lodos, y el plano de perfil hidráulico de la PTAR)

La rotación de cada bomba deberá ser en sentido antihorario vista desde el extremo del accionamiento hacia la bomba y horario para la bomba central, y no deberá exceder 1170 RPM . El tamaño del accionamiento deberá ser de al menos 40 kW (53 HP) máximos en el rango de la curva hidráulica de la bomba, y cada bomba deberá operar dentro del rango de la curva obtenida de y/o publicada por el fabricante. El cuerpo de la bomba deberá tener soportes requeridos para evitar vibración

La propela de cada bomba deberá ser del tipo de flujo axial y fabricada de bronce ASTM B584 C83600. Cada propela deberá fabricarse en una sola pieza con diseño de flujo axial de tres a cuatro vanos, capaces de dejar pasar sólidos de hasta 5 mm de diámetro. Los bordes de ataque de los vanos de la propela deberán ser redondeados para prevenir acumulación de material fibroso. Cada propela deberá balancearse estática y dinámicamente para limitar la vibración y deberá soportarse en ambos extremos por bujes para darles estabilidad. Las propelas deberán asegurarse al eje por medio de casquillos y tuercas de bronce para prevenir

movimiento axial. La posición de cada propela dentro de la campana de succión y/o el tazón intermedio deberá ajustarse por medio de tuercas y/o acoples.

Los tazones intermedios de las propelas (para bombas de más de una etapa) deberán ser de fundición de hierro de grano cerrado conforme a ASTM A48 Class 30. La fundición deberá estar libre de agujeros por soplado y arena y deberá maquinarse para obtener acabado y ajustes óptimos. Estos tazones deberán tener extremos bridados y pasajes suaves para asegurar operación eficiente. El tazón final deberá incluir la campana de succión que deberá tener entradas rebordeadas hacia fuera y bujes de bronce permanentemente lubricados. Esta campana de succión deberá tener un mínimo de tres vanos de guía para reducir el vórtice y las pérdidas en la entrada. El buje en la succión deberá tener protección contra la entrada de arena.

El eje de la propela deberá construirse en acero inoxidable 416 (ASTM A582) y deberá ser capaz de transmitir el torque requerido. Este eje deberá soportarse en bujes de bronce localizados en ambos lados de cada propela. El acople del eje deberá ser de acero carbón norma ASTM A108 Gr 12L14.

La columna o tubo de descarga de cada bomba deberá ser en al menos tubo Ø 24+ Sch 10 con costura, A-106; o, fabricada de lámina ¼+ HR, A-36. Esta columna deberá tener extremos bridados y deberá fabricarse en secciones no mayores de 3.05 m (10 pies) de longitud.

El eje de la columna deberá ser de tamaño suficiente para transmitir el torque y operar la bomba sin distorsión o vibración. Este eje deberá fabricarse en acero carbono AISI 1045 (o ASTM A582, 416) y deberá suministrarse en secciones no mayores de 3.05 m (10 pies) de longitud. Las secciones del eje deberán unirse con acoples roscados maquinados de redondos de barra de acero extrafuerte.

Deberá proveerse protección para el eje de la columna. Esta protección deberá ser en tubo Sch. 80 ASTM A120 y deberá suministrarse en secciones intercambiables no mayores que 1.50 m (5 pies) de longitud. Cada tubo de protección deberá maquinarse para recibir bujes conectores de bronce, Estos bujes deberán ser en bronce ASTM B505 C93200.

La cabeza de descarga de la bomba deberá ser sobre el piso y en tubo Sch 40 A-106, o fabricada en fundición de hierro gris, o fabricada de lámina de al menos 3/16+ acero A-36 (codo de radio largo de tres secciones), y deberá tener en el extremo brida ANSI 125 lb. Esta cabeza deberá ser capaz de soportar todo el peso de la bomba y su accionamiento. Un eje de accionamiento, del mismo material que el eje de la columna, deberá extenderse a través del sello y acoplarse al eje del accionamiento mediante un espaciador tipo acople que permita remoción fácil del sello mecánico. La cabeza de descarga deberá tener un pedestal para montaje del accionamiento. Las aperturas de la cabeza de descarga deberán tener guardas para prevenir accidentes por el eje y acople.

El peso aproximado de la bomba con accionamiento es de 3.600 kg. El CONTRATISTA deberá recalcular este peso para efectos de soporte y anclaje en el pozo de bombeo de lodos.

Cada bomba de recirculación de lodos deberá tener protección anticorrosiva y protección catódica de electrodo consumible. La protección anticorrosiva deberá ser con 2.5 mills anticorrosiva epoxica y acabado con 5.0 mills de pintura epoxica, previa limpieza con sand-blasting comercial (SSPC-SP-6 / NACE # 3). La protección catódica deberá ser similar a la estipulada en las especificaciones generales mecánicas para la tubería de lodo, protección ésta que el CONTRATISTA deberá calcular, suministrar e instalar. Esta protección deberá diseñarse acorde a las normas NACE estándar RP-01-69-92, y deberá incluir al menos: a) Anodos de sacrificio para la columna de succión, la soportería ó anclajes y las válvulas de seccionamiento; b) Cables de lectura de potenciales; c) Sistemas de corriente impresa provista por rectificadores; y, d) Sistemas de aislamiento eléctrico.

El CONTRATISTA deberá suministrar certificado de las pruebas en fábrica de la bomba, pruebas que deberán realizarse de conformidad a la última edición Hydraulic Institute Standards (HIS). Las pruebas deberán ser suficientes para determinar la curva de potencia de entrada y de eficiencia relativas a capacidades desde el corte hasta 150% del flujo. Un mínimo de seis puntos, incluyendo el de corte, deberán tomarse en cada prueba. Al menos uno de estos seis puntos deberá tomarse tan cerca como sea posible de cada condición específica.

El suministro y montaje de cada bomba de recirculación de lodos deberá incluir columna (o tubo) y campana de succión; eje de columna con protección; cabeza de descarga con pedestal para el accionamiento; y, sistema de sello mecánico para el eje. Deberá también incluir todas las instalaciones de servicio como tubería para agua de proceso para retrolavado de tubería; soportes; sistema de protección catódica; puente grúa para inspección y mantenimiento (especificado mas adelante); sensores; controladores y actuadores; tablero parcial; tablero de fuerza y control; y, acometidas eléctricas. El tablero de fuerza y control deberá ser tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2 mm acero inoxidable 304.

Incluye válvula de retención en la descarga y suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) tipo NEMA 4X con gabinete en acero inoxidable; y, acometida tablero parcial - TFC.

1...7.2 Puente grúa para mantenimiento de motobombas para lodos

Deberá proveerse un puente grúa para mantenimiento de las bombas de recirculación de lodos en el Pozo de Bombeo de Lodos No. 1. Este deberá ser un puente grúa de riel dotado con diferencial manual a cadena de eslabones con trole también manual.

El puente deberá permitir que los elementos rotatorios y los elementos no rotatorios críticos, sometidos a desgaste, y no la bomba completa, puedan removerse rápida y

fácilmente para inspección, reparación o cambio, sin necesidad de remover o desmontar la bomba completa. El puente deberá montarse sobre rieles en el borde del pozo de bombeo y deberá facilitar el izaje y desplazamiento manual y sin dificultades de los elementos rotatorios de las bombas para efectos de todas las actividades de montaje y mantenimiento.

El puente grúa deberá diseñarse para elevación hasta 3.0 m de cargas de al menos 0.5 ton., y lo será según se muestra en los planos civiles e hidráulicos del decantador. Las dimensiones principales aproximadas de este puente grúa deberán ser de al menos Largo x Ancho x Alto = 8.20 x 2.00 x 4.0 m. Para la elevación deberá disponerse de un diferencial manual a cadena de eslabones para 1.0 ton x 3.0 m de levante, con trole engranado de desplazamiento manual. Arreglo general, configuración, dimensiones principales y detalles básicos similares a los del plano del puente grúa para canal de cribado. El peso estimado total del puente grúa sin carga es 1,000 kg, y peso total estimado con carga es 1,200 kg. Estos pesos deberán ser recalculados por el CONTRATISTA.

Los componentes estructurales de puente grúa, que el CONTRATISTA deberá calcular, deberá incluir riel para trole del diferencial en al menos perfil estructural I 12+x 27 lb/pie A-42, patas en al menos tubo Ø 8+ Sch 40 A-53⁰B, y cartelas en al menos lamina ¼+A-36. Este puente deberá tendrá uniones apernadas para facilitar transporte desde taller a sitio de la obra, y desde lugar de operación a sitio de almacenamiento. El puente grúa deberá tener limpieza previa con grata, protección con 2.5 mills anticorrosiva epoxica y acabado con 5.0 mills de pintura epóxica color reglamentario.

1...7.3 Diferencial con trole para puente grúa para motobombas para lodos

Diferencial manual de cadena de eslabones con trole engranado. Diferencial con capacidad 1.0 tonelada x 3.0 de elevación. Peso total aprox. 30 kg.

1...7.4 Caudalímetro

Medidor de caudal para indicar el volumen de lodo que regresa a los reactores y que se remueve como exceso, mientras el no-exceso de lodo vuelve a los tanques de aireación. Este caudalímetro deberá ser tipo no contacto, para montaje sobre línea. Y con indicador digital. Caudal máximo 5.000 m³/hora, caudal mínimo 500 m³/hora, error máximo de medición 2%, indicador con dígitos de 7 mm de alto y dos cifras decimales. Cuerpo y componentes internos resistentes a la acción de los componentes del fluido medido (lodos con un contenido de sólidos del 3 al 5%). Instalado después de la función de las tres bombas, donde los caudales de las bombas se juntan.

Incluye tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X con gabinete de acero inoxidable AISI 304

1...7.5 **Instalaciones de servicio de la Subunidad de Bombeo de Recirculación de Lodos**

Las instalaciones de servicio para la Subunidad de Bombeo para Recirculación de Lodos de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberán ser las estipuladas en la tabla siguiente:

Tabla 0-5. Instalaciones de servicio de la Subunidad de Bombeo para Recirculación de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.2.	Subunidad de Bombeo para Recirculación de Lodos		
5.2.5	Instalaciones de servicio		
5.2.5.1	Tubería para agua de proceso para retrolavado de tubería	Global	1
5.2.5.2	Acometida eléctrica parcial	Uni.	2
5.2.5.3	Tablero eléctrico parcial (TP)	Uni	2
5.2.5.4	Tablero de fuerza y control (TFC) con salidas a la Unidad de Supervisión de Operación	Uni	2
5.2.5.5	Acometida eléctrica TP a TFC y TFC a equipo	Uni	2
5.2.5.6	Canalización de conductores y acometidas parciales	Global	2
5.2.5.7	Acometida, aparataje, conductores, y canalizaciones de sensor, control y actuador electrónicos del equipo	Global	2

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Estas instalaciones de servicio deberán comprender las provisionales y definitivas requeridas para la realización de las obras objeto de estas especificaciones.

1...8 **SUBUNIDAD DE PURGA DE LODOS DE REACTORES UASB**

Las especificaciones particulares de la Subunidad de Purga de Lodos deberán solo usarse para información y/o referencia en el alcance de obras mecánicas de la etapa 1, fase 1 y 2 de construcción de la PTAR Río Frío. Estas especificaciones

deberán únicamente aplicarse al alcance de las obras mecánicas de la etapa 1, fase 3; y, de las etapas 2 y 3 de la mencionada construcción.

Cada Subunidad de Purga de Lodos de cada Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500\text{m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla siguiente.

Tabla 0-6. Equipos e instalaciones de servicio de la Subunidad de Purga de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.2	Subunidad de purga de lodos		
5.2.1	Bomba para purga lodos de UASBs	Uni.	2
5.2.2	Instalaciones de servicio para Subunidad de Purga de Lodos	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Localización y distribución en planta de las bombas y sus tuberías se muestran en plano 24-HS: Tanque de aeración - cortes.

1...8.1 Motobomba para purga de lodos de Estación de bombeo No. 3 a reactores UASBs (P-612)

Deberá proveerse dos motobombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-612) para purga de lodos desde la Estación de bombeo No. 3 a pozo P2A, donde se mezclan con efluentes del pretratamiento para alimentar a los reactores UASBs. Estas motobombas deberán ser para manejar al menos $850\text{ m}^3/\text{turno}$ de 8 horas, 6 días a la semana ($125\text{ m}^3/\text{hr}$), de lodos de purga de reactores de lodos activados y/o de reactores UASB. Fluido a manejar será lodo de purga de proceso de lodos activados, de densidad de al menos $1,005\text{ kg}/\text{m}^3$, y contenido de sólidos de al menos 0.8% en peso ($8000\text{ mg}/\text{L}$), y lodos de purga de reactores UASB, de densidad de al menos $1.018\text{ kg}/\text{m}^3$, y contenido de sólidos de al menos 3%.

Cada motobomba deberá ser de desplazamiento positivo, una motobomba operante y otra de reserva. Caudal de al menos $125\text{ m}^3/\text{hora}$ ($550\text{ gal}/\text{min}$), altura dinámica total de al menos 11.50 mCA (37.80 pies CA), succión x descarga = 152 mm , (6+) brida ANSI 150 libras. Potencia efectiva de al menos $P = 1.3\text{ HP}$ (5.0 kW), y giro a 180 rpm . Cada motobomba deberá ser para bombeo continuo de hasta $16\text{ hrs}/\text{día}$.

Cada motobomba deberá tener estator en acero inoxidable, rotor tipo sin fin en caucho nitrílico, y carcasa en hierro fundido, eje en acero inoxidable con sello mecánico. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Acople directo a moto reductor tipo helicoidal, potencia de entrada 5.0 kW , relación $i = 10:1$, velocidad de entrada 1800 rpm , velocidad de salida 180 rpm , eficiencia 0.9 , con motor 2.0 kW $440\text{V}/3\text{f}/60\text{Hz}$ TEFC. Peso aprox. 212 kg .

Incluye suministro e instalación de sensor e interruptor de temperatura y tablero de fuerza y control (TFC). Cada TFC deberá ser tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; variador electrónico de velocidad para cada bomba; y, acometida tablero parcial - TFC.

1...8.2 Motobomba trasiego de lodos de EB # 3 a pozo P-2A

Deberán proveerse dos motobombas de trasiego de lodos, una funcionando y otra en Stand By, desde la Estación de Bombeo # 3 hasta pozo P-2A. Para manejar 280 m³/(día x decantador) x 2 decantadores = 560 m³/día, con una bomba operando 8 hrs/día

Motobomba tipo axial, de rotor abierto de alabes inclinables entre 28 y 35°, y de succión vertical. Líquido a manejar: lodos con hasta 5% de sólidos. Caudal Q = 85 m³/hora (370 gal/min), altura dinámica total de al menos 9 m CA (29,5 pies CA), succión x descarga = 102 mm, (4+) brida ANSI 150 libras, potencia efectiva del al menos 3.0 kW, eficiencia del 60%, y giro a 1770 rpm. Cuerpo e impulsor en hierro fundido, y eje en acero inoxidable con sello mecánico. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Acabado exterior en pintura epóxica. Acople directo a motor eléctrico 6.0 kW, 1770 rpm, 440 V/3f/Hz, TEFC, IP 54. Peso aprox. 200 kg.

Incluye suministro e instalación de tablero de fuerza y control (TFC) tipo NEMA 4X con gabinete en acero inoxidable; y, acometida tablero parcial . TFC.

1...8.3 Instalaciones de servicio de la Subunidad de Bombeo de Purga de Lodos

Las instalaciones de servicio para la Subunidad de Bombeo para Purga de Lodos de la Unidad de Decantación y Transporte de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberán ser las estipuladas en la tabla siguiente:

Tabla 0-7. Instalaciones de servicio de la Subunidad de Bombeo para Purga de Lodos

Item	Descripción	Uni.	Cant.
5.	UNIDAD DE DECANTACIÓN Y TRANSPORTE DE LODOS		
5.2.	Subunidad de de bombeo para purga de lodos		
5.2.5	Instalaciones de servicio		

5.2.5.1	Tubería para agua de proceso para retrolavado de tubería	Global	1
5.2.5.2	Acometida eléctrica parcial	Uni.	2
5.2.5.3	Tablero eléctrico parcial (TP)	Uni	2
5.2.5.4	Tablero de fuerza y control (TFC) con salidas a la Unidad de Supervisión de Operación	Uni	2
5.2.5.5	Acometida eléctrica TP a TFC y TFC a equipo	Uni	2
5.2.5.6	Canalización de conductores y acometidas parciales	Global	2
5.2.5.7	Acometida, aparataje, conductores, y canalizaciones de sensor, control y actuador electrónicos del equipo	Global	2

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportaría, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Estas instalaciones de servicio deberán comprender las provisionales y definitivas requeridas para la realización de las obras objeto de estas especificaciones.

1...8.4 Tablero de fuerza y control de bomba para purga de lodos

Cada bomba para purga de lodos deberá incluir la acometida eléctrica parcial; y, un tablero de fuerza y control TFC tipo NEMA 4X, en lámina 2 mm de acero inoxidable 304. Este tablero deberá montarse cerca de cada homogenizador, sobre el puente peatonal del tanque aerador. El TFC deberá incluir un variador electrónico de frecuencia para variar el giro del motor eléctrico de cada homogenizador, según señal del control de velocidad especificado más adelante. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO.

1...9 CONDICIONES GENERALES DE ENTREGA DE LA UNIDAD DE DECANTACION Y TRANSPORTE DE LODOS

Instalación: Toda la Unidad de decantación y transporte de lodos como descrita en esta especificación, y sus equipos e instalaciones de servicio relacionadas deberán instalarse y alinearse bajo las recomendaciones y la supervisión de un ingeniero de servicio del fabricante. Todas las canalizaciones para conductores de potencia y control deberán localizarse y ejecutarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los equipos conformadores de la Unidad. Todas las adecuaciones del terreno, piso o estructura del sitio de servicio deberán localizarse, ejecutarse o adecuarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El Proponente deberá hacer que el fabricante de cada uno de los equipos componentes de la Unidad de decantación y transporte de lodos examine/investigue los documentos de la solicitud de ofertas en cuanto al ambiente de funcionamiento al cual los equipos estarán sometido, para así aconsejar al Ingeniero del Proponente (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que los equipos no funcionen según lo previsto, y quien deberá dar recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

El Proponente deberá incluir en el precio unitario de la Unidad de decantación y transporte de lodos un mínimo de tres días de 8 horas/día de tiempo de un ingeniero de servicio del fabricante de cada uno de los equipos mayores. Este tiempo deberá utilizarse para asegurar la conexión y el funcionamiento apropiados de los equipos antes de arranque y para entrenar a personal del Contratante en la operación y mantenimiento de los equipos.

Pruebas: La prueba de despacho de los equipos mayores para La Unidad de decantación y transporte de lodos deberá ejecutarse en la planta del fabricante bajo condiciones simuladas en la gama de la carga esperada. Todos los puntos / rangos de operación deberán programarse y probarse, y el sistema deberá operarse con motor de características similares.

La prueba, comprobación, y arranque de los equipos en el campo deberá realizarse bajo la dirección técnica de un ingeniero de servicio del fabricante. Bajo cualquier circunstancia, ninguna porción de cualesquiera de los equipos podrá energizarse sin la autorización del ingeniero de servicio del fabricante. El Contratista deberá instruir al fabricante de los equipos sobre proporcionar los servicios de un ingeniero competente para asesorar en la puesta en operación inicial (commissioning) de cada uno de los equipos mayores, y para proporcionar la instrucción necesaria al personal a cargo de la operación y mantenimiento de los mismos.

La prueba del funcionamiento consistirá en tres pruebas que deberán durar tres horas cada una. Las muestras serán recogidas en el final de cada hora. Todas las pruebas deberán promediarse y el equipo suministrado deberá demostrar que puede cubrir o exceder los criterios especificados del funcionamiento. Si el equipo no puede resolver los criterios especificados del funcionamiento después de la tercera prueba, el CONTRATANTE tendrá la opción de hacer efectiva la póliza de garantía de funcionamiento, o solicitar al CONTRATISTA compensación por costos futuros, tales como acarreo de lodos húmedos y/o torta, exceso de dosificación del polímero, rendimiento de procesamiento del lodo y de sólidos capturados debido a la falta de cubrir los criterios del funcionamiento. La cantidad de la compensación deberá ser igual al coste adicional, sobre la base del valor presente, que incurrirá el CONTRATANTE en un período de veinte (20) años con interés de un 0.05 puntos porcentuales por debajo del interés de usura vigente a la fecha de hacerse efectivo el pago. El CONTRATISTA será responsable por estos costos adicionales, pero el monto no deberá exceder el 100% del precio del sistema suministrado.

Si el CONTRATANTE no puede proporcionar el lodo según lo especificado en las condiciones del servicio dentro 90 días después de que la notificación del CONTRATISTA de la preparación para realizar la prueba de funcionamiento, la prueba será juzgada ser satisfactoria y el Contratante aceptará el equipo.

Partes de repuesto requeridas: Una lista de partes de repuesto requeridas deberá incluirse con las especificaciones del equipo sometidas con la oferta. El Proponente deberá incluir en su oferta el costo de proveer las piezas de repuesto requeridas por el fabricante.

Partes de repuesto recomendadas: El Contratista deberá obtener del fabricante, y someter a aprobación del Contratante, una lista de las piezas de repuesto recomendadas para cada de equipo componente de la Unidad de proceso de lodo según las provisiones al respecto estipuladas en las especificaciones generales. Después de la aprobación, el Contratista deberá suministrar tales piezas de repuesto empaquetadas, identificadas con los datos del equipo, y etiquetadas convenientemente. El Contratista también deberá suministrar nombre, dirección, y número de teléfono del distribuidor más cercano para cada parte de repuesto.

Todas las partes de repuesto deberán destinarse para uso del Contratante sólo después de la expiración del período de la garantía. Cualquier pieza de repuesto que el Contratista utilice para las pruebas en campo y la cobertura de la garantía, el Contratista deberá sustituirlas antes de la aceptación parcial del Contratante del uso beneficioso del equipo.

Durante la duración de la garantía, el Contratista deberá notificar por escrito al Contratante sobre cualquier modificación por parte del fabricante de cualquiera de las partes de repuesto aprobadas, tales como número de parte, capacidad de intercambio, cambio del modelo u otros. Si el Contratante determina que las piezas modificadas no son más aplicables al equipo proveído, dentro de la cobertura de la garantía, el Contratista deberá proporcionar piezas de repuesto aplicables.

Servicio de asistencia técnica y repuestos: Cada uno de los equipos componentes de la Unidad de decantación y transporte de lodos, deberá tener servicio de asistencia técnica y repuestos para todo el territorio colombiano, con concesionarios o agentes autorizados directamente por la fábrica. El Contratista deberá presentar constancia escrita que estos concesionarios y/o agentes garantizan disponibilidad de repuestos y servicio en el mercado local para efectos del mantenimiento preventivo y reparativo después de vencerse la cobertura de la garantía.

Fabricantes: Cada equipo solicitado deberá ser nuevo, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. Cada uno de los equipos requeridos en esta especificación deberá ser el producto de un fabricante que haya diseñado y fabricado equipos similares, y tenga un registro de no menos de cinco (5) años de operación exitosa en plantas similares en Latinoamérica y EE.UU. El Contratista

deberá someter a la Interventoría evidencias para el anterior efecto junto con una lista de sistemas instalados y en operación.

Los equipos solicitados en la presente unidad de decantación y transporte de lodos deberán ser de tecnología abierta y no deberán estar bajo regalías o extensiones de uso de diseño o nombre, o estar bajo patentes extranjeras o patentes pendientes. En caso de cualquier demanda por infracción de patentes o registros de diseño, el fabricante deberá defender e indemnizará al Contratante y lo deberá librar jurídica y económicamente de cualesquiera responsabilidades asociadas al uso del equipo, diseño o proceso patentado.

Garantía: El Fabricante / Contratista, deberá garantizar el funcionamiento de los equipos contra cualesquier defectos de los materiales y de fabricación por el tiempo de 12 meses contados después de la puesta en punto o 18 meses después de la fecha de suministro, lo que primero ocurra. El Fabricante/Contratista deberá comprometer a reparar o cambiar las piezas defectuosas, cuando se compruebe su defecto. Los servicios de cambio y reparos por garantía, como también el transporte y costos de viaje de técnicos, serán por cuenta del Fabricante/Contratista. No deberá incluirse en la cobertura de la garantía: (a) La no observancia de las instrucciones de existencias de carga y descarga instalación del equipo hechos por cuenta del Contratante; (b) La no observancia de las instrucciones de operación y mantenimiento establecidas en el manual suministrado por el fabricante/Contratista; y, (c) además piezas que por su naturaleza, mismo en operación normal tengan vida útil menor que el tiempo de garantía.

Análisis de costos para comparación: Para efectos de comparación y selección, el Proponente deberán presentar: (a) Análisis de costo capital (precio unitario del sistema), costo de operación y mantenimiento (O & M) y costo unitario de producción (US \$ /m³ de lodo deshidratado). El costo O & M debe incluir relación y consumo unitario de insumos (reactivos, polímeros / floculantes y consumibles), relación de personal necesario, y la disponibilidad de insumos y repuestos en el mercado nacional; y, (b) Las características finales de la torta de lodo producida, inclusive con ausencia o minimización de polvo. Estos serán parámetros a explicitarse por el proveedor, y que serán características a tener en cuenta en el análisis económico y de impacto social y ambiental del equipo y/o la operación.

8.6.6. UNIDAD DE PROCESO DE LODOS

Los trabajos para entregar en funcionamiento cada **Unidad de Proceso de Lodos** de la PTAR Río Frio a entera satisfacción del CONTRATANTE comprenden realizar la ingeniería de detalle de la Unidad, suministrar, montar, probar y poner en operación los equipos e instalaciones de servicio

para esta Unidad como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales para equipos (Especificación 8.3 a 8.5) relacionadas.

A continuación se consignan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio para la Unidad de Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$ (cuatro reactores UASB, un tanque aerobio de lodos activados, un decantador, y una Planta de Proceso de Lodos). En estas especificaciones, inicialmente se describen la unidad y subunidades con sus procesos y operaciones, y luego se relacionan los componentes y planos de referencia. Después se presentan las especificaciones particulares de los equipos e instalaciones de servicio.

Las especificaciones particulares se refieren a los equipos necesarios para realizar la operación unitaria del deshidratado de lodos. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, afluente / efluente, olor y agua de proceso siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

El valor de las instalaciones de servicio de cada Unidad de Unidad de Proceso de Lodos como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada subunidad que comprende la unidad.

Cada Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$ deberá ser para realizar la operación unitaria de deshidratado de lodo. En esta primera etapa operará durante 17 horas al día aproximadamente, Seis (6) días a la semana.

En las operaciones unitarias de procesamiento de lodos deberá poder removerse el agua de los lodos de purga de los reactores UASBs y el Clarificador secundario. Los sólidos removidos (torta de lodos) serán los presentes en el afluente de los reactores UASB y el clarificador secundario, y los cuales una vez deshidratados deberán transportarse a un sitio de disposición final: relleno o land fill, y/o a una Planta de Lodos para obtener biosólidos Clase A y/o B.

CARACTERÍSTICAS DE LAS OPERACIONES

Las operaciones unitarias de la Unidad de Proceso de Lodos de la PTAR Río Frío comprenden sólo Deshidratado de Lodos. El deshidratado de lodos tiene como objetivo reducir la humedad del exceso de lodo generado por la planta (lodos purgados), para disponerlos en land-fill o relleno sanitario, o para transformarlo en biosólidos clase A, según la norma estadounidense EPA . 40-CFR- Part. 503. La unidad de esta operación unitaria se compone de bombas para lodos; espesador de lodos, tuberías; sistema de preparación y dosificación de polímeros; prensas de tornillo para deshidratación de lodos; y, transportadores y contenedores para torta de lodo.

Porque a la fecha de elaboración de estas especificaciones no existe legislación colombiana sobre biosólidos de PTARs municipales, la Unidad de Proceso de Lodos de la PTAR Río Frío deberá contener la operación de deshidratado para cumplir la norma federal estadounidense 40-CFR- Part 503: Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge (la ~~Part~~ 503 Rule)², para biosólido Clase A (patógenos no detectables), y las recomendaciones de los siguientes documentos:

- US Environmental Protection Agency (US-EPA): 1999 Biosolids Management Handbook, Washington, DC: 1999³
- National Biosolids Partnership (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005⁴
- US-EPA. Guide for field storage of biosolids . EPA/832-B-00-007 July 2000. Washington, DC: 2000⁵.
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA) Manual of design for sludge treatment and disposal, USEPA 625/1-79-011. 1979

Estos documentos estipulan el biosólido Clase A como aplicable a cualquier situación, inclusive en horticultura sin riesgos a la salud o al medio ambiente.

Cada subunidad de deshidratado de lodos deberá ser para acondicionar y deshidratar adecuadamente lodo húmedo para producir una torta de lodo que descargue fácilmente de la unidad sin obstruir y que se pueda manejar por la bomba o equipo del transporte. Cada unidad deberá ser para funcionar en el ambiente para el cual se requiere, continua o intermitentemente según demanda, y deberá realizar las operaciones de deshidratado requeridas, sin derramar agua o lodo más allá del chasis o cubierta nominal de los equipos.

² Disponible de www.epa.gov/epacfr40/chapt-1.info/

³ Disponible de www.epa.gov/region8/water/biosolids/biosolidsdown/handbook/index.html

⁴ Disponible de

www.biosolids.org/ems_main.asp?sectionid=48&pageid=189&pagename=Manual%20of%20Good%20Practice

⁵ Disponible de www.epa.gov/owm/mtb/biosolids/fsguide/index.htm

Todos los equipos e instalaciones de servicio de la Unidad de Proceso de Lodos deberán entregarse listos para operación unitaria de deshidratado de lodos y con severo control de olores. El funcionamiento de esta unidad deberá ser continua y automática con el mínimo contacto manual, y todo el proceso de deshidratado de lodo húmedo deberá efectuarse, de preferencia, a temperatura ambiente (mínimo 15°C, máxima 30°C), para minimizar pérdida de nitrógeno y la auto combustión. Para procesos de deshidratado a mayor temperatura deberá proveerse proceso(s) de enfriamiento.

La figura siguiente muestra el esquema y balances de masa de las operaciones unitarias del manejo de lodos, cuyo cálculo preliminar puede verse en el anexo respectivo de las memorias de cálculo. Figuras posteriores contienen diagramas de bloques de etapas y procesos del mismo manejo de lodos, Por otra parte, arreglo y dimensiones generales de la planta de proceso de lodo se muestran en plano respectivo de la propuesta de diseño.

A continuación de las figuras arriba mencionadas, se consignan las especificaciones técnicas particulares para los componentes de la Unidad de Proceso de Lodos. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica, lodos, biogás y agua de proceso siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

Diagrama de bloques del manejo de lodos

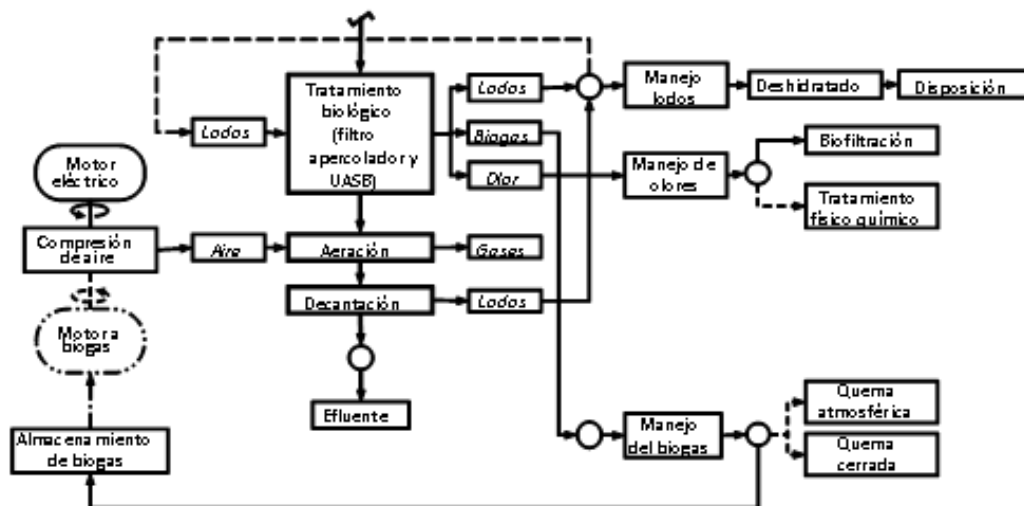
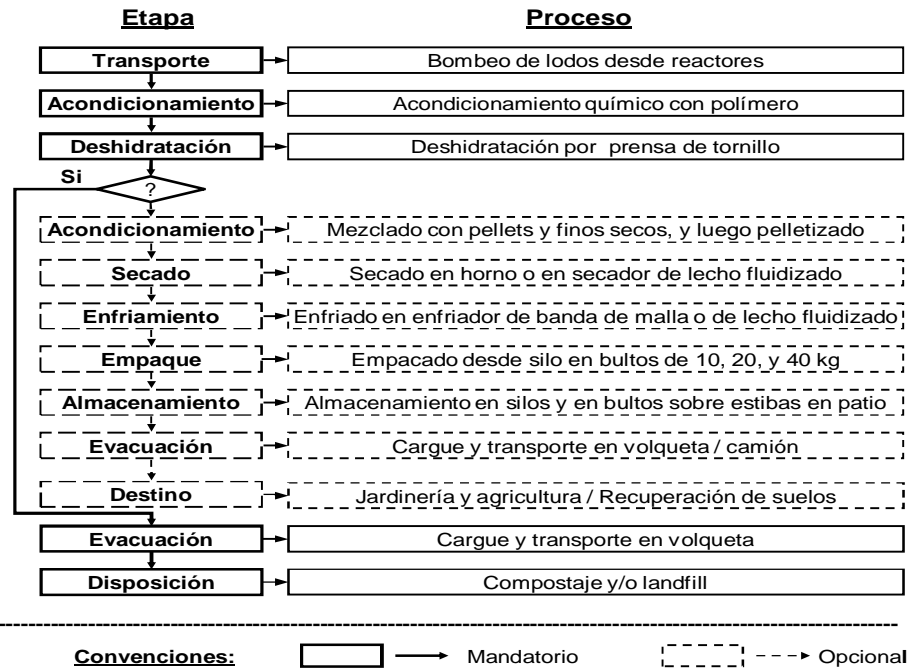
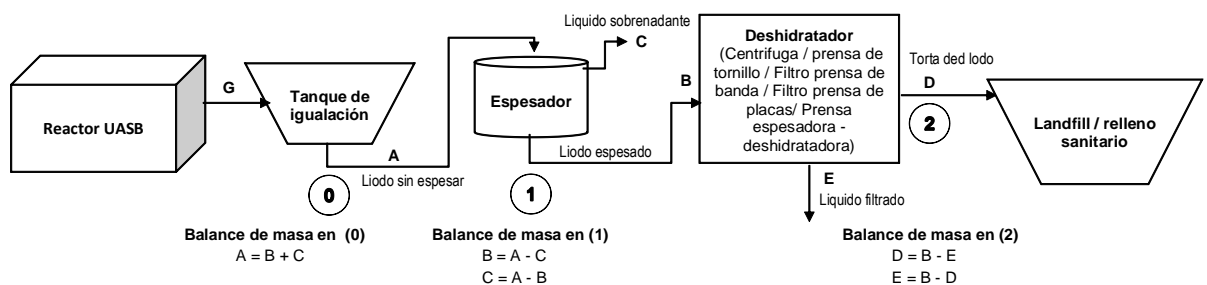


Diagrama de bloques de etapas y procesos del manejo de lodos



Esquema y balances de masa de las operaciones unitarias del manejo de lodos



SUBUNIDADES DE LA UNIDAD DE PROCESO DE LODOS

Cada **Unidad de Proceso de Lodos** de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño

sanitario de $q_{dis} = 0.500\text{m}^3/\text{s}$, deberá componerse de las subunidades como aparece en la tabla siguiente:

Subunidades de la Unidad de Subunidades de la Unidad de Proceso de Lodos

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
1.	UNIDAD DE PROCESO DE LODOS		
1.0	Subunidad de Espesado de lodos	Un	1
1.1	Subunidad de Deshidratado de Lodos	Un	1
1.2	Subunidad de purga de lodos	Un	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

SUBUNIDAD DE ESPESADO DE LODOS

Cada Subunidad de Espesado de Lodos de cada Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500\text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla siguiente.

Equipos e instalaciones de servicio para la Subunidad de Espesado de Lodos

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
6.	UNIDAD DE PROCESO DE LODOS		
6.1	Subunidad de Espesado de Lodos		
6.1.1.	Mesa para espesar lodos	Uni.	1
6.1.2	Bomba para lavado de camisa perforada de prensa	Uni.	2
6.1.3	Sistema automático para preparar y dosificar polímeros	Uni.	1
6.1.4	Bomba de tornillo de cavidades progresivas dosificadora de solución polimérica	Uni.	2
6.1.6.	Bomba para agua de dilución al sistema de polímeros	Uni.	2
6.1.7 ^a	Bomba para purga de lodo de decantador a tanque espesador	Uni.	2
6.1.7.	Tanque espesador		
b			
6.1.9	Bomba para lodo de mesa espesadora a prensa deshidratadora	Uni.	1
6.1.10	Dispositivo para descargar mesa espesadora	Uni.	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería,

identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Mesa de espesamiento por gravedad

Datos de Operación y Proceso:

Tipo de afluente a espesar: Lodo Sanitario
Municipal homogenizado proveniente de
Reactores UASB y clarificador secundario de
lodos activados

Caudal de lodo a espesar:

Etapa final: 797 m³/día (6 días por semana)
Horas máximas de operación diaria17 horas

Descriptivo Técnico:



Dibujo meramente ilustrativo de una mesa espesadora

Descripción del proceso

El lodo primario y secundario proveniente de un tanque de igualación, es inicialmente floculado en la tubería de alimentación, y entrará en el mezclador estático que estará ubicado en la cabeza de la mesa espesadora, y que tiene la función de mejorar la formación de la floculación.

La separación del agua libre de los sólidos suspendidos ocurrirá en la zona de gravedad, y es proveniente de una floculación previa.

La primera etapa de la zona de espesamiento, tiene como objetivo de alimentar y distribuir uniforme el lodo en todo el ancho de trabajo de la tela, con la ayuda de las placas distribuidoras y de los deflectores.

La mesa espesadora estará equipada con líneas de deflectores, para mover y direccionar el lodo floculado.

El lodo espesado será conducido al final de la zona de espesamiento y descargado a través de un raspador resistente a la abrasión. El sistema permitirá fácil acceso para limpiezas.

El filtrado será recogido en bandeja cerrada dentro de la armazón y direccionado para el lado externo de la mesa espesadora.

La tela será lavada a través de un sistema de spray (chorros), y el sistema lavador estará equipado con boquillas que permitan la remoción de las partículas residuales que quedan en la tela. El agua deberá tener presión mínima de 8 bar. y en el máximo 500 mg/l sólidos (100% partículas < 500 μm).

Sistema de accionamiento, fijación y ajuste de la tela

La tela será de un material sintético (poliéster). Será accionada por un motovariador conectado directamente a los cilindros. La velocidad será ajustada por un variador de frecuencia instalado en un panel eléctrico.

El ajuste del cilindro de rodaje ocurrirá manualmente en una de las laterales del equipo.

Materiales de la mesa espesadora:

La armazón será en acero inoxidable AISI 304, de montaje modular.

Los cilindros estarán con recubrimiento de goma contra corrosión, siendo los ejes de acero inoxidable.

Datos técnicos aproximados: (a modificar según selección)

Largo de la mesa: 5000 mm
Ancho de la mesa: 2700 mm
Alto.....: 1600 mm
Peso de la Mesa: 2300 Kg.
Potencia eléctrica.....: 1.1 kW

Componentes perifericos Æ incluidos

Bomba de lavado de tela:

Bomba tipo centrifuga.

Para lavado de las telas de filtración a una presión de trabajo hasta 8 bar

Caudal para el agua lavado tela: 5,7 m³/hora

Presión para agua de lavado tela: 8 Bar

Potencia eléctrica.....: 3,0 kW

Cantidad 2 unidades

01 Reactor mezclador de lodos y polímero:

Tanque en AISI 304L, con moto reductora y agitadora

Bomba de alimentación del lodo:

Bomba helicoidal de desplazamiento positivo de caudal variable y comandada por variador de frecuencia para alimentación de la Mesa espesadora a una presión de trabajo hasta 3-4 bar

Cuerpo : Hierro fundido

Rotor : AC-1045 cromado especial
 Estator : Goma SBE
 Caudal : 25 m³/h
 Potencia instalada..... : 5,5 Kw
 Cantidad : 2 unidades

SUBUNIDAD DE DESHIDRATADO DE LODOS

Cada Subunidad de Deshidratado de Lodos de cada Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $q_{dis} = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$, deberá componerse de equipos e instalaciones de servicio relacionados en la tabla siguiente.

Equipos e instalaciones de servicio para la Subunidad de Deshidratado de Lodos

ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
6.	UNIDAD DE PROCESO DE LODOS		
6.1	Subunidad de Deshidratado de Lodos		
6.1.1.	Prensa de tornillo para deshidratar lodos	Uni.	1
6.1.2	Bomba para lavado de camisa perforada de prensa	Uni.	2
6.1.3	Sistema automático para preparar y dosificar polímeros	Uni.	1
6.1.4	Bomba dosificadora de solución polimérica acondicionada	Uni.	2
6.1.5	Bomba dosificadora de solución polimérica base	Uni.	2
6.1.6.	Bomba para agua de dilución al sistema de polímeros	Uni.	2
6.1.7 ^a	Bomba para purga de lodo de tanque espesador a Unidad de deshidratado	Uni.	2
6.1.8	Tanque de igualación	Uni.	1
6.1.9	Bomba para lodo de tanque igualación a prensa deshidratadora	Uni.	1
6.1.10	Dispositivo para descargar prensa deshidratadora	Uni.	1
6.1.11	Contenedor rodante para recibir y transportar torta de lodos	Uni.	3
6.1.12	Camión grúa para contenedor rodante	Uni.	1
6.1.13	Instalaciones de servicio de la Unidad de Proceso de Lodos	Global	1

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no

consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Prensa de tornillo para deshidratar de lodos

Generalidades: Deberá proveerse una prensa de tornillo para deshidratar continuamente, de manera automática o manual, lodo floculado espesado procedente del lodo de deshecho (WAS) de los reactores aerobios y anaerobios de la PTAR, para transformarlo en lodo deshidratado (torta de lodo) que deberá poder recibirse y transportarse en contenedor rodante (especificado más adelante), para enviar a tratamiento hasta obtener biosólidos Clase A; y/o enviar a disposición en land-fill o relleno sanitario.

Cada prensa deshidratadora deberá ser tipo modular cubierto, con capacidad de deshidratar lodo de deshecho de reactores aerobios y anaerobios de la PTAR, según siguientes rangos de criterios de diseño y/o operación:

- 1) Tipo de sólidos: Lodos de purga de reactores aerobios y anaerobios provenientes de espesador.
- 2) Sólidos secos en la alimentación: 3.0 a 6.0 % en peso (Feed solids: 3.0% by weight)
- 3) Sólidos secos en la torta: 20 a 25% en peso (Cake solids: 20 - 25% by weight)
- 4) Densidad de la alimentación: 1.000 a 1.010 kg/m³ (Waste sludge density: 62.4 . 63.05 lb/ft³)
- 5) Carga hidráulica: 558 kg/hr de lodos secos
- 6) Filtrado: 2,130 a 5,060 L/h (Filtrate: 9.38 . 22.28 GPM)
- 7) Sólidos en torta: 2500 a 2700 kg de sólidos húmedos / hora.
- 8) Rata de captura de sólidos: 90 a 95% (Solids capture rate: 90 to 95% by weight)
- 9) Consumo de polímero seco: 4.0 a 8.0 kg polímero seco/tonelada de sólidos secos (4.4 - 8.8 lb dry polymer / ton dry solids).
- 10) Precio unitario del polímero seco, \$ 18,800 a 23,500 / kg, \$ 27,600 a 184,000 / tonelada lodos deshidratados (Dry-polymer unit price: US \$ 3.6 . 4.5 / lb)
- 11) Ciclo operativo semanal: 6 días / semana (Weekly operation cycle: 6 days per week)
- 12) Ciclo operativo diario: 15 a 18 hr/día (Hourly operation cycle: 15 . 18 hours per day)
- 13) Consumo de energía térmica y eléctrica: No mayor a 20 - 30 W / kg de solidos secos.

- 14) Lodo deshidratado o torta de lodo que pueda recibirse y transportarse en contenedor rodante, para enviar a tratamiento hasta obtener biosólidos Clase A; y/o enviar a disposición en land-fill o relleno sanitario.
- 15) Equipo para trabajo en posición horizontal, la camisa perforada y el tornillo trabajaran en posición horizontal.
- 16) El sistema de control de la deshidratación tendrá presostato y transmisor de presión instalados en el tanque de reacción. Los mismos deberán estar comunicados al PLC y a los variadores de frecuencia para hacer la variación automática de los caudales de la bomba de lodo y de la bomba de polímero.

Cada prensa deshidratadora deberá tener las siguientes características especiales:

- 1) _____ Bajo consumo de energía eléctrica
- 2) _____ Mínimo desgaste de componentes
- 3) _____ Mínimo ruido durante la operación
- 4) _____ Construcción cerrada y protegida, lograda con cubierta hermética, cubierta ésta que deberá tener ventana(s) lateral(es) para visualizar el funcionamiento durante la operación, y que deberá permitir acceso fácil a los componentes del equipo durante el mantenimiento
- 5) _____ Construcción simplificada para permitir operación continua y automática 24 horas/día, sin presencia del operador, y/o con el mínimo de contacto manual
- 6) _____ Sistema de lavado para la limpieza del tornillo sinfín y de la camisa perforada durante el funcionamiento, y, para antes y después de paradas prolongadas
- 7) _____ Todo el proceso de deshidratado deberá efectuarse, de preferencia, a temperatura ambiente (mínimo 15°C, máxima 30°C), para minimizar pérdida de nitrógeno y la auto combustión · para procesos de deshidratado a mayor temperatura deberá proveerse proceso(s) de enfriamiento· .

Cada prensa deshidratadora deberá tener todos los equipos auxiliares y todas las instalaciones de servicio para recibir lodo húmedo y entregar lodo deshidratado, o torta de lodo, a container para recibir y transportarlo; y, esto lo será según lo estipulado en planos, especificaciones generales, estas especificaciones particulares, y las recomendaciones del fabricante. La floculación deberá hacerse en un tanque de reacción antes de la

alimentación a la prensa. Este tanque hace parte del conjunto de suministro de la prensa.

Todos los componentes de cada prensa deshidratadora y sus equipos auxiliares deberán ser para servicio largo, continuo, e ininterrumpidos. Deberán tener provisiones para fácil lubricación, ajuste, o el reemplazo de todas las piezas. Las partes correspondientes de unidades múltiples deberán ser intercambiables.

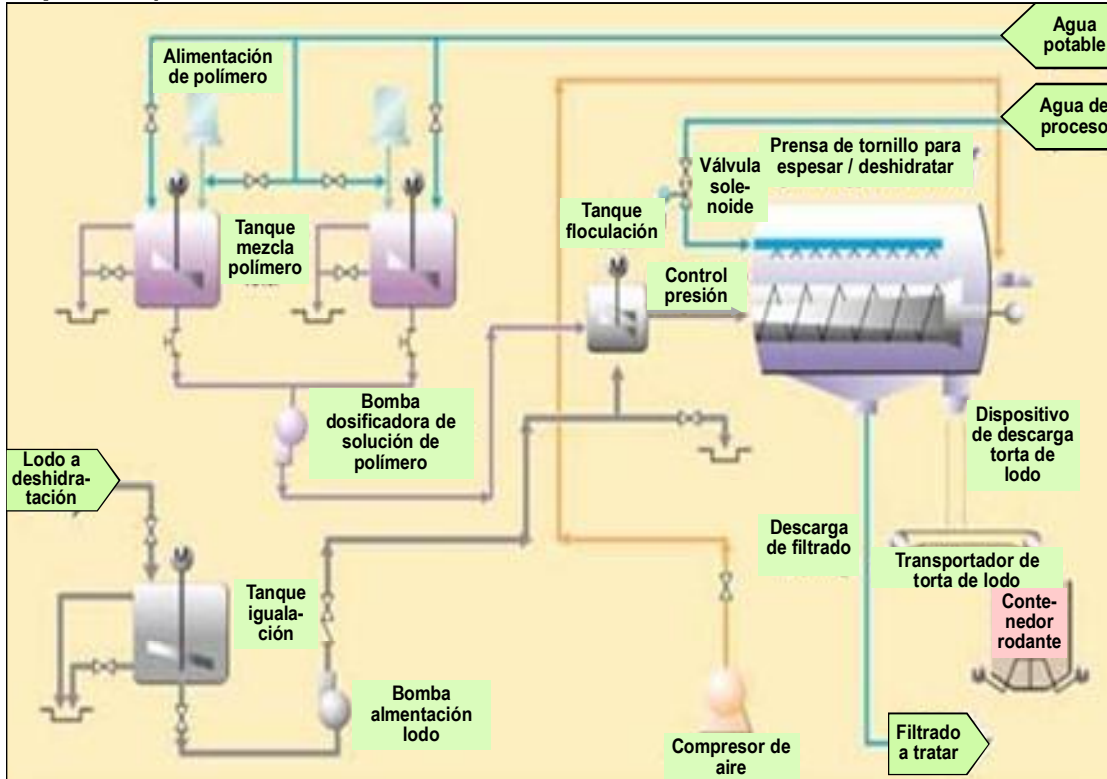
Excepto donde se especifique lo contrario, todas las partes de los equipos en contacto con lodos húmedos, polímero, y lodo deshidratado (torta) deberán ser en acero inoxidable 304 y/o plásticos resistentes a la acción física (abrasión y producción de polvo), química (corrosión) y biológica (producción de H₂S) de estos materiales. Igualmente, los tanques de trasiego y almacenamiento de lodos, deberán tener provisión para venteo con filtros atrapa llamas. Limpieza y acabado de las partes en acero carbono deberá ser: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco · Sa 2½, (b) Protección en 3 mils de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mils de pintura epóxico color reglamentario.

Los materiales de construcción previstos deberán ser resistentes al ambiente de funcionamiento al cual la prensa deshidratadora estará sometido, para así prevenir (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que la prensa deshidratadora no funcione según lo previsto, y así dar recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

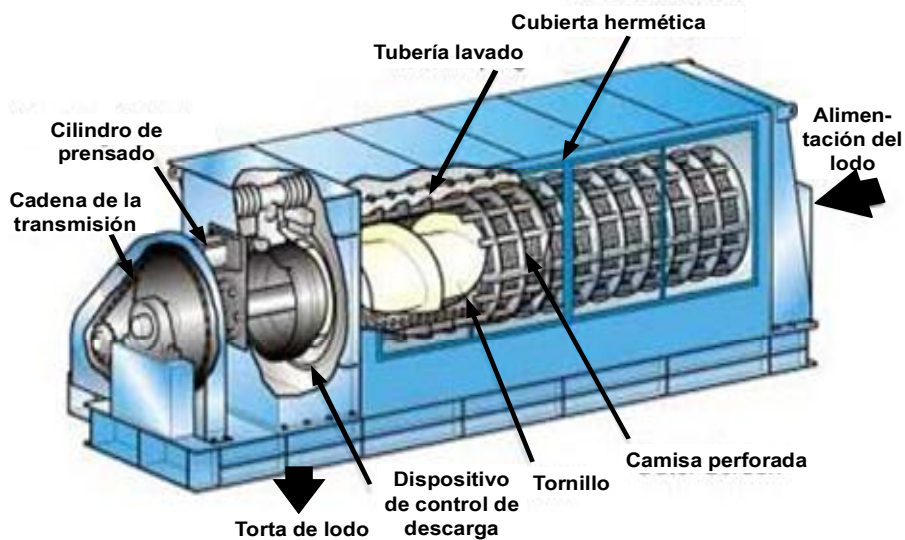
Toda la prensa deshidratadora de tornillo deberá operar en ambiente cerrado con sistema de aspiración. Todos los gases y el aire contaminado generado en deshidratado de los lodos deberá removerse y enviarse al filtro biológico y/o a un lavador de gases (scrubber). Eso deberá ocurrir en ambiente cerrado con al menos 12 cambios de aire / hora y con el sistema de captación, transporte y tratamiento de olores, conectados a un biofiltro y lavador. (Ver más adelante especificaciones de la Unidad de Olores)

La figura siguiente muestra el diagrama de flujo básico para deshidratar continuamente lodos floculados con una prensa de tornillo. Figuras posteriores contienen el esquema de una prensa deshidratadora, y el pictograma de una prensa similar y sus equipos auxiliares. Por otra parte, arreglo y dimensiones generales de la planta de proceso de lodo se muestran en plano respectivo de la propuesta de diseño.

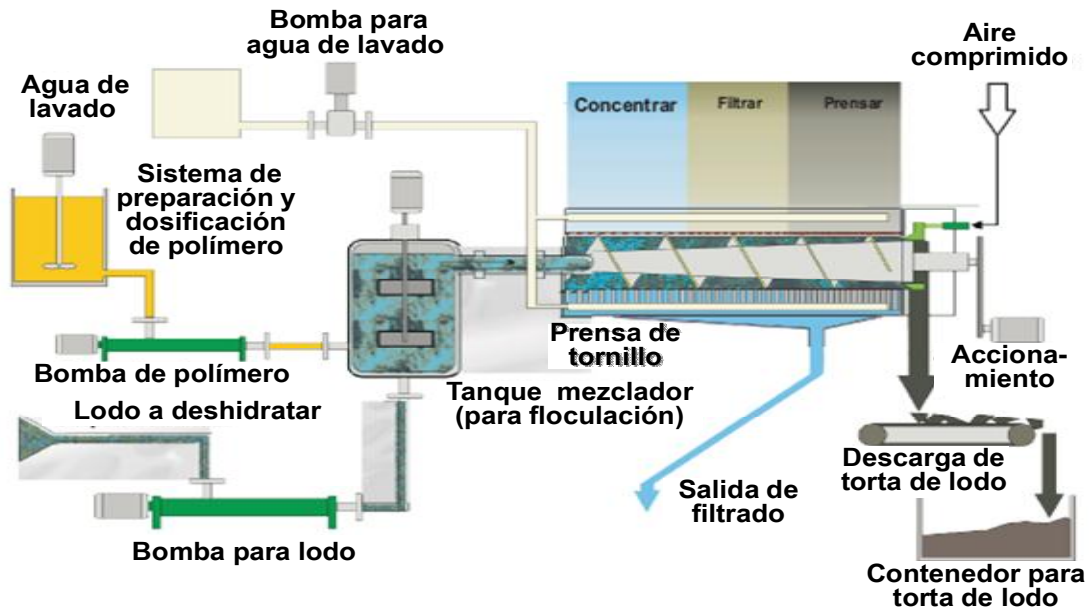
Diagrama de flujo básico para deshidratar continuamente lodos flocculados con una prensa de tornillo (No se muestra sistema de espesado)



Esquema de una prensa de tornillo para deshidratar lodos



Pictograma de una prensa de tornillo para deshidratar lodos y sus equipos auxiliares



Alcance: Los trabajos para entregar en funcionamiento cada prensa deshidratadora a entera satisfacción del Contratante, comprende suministrar, montar, probar y poner en operación la prensa y sus equipos e instalaciones de servicio como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales relacionadas.

Las especificaciones particulares se refieren a los equipos, sistemas e instalaciones necesarios para realizar la operación unitaria del deshidratado continuo de lodo floculado en prensa de tornillo. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, afluente / efluente, olor y agua de proceso siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

Cada prensa deberá ser para realizar la operación unitaria de deshidratado continuo y automático de lodo floculado. En esta operación deberá poder removerse el agua del lodo de purga de los reactores UASBs y los clarificadores secundarios ó la que la operación indique. Los sólidos removidos (torta de lodos) serán las presentes en el afluente de los clarificadores y reactores UASB, y las cuales una vez deshidratados deberán transportarse a un sitio de disposición final: relleno o land fill, y/o a una Planta de Lodos para obtener biosólidos Clase A y/o B

Cada prensa deshidratadora de tornillo con sus periféricos deberá ser para deshidratar lodos de purga de reactores aerobios y anaerobios, espesados con al menos 5.0% de sólidos secos en la alimentación (y con sólidos volátiles en la alimentación: < 35%), y deberá ser para producir una torta de lodo con al menos 20% de sólidos secos. La carga hidráulica de esta prensa deberá ser de al menos de 14 m³/hr de lodos húmedos al 5%, y los sólidos en torta: deberán ser de al menos 560 kg de sólidos secos / hora con una tasa de captura de sólidos de la menos 95%. Cada prensa será para un ciclo operativo semanal: 6 días / semana, un ciclo operativo de 17 hr/día.

Cada prensa deberá tener un consumo de polímero seco de 4.0 a 8.0 kg polímero seco/tonelada de sólidos secos, para un precio del polímero seco de \$ 18,800 a 23,500 / kg (de US \$ 3.6 a 4.5 / lb), y de \$ 27,600 a 184,000 / tonelada lodos deshidratados). Por otra parte, el consumo de energía térmica y eléctrica deberá no ser no mayor a 7 W / kg de solidos secos.

Cada prensa deshidratadora deberá tener dimensiones exteriores de al máximo L x W x H = 8.00 x 2.60 x 2.30 m. El peso vacío en operación de la prensa no deberá exceder 13000 kg, para reducir al mínimo el montaje y las obras civiles.

Cada prensa deshidratadora deberá ser nueva, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. El fabricante deberá haber producido equipos similares, por un periodo de al menos cinco (5) años. Cada prensa deshidratadora deberá entregarse listo para operación con todas las operaciones y severo control de olores.

Cada prensa deshidratadora de tornillo deberá ser una unidad prefabricada completa que deberá componerse de al menos: (1) Marco estructural; (2) Cubierta hermética con ventana(s) lateral(es) de inspección y toma para extracción de olores; (3) Tornillo; (4) Sistema de accionamiento del tornillo; (5) Camisa perforada; (6) Bandeja colectora de filtrado con drenaje; (7) Tolva de descarga de lodo deshidratado; (8) Dispositivo neumático de control de descarga de la torta de lodo; (9) Compresor para aire comprimido del dispositivo de control de descarga; (10) Sistema de floculación con tanque y mezclador; (11) Sistema de desplazamiento automático para lavado de camisa; y, (12) Tablero de fuerza y control. (13) sistema de control de la deshidratación tendrá presóstato y transmisor de presión instalados en el tanque de reacción. (14) PLC con conexión a presóstato, transmisor de presión y a los variadores de frecuencia para hacer la variación automática de los caudales de la bomba de lodo y de la bomba de polímero.

Cada prensa deshidratadora de tornillo deberá tener como periféricos al menos los siguientes sistemas y equipos auxiliares: (1) Bomba para lavado de la camisa perforada; (2) Sistema automático para preparar y dosificar polímero; (3) Bomba dosificadora de solución polimérica floculante acondicionada; (4) Bomba dosificadora de solución polimérica base; (5) Bomba para agua de dilución del sistema de polímeros; (6) Bomba para lodos de reactores UASB a planta de lodos; (7) Tanque de igualación con mezclador; (8) Bomba para lodos de tanque de igualación a tanque de mezcla y floculación de la prensa; (9) Dispositivo de descarga de torta de lodo; (10) Contenedores rodantes para torta de lodo; y, (11) Camión grúa para contenedor rodante.

El valor de las instalaciones de servicio de cada prensa deshidratadora como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada prensa.

El montaje de la prensa en el edificio de lodos deberá permitir el retiro del tornillo y la camisa perforada para reparación, así como una separación de al menos 1.20 m en el resto de los lados de cada equipo. Los requisitos de separación y dimensiones exteriores mínima especificados anteriormente no relevarán al CONTRATISTA de la obligación de ejecutar las adecuaciones necesarias para el montaje, operación, y mantenimiento apropiado de cada equipo. Para equipo(s) diferente(s) a los aquí especificado(s), el CONTRATISTA será el único responsable de cualquier rediseño y/o replanteo, y la ejecución de adicionales obras civiles, mecánicas y eléctricas. Además de lo anterior no está permitido bajo ninguna circunstancia que el consumo de energía específico de 10 w/kg de sólidos secos sea superado.

Cada prensa deshidratadora de tornillo deberá cumplir los criterios de diseño y operación y las características especiales estipulados anteriormente. El Contratista deberá garantizar los criterios y características antedichos, mediante póliza de garantía de funcionamiento presentada con la sumisión de la ingeniería de detalle. El Contratista tendrá al menos tres oportunidades de demostrar conformidad con los criterios del funcionamiento. Si el equipo no puede cumplir los criterios del funcionamiento después de la tercera prueba, el Contratante deberá hacer efectiva la póliza de garantía de cumplimiento (ver más adelante las especificaciones sobre pruebas).

Normas aplicables: Todo el equipo y el alcance del trabajo cubierto por la presente especificación deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE, UL, NEC, el Código Eléctrico Nacional; y, las estipuladas en el diseño de las obras mecánicas y eléctricas.

Particularmente deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las siguientes normas:

- Norma federal estadounidense 40-CFR- Part 503: Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge
- NATIONAL BIOSOLIDS PARTNERSHIP (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA) Process design manual for sludge treatment and disposal, USEPA 625/1-79-011. 1979

Coordinación Lodo a deshidratar - Sistema de polímeros - Sistema de floculación . Prensa deshidratadora: Porque los datos de desempeño de las prensas deshidratadoras varían significativamente en la capacidad de deshidratación de diferentes tipos de lodos, cada prensa de tornillo deberá cumplir al menos los criterios o datos de funcionamiento y desempeño dados anteriormente. Especial atención deberá darse a los siguientes factores que afectarán el desempeño de cada prensa deshidratadora:

- Características de los sólidos
- Tipo de acondicionamiento químico
- Presiones desarrolladas en el tornillo y la camisa perforada
- Configuración de la prensa
- Tipo de zona de gravedad y de zona de presión
- Velocidad del tornillo

Coordinación Sistema de polímeros - Sistema de floculación . Contenedores rodantes para torta de lodo - USO: En la selección, instalación y pruebas de la prensa y sus periféricos deberá prestarse atención a la necesidad de coordinar apropiadamente sistema de polímeros, tanque de floculación, dispositivos de descarga, contenedores rodantes para torta de lodo, y la instrumentación y control de la USO. Cada prensa de tornillo deberá entonces operar su propio accionamiento y los equipos e instalaciones acoplados y/o requeridos.

Componentes: Todos los equipos auxiliares, sistemas, partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para la operación eficiente de la prensa, deberán incluirse. Los componentes mayores de cada prensa deshidratadora de lodos deberán al menos incluir:

1. Marco estructural
2. Cubierta hermética con ventana(s) lateral(es) de inspección y toma para extracción de olores
3. Tornillo
4. Sistema de accionamiento del tornillo
5. Camisa perforada

6. Bandeja colectora de filtrado con drenaje
7. Tolva de descarga de lodo deshidratado
8. Dispositivo neumático de control de descarga de la torta de lodo, con compresor para aire comprimido
9. Compresor para aire del dispositivo de control de descarga
10. Tanque de mezcla y floculación
11. Sistema para lavado de camisa
12. Tablero de fuerza y control.
13. Sistema de control de la deshidratación con presóstato y transmisor de presión instalados en el tanque de reacción.
14. PLC con conexión a presóstato, transmisor de presión y a los variadores de frecuencia para hacer la variación automática de los caudales de la bomba de lodo y de la bomba de polímero.

Sistemas y equipos auxiliares de la prensa deshidratadora deberán ser al menos:

1. Bomba para lavado de la camisa perforada
2. Sistema automático para preparar y dosificar polímero
3. Bomba dosificadora de solución polimérica floculante acondicionada
4. Bomba dosificadora de solución polimérica base
5. Bomba para agua de dilución del sistema de polímeros
6. Bomba para lodos de reactores UASB a planta de lodos
7. Tanque de igualación con mezclador
8. Bomba para lodos de tanque de igualación a tanque de mezcla y floculación de la prensa
9. Dispositivo de descarga de torta de lodo
10. Contenedores rodantes para torta de lodo
11. Camión grúa para contenedor rodante

Estos periféricos (especificados más adelante) deberán coordinarse con el funcionamiento de la prensa deshidratadora y deberán colaborar con su desempeño. .

Los componentes en sí de la prensa deshidratadora deberán ser al menos como sigue.

- 1) *Marco estructural:* Para soportar todos los componentes mayores de la prensa. Este marco deberá ser de acero al carbón con protección anticorrosión y/o acero inoxidable. La protección anticorrosión de este marco deberá incluir uso extensivo del acero inoxidable; acabados epóxicos: y, encapsulado en poliéster, nylon y/o PRFV. Protección mediante galvanizado en caliente o en frío no se aceptará porque el polímero ataca el zinc de este tipo de revestimientos. Podrán ser de

acero al carbón componentes tales como base; y, engranajes, protecciones, y ejes del accionamiento. El marco deberá tener una base en perfiles estructurales de acero al carbono para fijación en base/plataforma de montaje; una bandeja de colectora de filtrado (especificada más adelante); y, una tolva para descarga del lodo deshidratado (torta de lodo). El marco estructural y la camisa perforada tendrán alineamiento horizontal.

- 2) *Cubierta hermética con ventana(s) laterale(s) de inspección y toma para extracción de olor.* Cada prensa deshidratadora deberá ser de construcción cerrada y protegida y deberá contar con una cubierta hermética. La cubierta deberá ser plástica, con toma para extracción de gas de olor; y, con ventanas laterales para visualizar funcionamiento y para fácil acceso a los componentes del equipo en el mantenimiento.
- 3) *Tornillo:* Tipo sinfín, en acero inoxidable 304. Diámetro del eje; diámetro, paso, número de entradas y giro de las aletas; y, protección del borde de las aletas deberán ser adecuados a la operación de la prensa; y, a las características especificadas/esperadas del lodo, la rata de carga de sólidos, y la rata requerida de captura de sólidos.
- 4) *Accionamiento del tornillo:* Mediante moto reductor de engranajes helicoidales, de al menos 5,0 kW, 440V/3f/60Hz con motor eléctrico TEFC tipo *inverter duty+* (o para accionamiento/control con variador electrónico de frecuencia VEF), rango de giro de 0,4 a 2 rpm (o el rango requerido según lo especificado anteriormente para el tornillo de la prensa), con acople limitador de torque y transmisión por sprockets y cadena de rodillos. La variación de la rotación del tornillo deberá ser por variador electrónico de frecuencia (VEF).
- 5) *Camisa perforada:* Fabricada totalmente de acero inoxidable 304. Tamaño y arreglo de las perforaciones deberán ser adecuados a la operación de la prensa; a las características esperadas del lodo, la rata de carga de sólidos; y, a la rata requerida de captura de sólidos. La salida del filtrado desde la camisa perforada deberá ser continua por gravedad hacia una bandeja colectora integrada al marco estructural.
- 6) *Bandeja colectora de filtrado con drenaje:* Fabricada totalmente de acero inoxidable 304. Incluye colectores y tubería de drenaje para recoger y transportar filtrados, agua de lavado y agua de desperdicio. Colectores y tubería de drenaje deberán descargar a un sumidero o un sistema de drenaje de piso localizado directamente bajo cada prensa. Este sistema

de piso deberá llevarse hasta el sistema a la cabeza de la PTAR, o de los tanques de aireación.

- 7) *Tolva de descarga de torta de lodo*: Integrada al marco estructural y para recibir la descarga continua de lodo deshidratado a la salida del tornillo sinfín. Fabricada totalmente de acero inoxidable 304, con brida para conectar a dispositivo para descarga especificado más adelante.
- 8) *Dispositivo neumático de control de descarga de torta de lodo*: Para controlar la compresión en el cono de descarga de los sólidos y permitir limpieza de la cámara de deshidratación en los casos de eventuales lavados. Presión de trabajo max. 7 bar man (100 psig), caudal volumétrico de al menos $1,16 \times 10^{-5} \text{ Nm}^3/\text{s}$ (0,0246 SCFM).
- 9) *Compresor para aire comprimido*: Para dispositivo neumático del cono de descarga de los sólidos y limpieza de la cámara de la prensa de tornillo. Compresor reciprocante, de una etapa, enfriado de por aire, montado sobre tanque vertical de 23,5 L (7 gal), presión de trabajo 8.67 bar-m (125 psig), caudal volumétrico $2,3 \times 10^{-3} \text{ Nm}^3/\text{s}$ (3,9 SCFM), accionamiento por motor eléctrico de al menos 0,75 kW (1HP), 1750 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC. Dimensiones aproximadas. W x D x H = 0,48 x 0,43 x 0,72 m, peso aprox. 50 kg. Incluye tablero de fuerza y control tipo NEMA 4X, con presóstato y arrancador termomagnético. Incluye filtro, regulador, válvulas y tubería de compresor a sitio de consumo.
- 10) *Tanque de mezcla y floculación*: Reactor incorporado a la prensa deshidratadora. Tipo tanque cilíndrico vertical para una presión de trabajo de al menos 5,0 bar (72,5 psig), con volumen dimensionado de acuerdo con las características del lodo a deshidratar; el tipo de floculación; y, el tipo y caudal de la solución de polímero. Este tanque deberá ser todo en acinox 304 y deberá diseñarse / seleccionarse para proveer suficiente tiempo de retención y mezcla adecuada del lodo y la solución polimérica. Este tanque deberá incluir al menos: (a) Mezclador accionado mediante motor o moto reductor de al menos 0,5 kW, 440V/3f/60Hz TEFC; (b) Transmisor de presión; (c) Visor de inspección, (d) Dispositivo de des aeración; (e) Conexiones para bomba de alimentación, bomba de polímero y a la prensa; y, (f) Tablero de Fuerza y Control (TFC) instalado junto al equipo o incorporado al TFC de la prensa con control vía PLC, operación automático, 440V/3f/60Hz, en gabinete NEMA 4X, para comando local de las funciones del tanque, que deberá también incluir todas las interconexiones a los componentes eléctricos y PLC e interface de comunicación con el TFC de la prensa deshidratadora.

- 11) *Sistema de lavado de camisa perforada:* Para limpiar la camisa perforada durante el funcionamiento y/o antes y después de paradas prolongadas. Este sistema deberá proveer agua atomizada a alta presión · de al menos 7.0 bar (101,5 psig)· para remover sólidos residuales, grasa, polímero y cualquier otro tipo de material que tapone la camisa perforada. La prensa deberá incluir tubería y boquillas auto limpiantes para el agua de lavado. La frecuencia y tiempo de lavado de la rejilla deberá ser cada hora, durante 15 minutos, o al menos un lavado por día con duración entre 15 minutos para aproximadamente 3,400 L/lavado. Este lavado deberá poderse hacer de modo manual u automático. El modo automático deberá ser con señal de control del PLC de la prensa. La bomba para el agua de lavado se especifica más adelante, y el tanque de agua de lavado es parte de las especificaciones de las obras civiles. Este tanque de almacenamiento deberá ser de capacidad suficiente para tomar/recibir agua de proceso y entregarla a alta presión, sin afectar la red de agua de proceso. La tubería tendrá forma circular y las boquillas rodearan completamente la camisa perforada y se moverá a lo largo de toda la camisa perforada. No se permiten sistemas fijos de lavado de la camisa perforada.
- 12) *Tablero de fuerza y control (TFC):* Para operar la prensa y todos los sistemas auxiliares mediante un PLC (YIC-615) específico para aplicaciones de SCADA. Este TFC deberá integrar todos los demás componentes de fuerza y control para el funcionamiento del equipo con los periféricos, incluyendo interconexión con el PLC del sistema de preparación y dosificación de polímero (YIC-613); y con los TFCs de las bombas de trasiego y dosificación especificadas más adelante. Este TFC deberá suministrarse sobre base o pedestal para instalación por separado en zona seca dentro del campo de visión de la prensa, pero por fuera de atmósfera corrosiva o de presencia de rocío del agua de lavado. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas (como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas); así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección NEMA 4X, con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; y, deberá incluir la acometida tablero parcial . TFC, y todas las acometidas TFC a otros TFCs, y a motores eléctricos.

Nota: Como se especificó antes, todas los componentes de la prensa deshidratadora de tornillo y sus periféricos fabricados en acero carbono deberán tener limpieza y acabado así: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco · Sa 2½· , (b) Protección en 3 mills de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mills de pintura epóxico de color

reglamentario (según normas internacionales y/o nacionales vigentes sobre el transporte de materiales peligrosos).

Funcionamiento: Cada prensa deshidratadora deberá tener un tornillo sinfin de baja rotación y una camisa perforada para espesar y deshidratar el lodo húmedo mediante una combinación de drenaje por gravedad y drenaje por compresión. El lodo deberá deshidratarse en tres etapas: concentración, filtración y prensado.

El lodo deberá provenir principalmente de los reactores anaerobios UASB. Se podrá tener también lodos provenientes de los decantadores secundarios. El lodo deberá bombearse dentro de la planta de lodos, donde deberá llegar al tanque de igualación. De este tanque, el lodo deberá bombearse al sistema de espesamiento y luego al tanque de mezcla y floculación donde recibirá la solución polimérica floculante.

En la entrada de la prensa deberá localizarse el tanque de mezcla y floculación, de modo que el lodo floculado pase a la prensa deshidratadora a la misma presión. El sensor de presión del tanque de mezcla y floculación deberá enviar señal al PLC de la prensa, que de acuerdo a la programación, deberá controlar el funcionamiento de la prensa y sus equipos auxiliares y/o periféricos.

El deshidratado deberá empezar cuando el lodo húmedo floculado entre en la zona de concentración de la prensa. De la zona de concentración, el lodo adelgazado deberá pasar a la zona de filtrado y luego a la de prensado. El lodo floculado deberá transportarse por medio del tornillo sinfín, en dirección a la camisa perforada, desaguando continuamente y concentrando los sólidos. La presión deberá incrementarse a medida que el lodo pasa a través de la zona de prensado. Las fuerzas de corte en la zona de prensado deberán ser lo suficientemente grandes para soltar del lodo el agua de enlace y algo del agua intercelular. Al terminar la zona de prensado, el lodo deshidratado o torta de lodo deberá pasar a descarga.

El líquido percolado, o filtrado, deberá colectarse en una bandeja bajo la prensa, y deberá conducirse al sistema de drenaje que lo deberá enviar al influente de la PTAR. Por otra parte, la torta de lodos a una concentración de 20 a 25% de sólidos secos, deberá descargarse a un container para transportarse con destino a relleno o landfilling. Opcionalmente, esta torta podrá cargarse en volquetas y evacuarse con destino también a relleno o landfilling.

Protección: Cada prensa de tornillo para deshidratar lodos deberá proveerse con circuito integral capaz de protegerse a sí mismo y al tanque floculador contra las condiciones siguientes:

- Marcha en vacío
- Sobrecarga o alta presión en tanque de mezcla y floculación
- Taponamiento de la camisa perforada

El Contratista deberá entrega al Contratante en el sitio de la obra, al menos las siguientes piezas de repuesto:

- Un conjunto de al menos tres fusibles de repuesto de cada tamaño.
- Dos lentes de repuesto de lámpara de cada color.
- Dos docenas de lámparas piloto.
- Uno de cada tipo de cada tarjeta madre electrónica usada.
- Un juego de herramientas para cada mantenimiento especial de los sistemas y componentes del equipo
- Un juego de anillos raspadores de la camisa perforada

Bomba para lavado de camisa perforada de prensa (P-613 A/B)

Deberá proveerse y montarse en cada planta de lodos, dos bombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-613 A/B) para trasiego de agua desde pozo de agua de lavado a sistema de lavado a alta presión de cada prensa deshidratadora. . Cada bomba deberá ser capaz de bombear el agua de lavado y entregarla con una presión de descarga de al menos 7 bar (101 psig).

Como especificado antes, la frecuencia y tiempo de lavado de la camisa deberá ser cada hora, con duración de 10 a 15 minutos, o al menos un lavado por día con duración entre 10 y 15 minutos para aproximadamente 3,400 L/lavado. Este lavado deberá poderse hacer de modo manual u automático. Por lo anterior, estas motobombas deberán ser para manejar al menos 3,4 m³ de agua por turno de 0,25 horas cada hora, 6 días a la semana (13,8 m³ de agua /hr). Fluido a manejar será agua de proceso de la PTAR, de densidad de al menos 1,000 kg/m³, y contenido de sólidos de máximo 0,2 a 1% en peso.

Cada bomba deberá ser centrifuga de alta presión, de caudal de al menos 13.6 m³/hora (60 gal/min), altura dinámica total de al menos 84 mCA (275 pies CA), eficiencia global de la bomba del 63%, velocidad de flujo en la descarga de al menos 0,83 m/s, succión x descarga = 76 mm, (3+) brida ANSI 150 libras, potencia efectiva de al menos 7.5 HP (5.5 kW), y giro de

1,750 rpm. Cada bomba deberá tener rotor en bronce, carcasa en hierro fundido, eje en acero inoxidable 304 con sello mecánico con parte estacionaria en cerámica, parte móvil con anillo de grafito y sello de exclusión en elastómero resistente a los hidrocarburos y resorte en acero inoxidable AISI 304. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Peso aproximado de cada bomba 70 kg.

Cada bomba deberá componerse de la bomba antes especificada, un acople directo a motor, un motor eléctrico de al menos 7.5 HP, 440V/3f/60Hz TEFC, y base metálica de perfiles estructurales A-36 y/o lamina doblada A-36. Peso aproximado del conjunto de 150 kg.

Cada bomba deberá tener tubería de succión con válvula chequer, válvula de corte y conexiones a tanque de agua para lavado; y, tubería de descarga con filtro en Y, válvula chequer, válvula de corte y conexiones a sistema de lavado de la camisa perforada de la prensa. Cada bomba deberá tener conexiones de limpieza (flush connections) con válvulas chequer y válvula de corte. Todas las tuberías deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales galvanizados (ver especificaciones generales de soportería para tubería), soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.

Cada bomba deberá incluir suministro e instalación de un tablero de fuerza y control (TFC), que deberá incluir sensores e interruptores por bajo y alto nivel en el tanque de agua para lavado; un selector para cambio entre bombas; y, un selector de control manual-0-automático. El control automático deberá recibir señal del control del PLC de cada prensa deshidratadora. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctrico.

Si el fabricante de la prensa deshidratadora de tornillo presenta otra alternativa con especificaciones de material de construcción como mínimo iguales ó superiores deberá el contratista solicitar aprobación de tal modificación.

Sistema automático para preparar y dosificar polímeros secos y líquidos

Generalidades: Para cada prensa deshidratadora, deberá proveerse un sistema automático para preparar y dosificar polímeros secos y líquidos, de tres cámaras o tanques, con PLC con pantalla gráfica, tipo paquete montado sobre skid. El sistema deberá ser para la producción de soluciones con una concentración preestablecida obtenidas a partir de polímero en polvo o granulado y/o de una solución base de polímero. Todas las partes del sistema sumergidas en y/o tocadas directamente o salpicadas por la solución de polímero deberán ser de acero inoxidable tipo 316, polietileno virgen o plástico reforzado con fibra de vidrio. No se aceptará ninguna de las antes mencionadas partes en acero galvanizado.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá ser de funcionamiento totalmente automatizado, continuo o discontinuo, y conforme al principio de corriente de circulación de tres cámaras. Este sistema deberá incluir al menos cámaras o tanques, dosificador y disolvedor de polímero seco, dosificador de solución base de polímero, dosificador de agua de dilución, dosificador de solución base, bombas dosificadoras, mezcladores para tanques, válvulas de corte, válvulas chequer, válvulas solenoides, tubería a la vista y sobre soportes; instrumentación y control: y, tablero de fuerza y control con PLC (YIC-613) específico para aplicaciones de SCADA.

Cada sistema automático para preparar y dosificar polímeros deberá seleccionarse o fabricarse, montarse, probarse y ponerse en operación con el cumplimiento de al menos los siguientes criterios de diseño y/o operación:

- 1) Para preparar (*que incluye:* medir exactamente, mojar, mezclar a fondo y diluir), acondicionar o madurar, y dosificar al menos 1,676 a 3,352 L/h (7,4 a 14,8 GPM) de una solución de polímero de al menos 0.20 a 0,25%, a partir de polímero seco con una densidad a granel de al menos 400 a 961 kg/m³ (25 a 60 libras/pie³), con un tiempo de acondicionamiento de al menos 45 a 60 minutos, y con un consumo de polímero seco de al menos 0,4 a 1,0% en peso de polímero seco / sólidos secos
- 2) Para preparar (*que incluye:* medir exactamente, mezclar a fondo y diluir), acondicionar, y dosificar al menos 1,676 a 3,352 L/h (7,4 a 14,8 GPM) de una solución de polímero de al menos 0.20 a 0,25%, a partir de polímero solución preparada a partir de al menos 1,676 a 3,352 L/h (7,4 a 14,8 GPM) de una solución base de polímero de al menos 0.5%, un tiempo de acondicionamiento de al menos 45 a 60 minutos, y para un consumo de

polímero seco de al menos 0,4 a 1,0% en peso de polímero seco / sólidos secos;

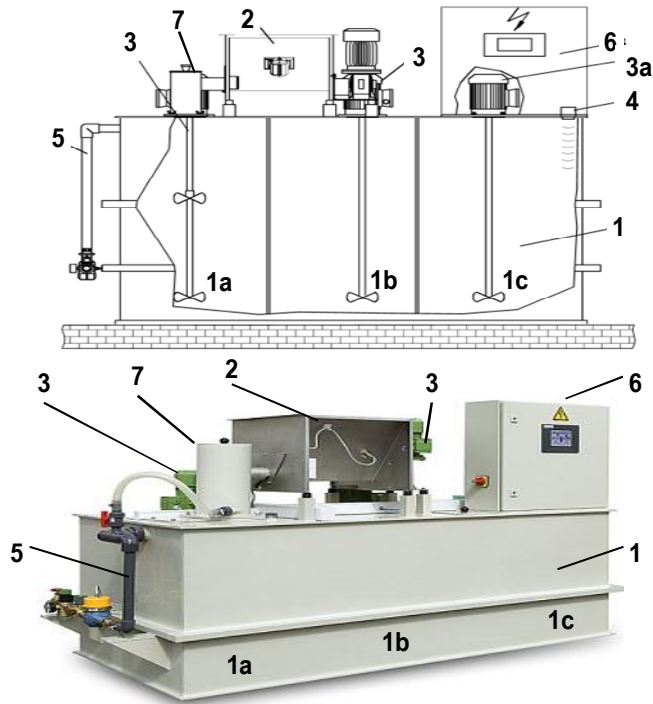
- 3) Para soluciones base de polímero con viscosidad de 200 a 15.000 cp.
- 4) Para soluciones acondicionadas con viscosidad máxima de aproximadamente 5.000 cp.
- 5) Para soluciones acondicionadas uniformes en características, sin tener % de pescado+ u cualquier otra indicación de la carencia de uniformidad o de mezclado.
- 6) Para funcionamiento continuo, semicontinuo / discontinuo / por batches. (Ver más adelante especificación sobre el funcionamiento)
- 7) Con diseño y fabricación según datos de la demanda de polímero seco en kg/h, la concentración del polímero preparado, la concentración de la solución base usada y el tiempo de acondicionamiento en minutos.
- 8) Con todas las tuberías y válvulas de aislamiento y corte para la solución acondicionada en PVC y/o acero inoxidable tipo 316.
- 9) Con todos los componentes ensamblados sobre una base tipo patín. El área total del piso no deberá exceder $L \times W = 1,25 \times 3,50 \text{ m} = 4,375 \text{ m}^2$ (47.0 pies²), y la altura no podrá exceder 2,13 m (7.0 pies). El peso aproximado del equipo vacío 800 kg.
- 10) Para operar en conjunción con la bomba que alimenta al tanque de floculación de la prensa deshidratadora a que sirve.
- 11) Con conexión auxiliar de llenado para el tanque de preparación para alimentar la solución líquida base de polímero para dilución y acondicionamiento.

La figura siguiente muestra un esquema y una vista isométrica de un similar sistema para preparar y dosificar polímeros. Por otra parte, arreglo y dimensiones generales de la planta de proceso de lodo se muestran en plano respectivo de la propuesta de diseño.

Sistema automático para preparar y dosificar polímeros

Convenciones

- 1 Depósito de tres cámaras
1a Tanque de preparación
1b Tanque de acondicionamiento
1c Tanque de dosificación
- 2 Dosificador de polímero seco
- 3 Mezclador eléctrico
3a Mezclador eléctrico
- 4 Sonda de nivel ultrasónica
- 5 Dosificador del agua de dilución
- 6 Tablero de fuerza y control
- 7 Disolventor de polímero seco



Alcance: Los trabajos para entregar en funcionamiento cada sistema para preparar y dosificar polímeros a entera satisfacción del Contratante, comprende suministrar, montar, probar y poner en operación el sistema y sus equipos e instalaciones de servicio como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales relacionadas.

Las especificaciones particulares se refieren al sistema en sí y a los equipos auxiliares e instalaciones necesarios para realizar la operación unitaria de preparar y dosificar soluciones de polímeros para el deshidratado continuo de lodo floculado en prensa de tornillo. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de energía eléctrica, polímero líquido, olor y agua para preparación siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

El valor de las instalaciones de servicio de cada sistema para preparar y dosificar polímeros como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada sistema.

Cada el sistema deberá ser para realizar la operación unitaria de preparar y dosificar soluciones de polímeros para el deshidratado continuo de lodo

floculado en la prensa de tornillo ante especificada. En esta operación deberá poderse preparar soluciones de diferente concentración de polímero a partir de polímeros secos o de soluciones base de polímeros. Las soluciones a preparar deberán ser las requeridas para la operación eficiente de la prensa deshidratadora a que sirve el sistema, y los cuales una vez preparados deberán dosificar al tanque de mezcla y floculación de la misma prensa.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros con sus periféricos deberá cumplir los requisitos de diseño y/o operación estipulados anteriormente en el aparte de Generalidades. Cada sistema deberá ser para el mismo ciclo operativo de la prensa a que sirve.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá ser una unidad prefabricada completa que deberá incluir todos los componentes necesarios para recibir, almacenar y dosificar el polímero seco, un dispositivo dosificador del agua de dilución, un dispositivo eficaz de humedecimiento del polímero, tres tanques con mezcladores, una bomba de la transferencia, dos bombas dosificadoras, todos los necesarios controles de nivel, alarmas de nivel locales y remotas, un tablero de fuerza y control (para control automático y manual), un eductor para post-dilución, toda la tubería necesaria, base antivibratoria, toda la instrumentación y control; todas las requeridas válvulas solenoides y manuales.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá tener dimensiones exteriores de al máximo $L \times W = 1,25 \times 3,50 \text{ m} = 4,375 \text{ m}^2$ (47.0 pies²), y la altura no podrá exceder 2,13 m (7.0 pies). El peso aproximado del equipo vacío 800 kg.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá ser nueva, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. El fabricante deberá haber producido equipos similares, por un periodo de al menos cinco (5) años. Cada sistema deberá entregarse listo para operación con todas las operaciones y severo control de olores.

El montaje de sistema para preparar y dosificar polímeros en el edificio de lodos deberá permitir el retiro de los mezcladores, así como una separación de al menos 0.60 m en el resto de los lados de cada sistema. Los requisitos de separación y dimensiones exteriores mínima especificados anteriormente no relevarán al CONTRATISTA de la obligación de ejecutar las adecuaciones necesarias para el montaje, operación, y mantenimiento apropiado cada sistema. Para equipo(s) diferente(s) a los aquí especificado(s), el CONTRATISTA será el único responsable de cualquier rediseño y/o replanteo, y la ejecución de adicionales obras civiles, mecánicas y eléctricas.

Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá cumplir los criterios de diseño y operación y las características especiales de funcionamiento estipulados anteriormente. El Contratista deberá garantizar los criterios y características antedichos, mediante póliza de garantía de funcionamiento presentada con la sumisión de la ingeniería de detalle. El Contratista tendrá al menos tres oportunidades de demostrar conformidad con los criterios del funcionamiento. Si el sistema no puede cumplir los criterios del funcionamiento después de la tercera prueba, el Contratante deberá hacer efectiva la póliza de garantía de cumplimiento (ver más adelante las especificaciones sobre pruebas).

Normas aplicables: Todo el equipo y el alcance del trabajo cubierto por la presente especificación deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE, UL, NEC, el Código Eléctrico Nacional; y, las estipuladas en el diseño de las obras mecánicas y eléctricas. Particularmente deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las siguientes normas:

- NATIONAL BIOSOLIDS PARTNERSHIP (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Process design manual for sludge treatment and disposal. USEPA 625/1-79-011. 1979

Coordinación Lodo a deshidratar - Sistema de polímeros - Sistema de floculación . Prensa deshidratadora: Porque los datos de desempeño de las prensas deshidratadoras varían significativamente en la capacidad de deshidratación de diferentes tipos de lodos, cada prensa de tornillo deberá cumplir al menos los criterios o datos de funcionamiento y desempeño dados anteriormente. Especial atención deberá darse a los siguientes factores que afectarán el desempeño de cada prensa deshidratadora:

- Características físico químicas de los sólidos a deshidratar
- Tipo de polímero a usar
- Tipo de acondicionamiento de la solución de polímero
- Concentración de la solución del polímero
- Tipo de inyección de la solución de polímero en la corriente o tanque floculador del lodo a deshidratar
- Presiones desarrolladas en el tornillo y la malla de la prensa deshidratadora
- Configuración de la prensa deshidratadora
- Tipo de zona de gravedad de la prensa deshidratadora
- Velocidad del tornillo de la prensa deshidratadora

Componentes: Todos los equipos auxiliares, sistemas, partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para la operación eficiente del sistema especificado deberán incluirse. Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá incluir todos los componentes, periféricos, instalaciones y equipos auxiliares necesarios para recibir, almacenar y medir el polímero seco u mojado y entregar una solución de polímero adecuada a la operación y máximo rendimiento del equipo a que sirve. Cada sistema deberá al menos como sigue.

- 1) *Un depósito de tres cámaras:* Con cámaras o tanques de preparación, acondicionamiento y dosificación. Tanques en acero inoxidable tipo 316 y/o polietileno y/o plástico reforzado con fibra de vidrio, todos con mezclador y sensores de nivel ultrasónico. Los tanques deberán ser atmosféricos, rectangulares/cuadrados, de fondo plano y tapa plana removible. Las tapas podrán ser independiente, o podrá tenerse una tapa dividida que sirva a todos los tanques. Cuerpo, fondo y tapa del tanque deberán reforzarse para soportar cargas estáticas y dinámicas por construcción y operación. La separación, o unión, entre tanques deberá ser el adecuado al tipo de funcionamiento (funcionamiento continuo por principio de corriente de circulación a lo largo de tres cámaras, y funcionamiento discontinuo y/o por batches). De acuerdo a estrategias de operación, cada tanque deberá tener al menos boquillas para sensor de nivel, y para llenado, trasiego, drenaje y rebose. Cada tanque deberá tener un hueco de mano+ con tapa removible, o ventanillas de inspección.
- 2) *Tres sensores de nivel ultrasónicos:* Deberá monitorizar constantemente el nivel de llenado del tanque, con puntos límites programables para niveles alto y bajo, que deberán enviara señal al PLC del tablero de fuerza y control, y que deberán también activar alarmas luminosas y audibles por marcha en vacío y rebose.
- 3) *Tres mezcladores para tanques:* Deberán ser del tipo industrial, trabajo pesado, no productores de altos esfuerzos de corte durante el mezclado, y con una velocidad máxima de 350 rpm, con accionamiento de motorreductor. Los mezcladores podrán ser del tipo con prensa para montar en una sección reforzada de la pared del tanque, o del tipo con brida para acoplar a brida de montaje encima del techo del tanque. El Contratista deberá coordinar la construcción del tanque para acertar en el montaje de cada mezclador. El método del montaje deberá proporcionar suficiente estabilidad para evitar vibraciones y la fatiga excesivas de la pared o techo del tanque. Los mezcladores verticales deberán ser una unidad completa consistente en un motor eléctrico de tipo trabajo pesado,

a 440V/3f/60HZ, TEFC, un reductor de velocidad de engranajes helicoidales o cónicos en espiral en baño de aceite y con cojinetes con una vida mínima L-10 de 100.000 horas, un montaje anti vibración, una carcasa de hierro fundido con toda la tornillería de acero inoxidable tipo 304. Cada conjunto de accionamiento (motor + reductor) deberá tener la suficiente capacidad de proveer la salida requerida de potencia y torque; deberá ser adecuado para uso exterior; y, deberá ser a prueba de intemperie. Todas las partes de cada mezclador sumergidas o que puedan entrar en contacto con el polímero seco o alguna de sus soluciones (p. ej. ejes, propelas, soportes internos, etc.) deberán ser de acero inoxidable tipo 316. La(s) propelas(s) deberán ser del tipo propela marina montada sobre el eje con cuña y tornillo(s) prisionero(s).

- 4) *Un dosificador de polímero seco*: Tipo volumétrico para dosificar productos químicos secos dentro un tanque de disolución y producir una solución química. Deberá tener cuerpo, tubo de dosificación, rosca de dosificación, y tolva de carga totalmente en acero inoxidable tipo 304. Los cambios en la rata de alimentación deberán poder lograrse por un potenciómetro y accionamiento por DC-SCR (rectificador controlador del silicio de corriente directa) para ajuste manual sobre una gama de 20:1, que deberá poder hacerse con el alimentador funcionando. El accionamiento por SCR deberá ser para 115 V /1f/60Hz. Cada dosificador deberá tener una tolva de almacenamiento con tapa removible de al menos 50 L (1,76 pies³), o para almacenar al menos 20 kg de polímero seco. La salida de esta tolva deberá ser del mismo tamaño que la entrada del alimentador para formar una conexión lisa y compacta. La tolva del alimentador deberá tener un vibrador eléctrico, enclavado al ajuste de la alimentación, para asegurar una alimentación efectiva del polímero a la hélice. La agitación deberá ser proporcional a la rata de alimentación. El tubo de dosificación deberá tener cinta calentadora de 115/230V, 50/60Hz, aprox. 60W. Este calentador deberá impedir la entrada de humedad en el tubo y tolva del dosificador. La tolva de almacenamiento deberá tener un interruptor de nivel tipo sensor capacitativo (24V CC, pnp) que deberá controlar y alarmar sobre el nivel del polímero seco. El vibrador de la tolva deberá impedir la %unelización+ y/o %ampuentado+ del polímero seco en la tolva. El dosificador de polímero seco deberá entregar el polímero seco automáticamente en proporción a la rata de flujo de lodo de la prensa deshidratadora correspondiente. Esto deberá poder lograrse mediante un control proporcional que reciba señal de control de 4 a 20 mA desde el tablero de fuerza y control (TFC) de la misma prensa deshidratadora. La dosificación de polímero seco deberá poderse ajustar local y remotamente y cambiarse de automático - manual - automático mediante

interruptores-selectores tipo Manual-O-Automático localizados en los TFCs del sistema de polímeros y de la prensa. Incluye estructura metálica para apoyo sobre el suelo; y, escalera y plataforma para carga manual desde sacos de 20 y/0 40 kg.

- 5) *Un disolvedor de polímero seco*: Deberá seguir al dosificador, y deberá ser de materiales totalmente resistentes a la corrosión por la solución química. La capacidad volumétrica del disolvedor deberá ser de al menos 2 a 20 kg/h de polímero seco. El disolvedor deberá tener tapa removible; visor para inspección; y, conexiones de entrada de agua, descarga, sobreflujo, y drenaje. El mezclado en el disolvedor deberá obtenerse por chorros de agua o por un mezclador mecánico con eje y propela de acero inoxidable tipo 316 y accionado por un motor eléctrico de 115V/1f/60Hz. Este disolvedor deberá tener una válvula de flotador, de construcción conveniente, para proporcionar una succión inundada al inyector de flujo descendente de PVC.
- 6) *Dos bombas dosificadoras de solución acondicionada*: Una en operación y otra en stand-by, con capacidad como se especifica más adelante. Estas bombas deberán ser de desplazamiento positivo con todas las piezas en contacto con el líquido en acero inoxidable tipo 316 o elastómero resistente al polímero. Las bombas deberán ser capaces de bombear el polímero y entregarlo con una presión de descarga de al menos 3.5 bar (51 psig), y deberán tener válvula de by-pass alrededor de la válvula de contra presión. Todas las bombas dosificadoras deberán tener dampers de pulsación de material resistente a la corrosión, columna de calibración con válvulas, válvulas chequer, válvulas de seguridad, y las conexiones de limpieza (flush connections) con válvulas chequer y solenoide, que deberán ser diseñadas para permanecer abiertas el suficiente tiempo después de cada parada de la bomba para lavar tuberías, válvulas de muestreo, manómetros con sellos de diafragma, y válvulas de cierre. Las tuberías de dilución deberán conectarse por medio de inyectores del PVC. Todas las conexiones de tubería a los dosificadores deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales fabricados a partir de lámina doblada de acero inoxidable tipo 304, soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.
- 7) *Un dosificador de agua para dilución*: Con válvula de corte, electroválvula de control, válvula reductora de presión y contador de agua. Componente montado sobre el extremo del sistema, lado del tanque de preparación, Incluye acometida de agua de acueducto de al menos 1.1/4+ con tubería a la vista sobre soportes. El agua de disolución deberá ser calidad agua

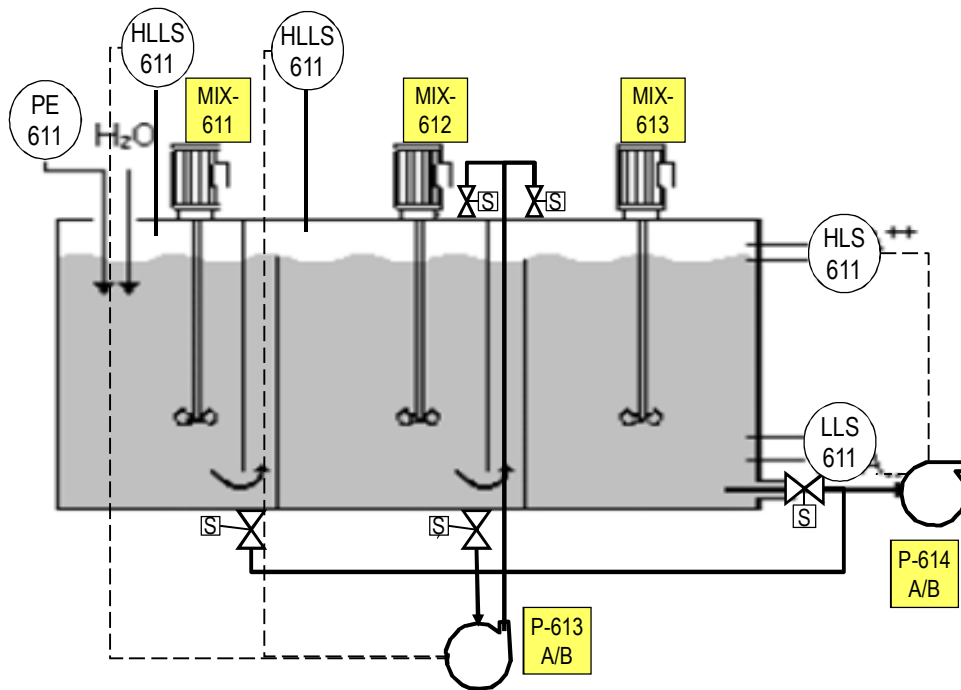
potable, y deberá suministrarse con presión de 3 hasta un máximo de 10 bares (43,6 a 145 psig)

- 8) *Un dosificador de solución base de polímero*: Con válvula de corte, electroválvula de control, válvula reductora de presión y contador de solución, para la introducción sin saltos de la solución líquida base. Deberá incluir una bomba dosificadora de solución base de polímero (especificada más adelante), una conexión de manguera flexible de la bomba de descarga al tanque de preparación.
- 9) *Una bomba dosificadora de solución base*: Deberá ser de desplazamiento positiva. Esta bomba podrá succionar directamente de tambor o recipiente de suministro de la solución base. Esta bomba deberá tener demás características similares a las de las bombas dosificadoras de la solución acondicionada antes especificadas.
- 10) *Tablero de fuerza y control (TFC)*: Deberá adecuarse al servicio y deberá operar el equipo mayor y todos los sistemas y equipos auxiliares mediante un PLC (YIC-613); deberá tener pantalla gráfica con panel de mando multilingüe; con aviso de avería colectiva de motores, rebosamiento y escasez de agua, y avisos de avería individuales para escasez de polímero y marcha en vacío como contactos sin potencia. Este TFC deberá ser específico para aplicaciones de SCADA, que deberá conectarse a los TFCs de las bombas dosificadoras y de trasiego, y al de la prensa deshidratadora (YIC-615). Este TFC deberá suministrarse sobre base o pedestal para instalación por separado cerca o sobre el equipo, dentro del campo de visión del equipo, pero por fuera de atmósfera corrosiva o de presencia de rocío del agua de dilución. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctricos.

Funcionamiento: Cada sistema para preparar y dosificar polímeros deberá tener al menos tres tanques: un tanque para preparar, uno tanque para acondicionar, y un tanque para dosificar el polímero. Con estos tres tanques, el sistema deberá poder usarse para las siguientes estrategias de funcionamiento.

- Funcionamiento continuo: Un primer tanque para preparar, un segundo tanque para acondicionar el polímero, y un tercer tanque para almacenar y dosificar la solución acondicionada (tanque de dosificación). Deberá poderse preparar continuamente una solución de polímero entre estos tres tanques. La solución fresca del tanque de preparación deberá fluir a través de una pared de separación hacia el tanque de acondicionamiento y desplazar la solución acondicionada hacia el tanque de dosificación. Mediante el desplazamiento de la solución deberá realizarse una mezcla suficiente de la misma solución en el límite de emulsión, y deberá serlo de modo tal que la solución sin acondicionar totalmente no entre en el tanque de dosificación (Ver mas adelante diagrama para estrategias de funcionamiento). Deberá proveerse un agitador para cada tanque y dos bombas dosificadoras (una funcionando y otra en stand-by) para alimentar siempre la solución acondicionada de polímero del tanque de dosificación al tanque del proceso (tanque de floculación de la prensa deshidratadora). Este funcionamiento deberá controlarse en conjunto, o separadamente, con los PLCs de los tableros de fuerza y control del sistema de polímeros y del equipo al cual sirve.
- Funcionamiento semicontinuo/discontinuo/por batches: Dos tanques para preparar y acondicionar el polímero, que deberán poderse usar alternativamente para almacenar y dosificar la solución acondicionada junto con el tercer tanque. Entre los tres tanques, deberá poderse preparar soluciones de polímero de una o varias concentraciones, y deberá poderse hacer de manera semicontinua, discontinua, o por batches. Deberá proveerse una bomba para trasegar y mezclar entre los tres tanques sin necesidad. Este funcionamiento deberá controlarse en conjunto, o separadamente, con los PLCs de los tableros de fuerza y control del sistema de polímeros y del equipo al cual sirve.

Diagrama para estrategias de funcionamiento y control



Es responsabilidad única del Contratista realizar el rediseño necesario para que el sistema de preparación y dosificación del polímero pueda usarse para las dos anteriores estrategias de funcionamiento.

La prueba del funcionamiento consistirá en: (a) Pruebas piloto - pruebas de jarras- del polímero en el almacén de polímeros de la planta; y, (b) Tres pruebas del equipo en coordinación y al mismo tiempo con similar prueba del equipo a que sirve el sistema. Cada prueba deberá durar tres horas. Las muestras serán recogidas en el final de cada hora. Todas las pruebas deberán promediarse y el equipo suministrado deberá demostrar que puede cubrir o exceder los criterios especificados del funcionamiento. Si el equipo no puede resolver los criterios especificados del funcionamiento después de la tercera prueba, el CONTRATANTE tendrá la opción de hacer efectiva la póliza de garantía de funcionamiento, o solicitar al CONTRATISTA compensación por costos futuros, tales como acarreo de lodos húmedos y/o torta, exceso de dosificación del polímero, rendimiento de procesamiento del lodo y de sólidos capturados debido a la falta de cubrir los criterios del funcionamiento. La cantidad de la compensación deberá ser igual al coste adicional, sobre la base del valor presente, que incurrirá el CONTRATANTE en un período de veinte (20) años con interés de un 0.05 puntos porcentuales por debajo del interés de usura vigente a la fecha de hacerse

efectivo el pago. El CONTRATISTA será responsable por estos costos adicionales, pero el monto no deberá exceder el 100% del precio del sistema suministrado.

Si el CONTRATANTE no puede proporcionar el polímero y/o el lodo según lo especificado en las condiciones del servicio dentro 90 días después de que la notificación del CONTRATISTA de la preparación para realizar la prueba de funcionamiento, la prueba será juzgada ser satisfactoria y el Contratante aceptará el equipo.

Si el CONTRATANTE no puede proporcionar el lodo y el polímero según lo especificado en las condiciones del servicio dentro 90 días después de que la notificación del CONTRATISTA de la preparación para realizar la prueba de funcionamiento, la prueba será juzgada ser satisfactoria y el Contratante aceptará el equipo.

El Contratista deberá entrega al Contratante en el sitio de la obra, al menos las siguientes piezas de repuesto:

- Un conjunto de 3 fusibles de repuesto de cada tamaño.
- Dos lentes de repuesto de lámpara de cada color.
- Dos docenas de lámparas piloto.
- Uno de cada tipo de cada tarjeta madre electrónica usada.
- Uno de cada diodo de potencia
- Un juego de herramientas para cada mantenimiento especial de los sistemas y componentes del equipo

Bomba dosificadora de solución polimérica acondicionada (P-614 A/B)

Deberá proveerse y montarse en cada planta de lodos, dos bombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-614 A/B) para dosificar soluciones poliméricas acondicionadas desde cada sistema automático para preparar y dosificar polímeros, hasta el tanque de floculación de cada prensa deshidratadora. Cada bomba deberá ser capaz de bombear la solución polimérica y entregarlo con una presión de descarga de al menos 5,0 bar (72,5 psig).

Estas bombas deberán ser para manejar al menos 47 m³/día, en turnos de 14,11 horas, 6 días a la semana (3,33 m³/hr), de lodos. Fluido a manejar será soluciones de 0,2 a 0,5% de polímeros, de densidad de al menos 1,009 kg/m³.

Cada bomba deberá ser de desplazamiento positivo y cavidades progresivas, una bomba operante y otra de reserva. Caudal de al menos 3,33 m³/hora (14,6 gal/min), altura dinámica total de al menos 61 m CA (198 pies CA), velocidad de flujo en la descarga de al menos 1.0 m/s, succión x descarga = 51 mm, (2+) brida ANSI 150 libras. Potencia efectiva de al menos 1,7 HP (1.27 kW), y giro a 450 rpm. Cada motobomba deberá ser para bombeo continuo de hasta 16 hrs/día. Peso aproximado de cada bomba 26 kg

Cada bomba deberá tener carcasa en hierro fundido, estator en caucho Buna N, rotor tipo sin fin en acero inoxidable 316, eje en acero inoxidable 316 con sello mecánico. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa; con sello mecánico de parte estacionaria en cerámica, parte móvil con anillo de grafito, sello de exclusión en elastómero resistente a los hidrocarburos y resorte en acero inoxidable AISI 316.

Cada bomba deberá ser acoplada directamente a moto-reductor tipo helicoidal, potencia de entrada 3.6 HP (2.68 kW), relación $i = 4:1$, velocidad de entrada 1,800 rpm, velocidad de salida 450 rpm, eficiencia 0.90, con motor eléctrico 2,4 HP (1,79 kW), 1800 rpm 440V/3f/60Hz TEFC inverter duty, peso aprox. 34 kg. Conjunto montado sobre base metálica de perfiles estructurales A-36 y/o lamina doblada A-36. Peso aproximado del conjunto de 75 kg.

Cada bomba deberá tener tubería de succión en PVC RDE 21, con válvula cheque, válvula de corte y conexiones a tanque de almacenamiento de la solución polimérica; y, tubería de de descarga en PVC RDE 50 con filtro en Y, válvula chequer, válvula de corte y conexiones a tanque de mezcla y floculación de la prensa.

Cada bomba dosificadora deberá tener válvula de by-pass alrededor de la válvula de contra presión, columna de calibración con válvulas, válvulas cheque, válvulas de seguridad, y las conexiones de limpieza (flush connections) con válvulas cheque y solenoide, que deberán ser diseñadas para permanecer abiertas el suficiente tiempo después de cada parada de la bomba para lavar tuberías, válvulas de muestreo, manómetros con sellos de diafragma, y válvulas de cierre.

Todas las conexiones de tubería deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales fabricados a partir de lámina doblada de acero inoxidable tipo 304, soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.

Cada bomba deberá incluir suministro e instalación de un tablero de fuerza y control (TFC), que deberá incluir un variador electrónico de velocidad para cada bomba, un interruptor por bajo nivel en el sistema de preparación y dosificación, un selector para cambio entre bombas, y un selector para cambio de control manual a automático. El control automático deberá recibir señal del control del PLC del sistema, que deberá trabajar en conjunto con el PLC de la prensa deshidratadora. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctrico

Bomba dosificadora de solución polimérica base (P-615 A/B)

Deberá proveerse y montarse en cada planta de lodos, dos bombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-615 A/B) para dosificar soluciones poliméricas base desde cada contenedor o tanque de solución base hasta el sistema automático para preparar y dosificar polímeros. Cada bomba deberá ser capaz de trasegar la solución polimérica y entregarla con una presión de descarga de al menos 5,0 bar (72,5 psig).

Estas bombas deberán ser para manejar al menos 9,48 m³/día, en turnos de 14,11 horas, 6 días a la semana (0,67m³/hr), de lodos. Fluido a manejar será soluciones de 0,5 a 1% de polímeros, de densidad de al menos 1,009 kg/m³.

Cada bomba deberá ser de desplazamiento positivo y cavidades progresivas, una bomba operante y otra de reserva. Caudal de al menos 0,67 m³/hora (3,0 gal/min), altura dinámica total de al menos 55 m CA (180 pies CA), velocidad de flujo en la descarga de al menos 0,65 m/s, succión x descarga = 19 mm, (3/4+) rosca F-NPT. Potencia efectiva de al menos 0,3 HP (0,22 kW), y giro a 3,000 rpm. Cada motobomba deberá ser para bombeo continuo de hasta 16 hrs/día. Peso aproximado de cada bomba 7,5 kg

Cada bomba deberá tener carcasa en hierro fundido, estator en caucho nitrílico, rotor tipo sin fin en acero inoxidable 316, eje en acero inoxidable 316 con sello mecánico. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa; con sello mecánico de parte estacionaria en cerámica, parte móvil con anillo de grafito, sello de exclusión en elastómero resistente a los hidrocarburos y resorte en acero inoxidable AISI 316.

Cada bomba deberá ser acoplada directamente a motor eléctrico 0.6 HP (0,44 kW), 3,600 rpm 440V/3f/60Hz TEFC inverter duty, peso aprox. 42 kg. Conjunto montado sobre base metálica de perfiles estructurales A-36 y/o lamina doblada A-36. Peso aproximado del conjunto de 16 kg.

Cada bomba deberá tener tubería de succión en PVC RDE 21, con válvula chequer, válvula de corte y conexiones a tanque de almacenamiento de la solución polimérica; y, tubería de descarga en PVC RDE 50 con filtro en Y, válvula chequer, válvula de corte y conexiones a tanque de mezcla y floculación de la prensa.

Cada bomba dosificadora de solución base polimérica deberá tener válvula de by-pass alrededor de la válvula de contra presión, , columna de calibración con válvulas, válvulas chequer, válvulas de seguridad, y las conexiones de limpieza (flush conections) con válvulas chequer y solenoide, que deberán ser diseñadas para permanecer abiertas el suficiente tiempo después de cada parada de la bomba para lavar tuberías, válvulas de muestreo, manómetros con sellos de diafragma, y válvulas de cierre.

Todas las conexiones de tubería deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales fabricados a partir de lámina doblada de acero inoxidable tipo 304, soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.

Cada bomba deberá incluir suministro e instalación de un tablero de fuerza y control (TFC), que deberá incluir un variador electrónico de velocidad para cada bomba, un interruptor por bajo y alto nivel en el tanque de solución base; un selector para cambio entre bombas, y un selector para cambio de control manual a automático. El control automático deberá recibir señal del control del PLC del sistema para preparar y dosificar polímeros, que deberá trabajar en conjunto con el PLC de la prensa deshidratadora. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctrico

Bomba para agua de dilución del sistema de polímeros (P-616 A/B)

Deberá proveerse y montarse en cada planta de lodos, dos bombas, una funcionando y otra en stand-by, (P-616 A/B) para trasiego del tanque de almacenamiento de agua de dilución al sistema para preparar y dosificar polímeros. Cada bomba deberá ser capaz de bombear el agua y entregarla con una presión de descarga de 3.0 a 10.0 bar (43,5 a 145 psig).

Como especificado antes, la frecuencia y tiempo de disolución deberá ser continuo y/o por batches. Esta dilución deberá poderse hacer de modo manual u automático. Por lo anterior, estas motobombas deberán ser para manejar al menos 31.87 m³/día de agua por turno de 14,11 horas/día, 6 días a la semana (2,26 m³ de agua /hr). Fluido a manejar será agua de calidad agua potable (agua de acueducto), de densidad de al menos 1,000 kg/m³, y contenido de calidad sólidos de máximo 0,02 a 0.05% en peso.

Cada bomba deberá ser regenerativa o de turbina (turbine pump), caudal de al menos 2,26 m³/hora (9,9 gal/min), altura dinámica total de al menos 119 mCA (389 pies CA), eficiencia global de la bomba del 50%, velocidad de flujo en la descarga de al menos 1,25 m/s, succión x descarga = 25,4 mm, (1+) rosca F-NPT, potencia efectiva de al menos 2,8 HP (2,1 kW), y giro de 3,500 rpm. Cada bomba deberá tener rotor en bronce, carcasa en hierro fundido, eje en acero inoxidable 304 con sello mecánico con parte estacionaria en cerámica, parte móvil con anillo de grafito y sello de exclusión en elastómero resistente a los hidrocarburos y resorte en acero inoxidable AISI 304. Eje montado sobre rodamientos axiales de bolas con lubricación por grasa. Peso aproximado de cada bomba 13 kg.

Cada bomba deberá componerse de la bomba antes especificada, un acople directo a motor, un motor eléctrico de al menos 3 HP (2,23 kW), 3,500 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC, y base metálica de perfiles estructurales A-36 y/o lamina doblada A-36. Peso aproximado del conjunto de 45 kg.

Cada bomba deberá tener tubería de succión en PVC RDE 21 con válvula chequer, válvula de corte y conexiones a tanque de agua para dilución; y, tubería de de descarga en PVC RDE 21 con filtro en Y, válvula chequer, válvula de corte y conexiones a dosificador de agua de dilución del sistema automático para preparar y dosificar polímeros.

Todas las tuberías deberán apoyarse firmemente en soportes de perfiles estructurales galvanizados (ver especificaciones generales de soportería para tubería), soportes estos que deberá montarse sobre el piso, y que deberá evitar cualquier esfuerzo sobre la bomba o sobre la tubería.

Cada bomba deberá incluir suministro e instalación de un tablero de fuerza y control (TFC), que deberá incluir sensores e interruptores por bajo y alto nivel en el tanque de agua para dilución; un selector para cambio entre bombas; y, un selector de control manual-0-automático. El control automático deberá recibir señal del control del PLC del sistema automático para preparar y dosificar polímeros. Adicionalmente, el TFC deberá incluir todos los conductores y el aparataje eléctrico de alimentación, protección, accionamiento, control, indicación y alarmas; así como salida(s) para enviar a la USO. Este TFC deberá tener protección tipo NEMA 4X con gabinete en lámina 2.0 mm acero inoxidable 304; deberá incluir alimentación en 440V/3f/60Hz, y todo el aparataje de fuerza y control como estipulado en las especificaciones generales mecánicas y eléctricas; y, deberá incluir acometida tablero parcial - TFC y todas las acometidas TFC a motores eléctricos.

Dispositivo para descarga de prensa deshidratadora

Generalidades: Para cada prensa deshidratadora, deberá proveerse un dispositivo para descargar lodo deshidratado, o torta de lodo, y entregarlo a un contenedor rodante, o a una volqueta. Contenedor y/o volqueta deberán poderse localizar en el primer piso de cada planta de deshidratado de lodos.

El uso primario de este dispositivo deberá ser para descargar y entregar al contenedor (especificado más adelante), y su uso secundario, o de emergencia, deberá ser para descargar y entregar al platón de la volqueta de 6 m³ y de altura máxima de 3 m. Para uso de emergencia, el cambio o adecuaciones del dispositivo deberán poderse realizar en un máximo de treinta (30) segundos, lo cual deberá facilitarse con el uso de chutes de descarga y/o partidos y articulados

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá ser tipo modular cubierto, para el transporte por gravedad de torta de lodo producida por cada prensa deshidratadora, y lo será según siguientes criterios de diseño y/o operación:

- 1) _____ Para descargar y entregar por gravedad a un contenedor y/o a un platón de volqueta.
- 2) _____ Cambio o adecuaciones para descargar de contenedor a volqueta deberán poderse realizar en un máximo de treinta (30) segundos
- 3) _____ Cambio para descargar de un contenedor a otro (o de un platón de volqueta a otro)deberán poderse realizar en un máximo de tres (3) segundos

- 4) _____ Uso de chutes de descarga partidos y articulados
- 5) _____ Todos las partes del dispositivo y sus accesorios en contacto con la torta de lodo en acero inoxidable 304 y/o plásticos resistentes a la acción física (abrasión y producción de polvo), química (corrosión) y biológica (producción de H₂S) de estos materiales
- 6) _____ Mínimo contacto del personal con la torta de lodo

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá tener todos los accesorios e instalaciones de servicio para recibir y entregar lodo deshidratado, o torta de lodo, a container para recibir y transportarlo; y/o a platón de volqueta; y, esto lo será según lo estipulado en planos, especificaciones generales, estas especificaciones particulares, y las recomendaciones del fabricante.

Todos los componentes de cada dispositivo para descargar torta de lodo y sus accesorios deberán ser para servicio largo, continuo, e ininterrumpidos. Deberán tener provisiones para fácil lubricación, ajuste, o el reemplazo de todas las piezas. Las partes correspondientes de unidades múltiples deberán ser intercambiables.

Excepto donde se especifique en contrario, todos las partes del dispositivo y sus accesorios en contacto con la torta de lodo deberán ser en acero inoxidable 304 y/o plásticos resistentes a la acción física (abrasión y producción de polvo), química (corrosión) y biológica (producción de H₂S) de estos materiales. Limpieza y acabado de las partes en acero carbono deberá ser: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco · Sa 2½· , (b) Protección en 3 mills de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mills de pintura epóxico color reglamentario.

Los materiales de construcción previstos deberán ser resistentes al ambiente de funcionamiento al cual dispositivo para descargar torta de lodo estará sometido, para así prevenir (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que la prensa deshidratadora no funcione según lo previsto, y así dar recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

Arreglo y dimensiones generales del dispositivo para descargar torta de lodo se muestran en plano respectivo de la propuesta de diseño.

Alcance: Los trabajos para entregar en funcionamiento cada dispositivo para descargar torta de lodo a entera satisfacción del Contratante, comprende suministrar, montar, probar y poner en operación el dispositivo y sus accesorios e instalaciones de servicio como se estipulan en estas especificaciones particulares y especificaciones generales relacionadas.

Las especificaciones particulares se refieren al dispositivo y los accesorios necesarios para realizar la operación unitaria de descarga de la torta de lodo de cada prensa deshidratadora. Excepto donde se especifique lo contrario, las instalaciones de servicio de olor y agua de proceso siguen las especificaciones generales que acompañan a las presentes especificaciones particulares, y que forman parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación.

El valor de los accesorios y las instalaciones de servicio de cada dispositivo para descargar torta de lodo como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada dispositivo.

Cada dispositivo deberá ser para realizar la operación unitaria de descarga continua por gravedad. En esta operación se deberá descargar cada prensa y entregar la torta de lodo a un contenedor o volqueta. La torta de lodo será la producida por la operación unitaria de deshidratado en prensa de tornillo, y la cual una vez descargada y recibida en un contenedor rodante (ver especificación más adelante) deberá transportarse a un sitio de disposición final: relleno o land fill, y/o a una Planta de Lodos para obtener biosólidos Clase A y/o B

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá ser de una capacidad nominal de al menos 2,0 m³/h, o 2,159 kg/h de torta de lodo de densidad 1,060 kg/m³, con contenido de sólidos secos del 20 al 28%. El dispositivo deberá ser para ducto Ø 300 mm, con ángulo de al menos 63.43° con la horizontal (pendiente 2:1), del tipo del usado para transporte por gravedad de materiales a granel. El peso aproximado del dispositivo será de al menos 150 kg, variable según diseño detallado a realizar por el Contratista.

En general, todas las partes del dispositivo en contacto con la torta de lodos deberán ser en acero inoxidable 304, con refuerzos en lámina del mismo material, y plástico y elastómeros resistente al impacto. Y/o al ambiente de la PTAR. Igualmente, toda la tornillería deberá ser en acero inoxidable AISI 304; y todos los empaques en elastómero deberán ser resistentes al H₂S. Partes que no este en contacto con la torta de lodos podrán fabricarse en lámina, redondos, perfiles de acero carbón. El acabado de parte de acero al

carbón deberá ser limpieza interior y exterior sandblasting a metal casi blanco, y acabado con 3.0 mills pintura epóxica color reglamentario.

El dispositivo para descargar torta de lodo deberá tener signo(s) y código(s) visibles de identificación del material transportado, según reglamentaciones vigentes para el transporte de materiales peligrosos según Código Colombiano de Seguridad Industrial y del Código de Transporte.

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá ser una unidad prefabricada completa que deberá consistir en al menos: (1) Un ducto de transición para conectar prensa deshidratadora a dispositivo de descarga; (2) Una válvula en Y invertida, con una entrada con volante y cadena para accionar desde el piso; (3) Un ducto o chute de descarga de abertura a lo largo, con refuerzo en la partición, y tipo chute de descarga del concreto de mixers; (4) Dos poleas con cable de acero inoxidable con alma de fibra para permitir que, desde el piso, el chute se abra para descargar en volqueta, o se cierre para descargar en contenedor;(5) Dos soportes de marco en H galvanizados, similares a soportes para tubería de las especificaciones generales

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá ser nuevo, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. El fabricante deberá haber producido equipos similares, por un periodo de al menos cinco (5) años. Cada dispositivo deberá entregarse listo para operación con todas las operaciones y severo control de desbordes y/o vertimientos al piso.

El montaje del dispositivo para descargar torta de lodo en el edificio de lodos deberá permitir la colocación y el retiro del contenedor y/o la volqueta que reciben la torta de lodo; así como una separación de al menos 0,60 m entre contenedor o volqueta cargándose y el contenedor y/o volqueta en espera. Los requisitos de separación y dimensiones exteriores mínima especificados anteriormente no relevarán al CONTRATISTA de la obligación de ejecutar las adecuaciones necesarias para el montaje, operación, y mantenimiento apropiado de cada equipo. Para equipo(s) diferente(s) a los aquí especificado(s), el CONTRATISTA será el único responsable de cualquier rediseño y/o replanteo, y la ejecución de adicionales obras civiles, mecánicas y eléctricas.

Cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá cumplir los criterios de diseño y operación estipulados anteriormente. El Contratista deberá garantizar los criterios y características antedichos, mediante póliza de garantía de funcionamiento presentada con la sumisión de la ingeniería de detalle. El Contratista tendrá al menos tres oportunidades de demostrar

conformidad con los criterios de diseño y operación. Si el equipo no puede cumplir los anteriores criterios de diseño y operación después de la tercera prueba, el Contratante deberá hacer efectiva la póliza de garantía de cumplimiento (ver más adelante las especificaciones sobre pruebas).

Normas aplicables: Todo el equipo y el alcance del trabajo cubierto por la presente especificación deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE, UL, NEC, el Código Eléctrico Nacional; y, las estipuladas en el diseño de las obras mecánicas y eléctricas. Particularmente deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las siguientes normas:

- NATIONAL BIOSOLIDS PARTNERSHIP (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). Process design manual for sludge treatment and disposal. USEPA 625/1-79-011. 1979

Coordinación dispositivo para descargar torta de lodo y prensa deshidratadora y contenedor rodante: Porque los datos de desempeño de las prensas deshidratadoras varían significativamente en capacidad de deshidratación de diferentes tipos de lodos, especial atención deberá darse a los siguientes factores que afectarán el desempeño de cada prensa deshidratadora y la consecuente capacidad del contenedor y el dispositivo para descargar torta de lodo:

- Características de los sólidos
- Tipo de acondicionamiento químico

Componentes: Todos los las partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para suministrar el dispositivo para descargar torta de lodo listo para uso, deberán incluirse. Los componentes de este dispositivo deberán al menos incluir:

1. Un ducto de transición de 500 x 870 mm a 300 x 300 mm, de extremos bridados. Para conectar tolva de descarga de la prensa deshidratadora a dispositivo de descarga
2. Una válvula en Y invertida, con una entrada 300 x 300 mm y dos salidas de Ø 300 mm a un ángulo de al menos 63.43° con la horizontal (pendiente 1:2); de extremos bridados, y, con volante y cadena para accionar desde el piso a una altura de aproximadamente 4,50 m. Esta válvula deberá ser para distribuir el flujo de torta de lodo a uno u otro lado de la Y, y así poder entregar a un contenedor rodante, o al paltón de una volqueta.

3. Un ducto o chute de descarga Ø 300 mm x 1.2 m de longitud aproximada, con ángulo de al menos 63.43° con la horizontal (pendiente 1:2), de un extremo bridado y el otro extremo con refuerzo en platina. Ducto especial de abertura a lo largo, con refuerzo en la partición, y tipo chute de descarga del concreto de mixers.
4. Dos poleas de 4+ con cable de acero inoxidable con alma de fibra. Estas poleas deberán permitir que, desde el piso, el chute se abra para descargar en volqueta, o se cierre para descargar en contenedor.
5. Dos soportes de marco en H galvanizados, similares a soportes para tubería de las especificaciones generales

Estos componentes deberán ser al menos como sigue.

- 1) Ductos en lámina de al menos 2 mm acero inoxidable AISI 304 acabado 2B. Las uniones longitudinales ya transversales deberán hacerse mediante soldadura TIG o SMAW, con cordones internos y externos decapados y pulidos.
- 2) Damper de válvula en Y en al menos lamina 5.0 mm acinox 304, con eje de acinox 304
- 3) Bridas y platinas en al menos lámina 5.0 mm acinox 304
- 4) Uniones de bridas del tipo atornillado con pernos de acero inoxidable AISI 304. El empaque de estas uniones deberá ser en elastómero resistente al H₂S.
- 5) Todos los soportes de ductos y sus accesorios (poleas) deberán ser al menos en L 2 x 2 de lámina 3 mm acinox 304 doblada, con placa de piso en lámina 5 mm acinox 304.
- 6) Anclaje de soportes al techo, pared y piso deberá ser con tornillos de anclaje de cuña de al menos 3/8 x 2.1/2+, acinox 304
- 7) Resto de materiales que no estén en contacto con la torta de lodo podrán ser en acero carbón.
- 8) Limpieza y acabado de las partes en acero carbono deberá ser: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco · Sa 2½· , (b) Protección en 3 mills de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mills de pintura epóxico de color reglamentario (según normas internacionales y/o nacionales vigentes sobre el transporte de materiales peligrosos

Funcionamiento: El manejo de cada dispositivo para descargar torta de lodo deberá realizarse simultáneamente con el de manejo del contenedor rodante, y deberá comprender:

- 1) Seleccionar lado a que deba descargar el dispositivo

- 2) Descargar del camión grúa el contenedor vacío en planta de lodos
- 3) Colocar el contenedor bajo el chute de descarga seleccionado
- 4) Abrir tapa superior del contenedor hacia el lado que no obstaculice manejo del chute de descarga entre contenedores
- 5) Accionar dispositivos del sello de la compuerta posterior
- 6) Accionar el volante de la válvula en Y dejar cargando
- 7) Dejar cargar el contenedor chequeando su nivel de carga al menos cada hora
- 8) Verificar que el contenedor se carga hasta el borde superior sin impedir el cierre con la tapa del mismo. El tiempo de carga deberá ser de dos y media a tres (2.5 a 3) horas, o hasta lograr la capacidad útil de 6.0 m³ (7.84 yardas³), o de 6.6 toneladas de torta de lodo de densidad aprox. 1,100 kg/m³
- 9) Una vez lleno el contenedor, se deberá accionar de nuevo el volante de la válvula en Y para dejar cargando el contenedor de al lado, el cual deberá ya antes haberse alistado de manera similar al que sale para transporte
- 10) Cerrar y asegurar la tapa del contenedor y verificar sellos de la compuerta posterior
- 11) Avisar a quien corresponda para que se retire el contenedor lleno de la planta.
- 12) Repetir el ciclo

Protección: El dispositivo para descargar torta de lodo deberá proveerse con soportes para que sea funcional y cumpla las normas de seguridad de manejo del material a transportar. Adicionalmente, el dispositivo deberá protegerse contra sobrecargas y vibraciones excesivas.

El Contratista deberá entrega al Contratante en el sitio de la obra, al menos las siguientes piezas de repuesto:

- Un juego de herramientas especiales, de requerirse, para el mantenimiento del dispositivo.

Contenedor rodante para recibir y transportar torta de lodos

Generalidades: Deberá proveerse tres (3) contenedores rodantes de una capacidad nominal de 13 m³ (17 yardas³); una capacidad lleno de agua de

13,29 m³ (17.38 yardas³); y, una capacidad útil de 5.0 a 7.0 m³ (6.54 a 9.16 yardas³), o de 5.5 a 7.7 toneladas de torta de lodo de densidad aprox. 1,100 kg/m³. Estos contenedores deberán ser para recibir y transportar lodos deshidratados (torta de lodo) procedentes de cada prensa de deshidratación de lodos. Limitaciones de capacidad en peso a transportar de estos contenedores será de hasta 10 toneladas, que incluye peso de la torta de lodo más tara o peso vacío del contenedor.

Capacidad útil del contenedor deberá ser del 38 al 53% del volumen lleno de agua, según forma de entrega al contenedor y el ángulo de reposo de la torta de lodo (variable con su contenido de humedad). Forma de entrega de la torta de lodo al contenedor y su distribución dentro del mismo contenedor deberá permitir una altura de llenado que no dificulte colocar y asegurar tapa superior del contenedor.

Cada contenedor deberá tener la capacidad de abastecer un ciclo operativo de al menos tres horas de una prensa deshidratadora de cada planta de lodos. Cada contenedor localizado en el interior de cada planta de lodos, deberá poder recibir torta de lodo procedente de la prensa deshidratadora. El destino final de los lodos podrá ser una planta de proceso de lodos para obtener biosólidos tipo A, y/o un relleno sanitario o land-fill.

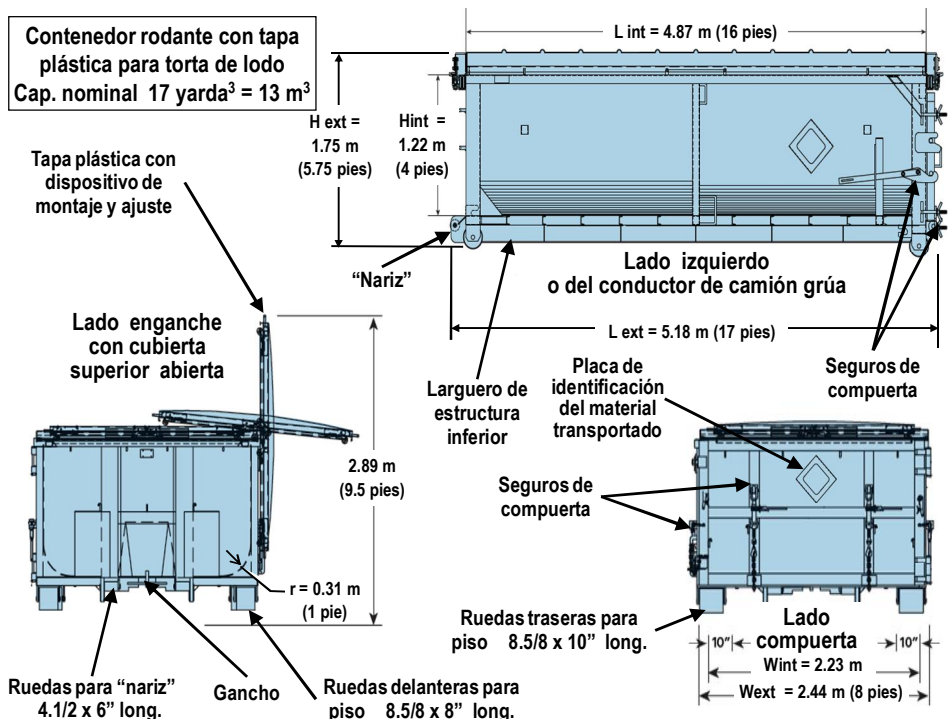
Cada container deberá ser para evacuar de la planta y transportar al sitio de tratamiento/disposición mediante camión grúa específicamente diseñado para el efecto (ver especificaciones más adelante). Este camión deberá estar provisto de un winche o malacate hidráulico de cable para subir y bajar suavemente el container a y de su plataforma. Al tiempo que este camión grúa levanta su plataforma hidráulicamente operada, el contenedor deberá subir rodando sobre la plataforma halado por el cable del winche. Al transportarse, el container deberá ir asegurado a la plataforma del camión grúa y cubierto con una tapa.

Cada contenedor para torta de lodo deberá ser del tipo rectangular, trabajo pesado, para lodo deshidratado con un contenido de 20 a 28% de sólidos secos, con empaques que eviten salida del agua desprendida del material transportado, y con tapa para transporte. Cada contenedor deberá ser para carga por arriba y para descarga posterior. Por lo anterior, este contenedor deberá tener gancho de tiro, ruedas y guía para rodar, montar y trasladar sobre plataforma de camión grúa con mecanismo de volteo (el cual se especifica más adelante). El contenedor deberá ser rodante, cargable sobre el camión grúa por halado por winche de cable (cable pull). La figura siguiente muestra configuración, capacidad nominal y característica y dimensiones principales de un contenedor similar.

Contenedor rodante para recibir y transportar torta de lodo

Contenedor rodante con tapa
plástica para torta de lodo
Cap. nominal 17 yarda³ = 13 m³





Tamaños de contenedores rodantes (roll-off containers or dumpsters), para recibo y transporte de torta de lodo o lodo deshidratado													
Capacidad nominal		Largo interior		Ancho interior		Alto interior		Volumen de agua *		Area superficial		Peso vacío aprox.	
yarda ³	m ³	pies	m	pies	m	pies	m	pies ³	m ³	pies ²	m ²	Lam. (")	kg
13	9	12	3,66	7,33	2,24	4	1,22	352	9,97	243	22,54	3/16	1.975,40
17	13	16	4,88	7,33	2,24	4	1,22	469	13,29	304	28,24	3/16	2.474,68
21	16	20	6,10	7,33	2,24	4	1,22	587	16,61	365	33,94	3/16	2.973,96
19	14	12	3,66	7,33	2,24	6	1,83	528	14,95	320	29,73	3/16	2.604,93
26	19	16	4,88	7,33	2,24	6	1,83	704	19,94	397	36,91	3/16	3.234,45
32	24	20	6,10	7,33	2,24	6	1,83	880	24,92	475	44,10	3/16	3.863,98
43	33	20	6,10	7,33	2,24	8	2,44	1.173	33,23	584	54,26	3/16	4.753,99

* Capacidad util del 50% del volumen lleno de agua, porque se llena hasta el borde con angulo de reposo de 30° para la torta de lodo

Contenedor rodante para recibir y transportar torta de lodo con tapa levantada



Alcance: Cada contenedor rodante para torta de lodo deberá ser de una capacidad nominal de al menos 13 m^3 (17 yardas³), con una capacidad lleno de agua de 13.26 m^3 , y para una capacidad útil de 6.0 m^3 (7.84 yardas³), o de 6.6 toneladas de torta de lodo de densidad aprox. $1,100 \text{ kg/m}^3$. El contenedor deberá tener unas dimensiones interiores de al menos $L_{int} \times W_{int} \times H_{int} = 4.88 \times 2.24 \times 1.22 \text{ m}$ (16 x 7.33 x 4 pies), y unas dimensiones exteriores de máximo $L_{ext} \times W_{ext} \times H_{ext} = 5.18 \times 2.44 \times 1.75 \text{ m}$ (17 x 8 x 5.75 pies). Cada contenedor deberá fabricarse totalmente en acero carbono con protección anticorrosiva en pintura epóxica. El peso o tara del contenedor será de al menos 2,500 kg, variable según diseño estructural a realizar por el Contratista.

El contenedor rodante para torta de lodo deberá de lámina acero carbono A-36, con refuerzos en lámina del mismo material. El mecanismo y compuerta para descarga, el tiro y las ruedas para montaje en plataforma de camión / grúa deberán ser en redondos, perfiles y láminas de acero carbón. El acabado de este contenedor deberá ser limpieza interior y exterior sandblasting a metal casi blanco, y acabado con 3.0 mills pintura epóxica color reglamentario. Incluye signo(s) y código(s) visibles de identificación del material transportado, según reglamentaciones vigentes para el transporte de materiales peligrosos según Código Colombiano de Seguridad Industrial y del Código de Transporte.

Normas aplicables: Todo el equipo y el alcance del trabajo cubierto por la presente especificación deberán estar conforme a las ediciones vigentes de

las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE, UL, NEC, el Código Eléctrico Nacional, Código Colombiano de Seguridad Industrial, Código Colombiano de Transporte;; y, las estipuladas en el diseño de las obras mecánicas. Particularmente deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las siguientes normas:

- Norma federal estadounidense 40-CFR- Part 503: Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge
- NATIONAL BIOSOLIDS PARTNERSHIP (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005
- UNITED STATES OF AMERICA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA) Manual of design for sludge treatment and disposal, USEPA 625/1-79-011. 1979
- ANSI Safety Standard Z245.1-1992

Coordinación contenedor rodante para torta de lodos y prensa deshidratadora: Porque los datos de desempeño de las prensas deshidratadoras varían significativamente en su capacidad de deshidratación de diferentes tipos de lodos, especial atención deberá darse a los siguientes factores que afectarán el desempeño de cada prensa deshidratadora y la consecuente capacidad del contenedor rodante para torta de lodo:

- Características de los sólidos
- Tipo de acondicionamiento químico

Componentes: Todos los las partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para suministrar el contenedor rodante listo para uso, deberán incluirse. Los componentes de cada contenedor rodante para torta de lodo deberán al menos incluir:

1. Estructura inferior con largueros, travesaños y ruedas guías en el extremo delantero (ruedas de nariz)
2. Punta delantera (nariz) de los largueros de estructura inferior en barra rectangular de acero, la cual deberá reducir daño por impacto y facilitar alinear el contenedor al cargarlo sobre la plataforma del camión grúa
3. Platinas de desgaste a todo lo largo de la parte inferior de los largueros de la estructura inferior, para facilitar deslizamiento y absorber desgaste de estos largueros que deberán desplazarse sobre los rodillos guías de los largueros de la estructura principal de la plataforma del camión grúa, cuando se carga el contenedor halado por el winche de cable del mismo camión grúa.
4. Estructura superior de refuerzo de paredes laterales que deberá soportar dispositivos de compuerta posterior y de tapa superior.
5. Piso o fondo con aristas semicilíndricas de radio 0,305 m (1 pie), y soportado sobre estructura inferior

6. Pared frontal con refuerzos verticales intermedios y con dispositivo de enganche / tiro / levante
7. Dispositivo de enganche / tiro / levante con placas de refuerzo y gancho para cable de winche del camión grúa
8. Cuatro ruedas para piso montadas sobre refuerzos de paredes
9. Dos ruedas (ruedas de nariz) montadas sobre la punta delantera de los largueros de estructura inferior (guías para cargar sobre el camión grúa)
10. Compuerta posterior de abertura por peso del contenido (al levantarse la plataforma del camión grúa), con refuerzos, bisagras, sellos, y dispositivos de prensado, aseguramiento y abertura
11. Sello de compuerta posterior con marco de montaje, que deberá impedir el percolado del agua en exceso o del agua desprendida de la torta de lodo durante el transporte
12. Dispositivo para montaje y accionamiento de la tapa que deberá facilitar el manejo de esta tapa por una persona sin necesidad de desmontarla del contenedor
13. Tapa para transporte, plástica con refuerzo de perfiles estructurales; y con manijas, ganchos y correas para accionar, ajustar y asegurar
14. Al menos tres peldaños de escalera sobre la pared frontal para facilitar observación del contenido del contenedor. Ancho de peldaño 0,40 m, separación entre peldaños 0.30 m, peldaño separado de la pared 0.18 m.
15. Placas de montaje para las placas de identificación del contenedor y el material transportado
16. Dos placas permanentes e imborrables de identificación con datos del fabricante y el contenedor. Una placa localizada en la pared frontal y la otra en la compuerta posterior; ambas placas deberán colocarse hacia el lado del puesto del conductor del camión grúa
17. Tres placas permanentes e imborrables de identificación del material transportado y su peligrosidad. Estas placas deberán tener diseño, dimensiones y colores según normas internacionales y/o nacionales vigentes sobre el transporte de materiales peligrosos. Dos de estas placas deberán localizarse sobre el medio posterior de las paredes laterales del contenedor, y la otra placa deberá localizarse en el centro de la parte superior de la compuerta posterior.
18. Limpieza y acabado de las partes en acero carbono deberá ser: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco · Sa 2½· , (b) Protección en 3 mills de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mills de pintura epóxico de color reglamentario (según normas internacionales y/o nacionales vigentes sobre el transporte de materiales peligrosos).

Estos componentes deberán ser al menos como sigue.

- 1) Larguero de estructura inferior en tubo rectangular 3 x 6+, en lamina 3/16+ HR A-36
- 2) Punta (nariz) de estructura inferior en barra rectangular de acero SAE 1040 insertada en parte frontal de los largueros para mayor resistencia. Esta punta deberá tener inclinación que facilite la carga del contenedor sobre la plataforma del camión grúa; y, deberá tener soportes para ejes de las ruedas de nariz
- 3) Cinco largueros para estructura inferior en tubo rectangular similar al de los largueros
- 4) Platina de desgaste por debajo y a todo lo largo del larguero de la estructura inferior, en lámina ¼+HR A-36
- 5) Dos refuerzos verticales y dos refuerzo horizontales para pared frontal en tubo rectangular 3 x 4+, en lamina 1/8+ HR A-36, esfuerzos estos que deberán empalmarse a los largueros de estructura inferior
- 6) Dos largueros y dos travesaños de estructura superior de refuerzo (bordes) en tubo rectangular 3 x 4+, en lamina 1/8+HR A-36
- 7) Doce travesaños para fondo del contenedor, en perfil estructural C 3+ x 4,1 lb/pie, A-42
- 8) Cuatro ruedas para piso 8.5/8+ x 8+ longitud en lado del gancho, y de 10+ longitud en lado de compuerta, fabricadas de tubo 8+ Sch 40 A-53°B, con costura, con eje de 2" SAE 1040, bujes de bronce y graseras; y, con placas de montaje en lamina 1/2+HR A-36
- 9) Dos ruedas para nariz 4.1/2++ x 6+ longitud, en tubo 4+ Sch 40 A-53°B, con costura, con eje de 1" SAE 1040, bujes de bronce y graseras; y, con placas de montaje en lamina 1/2+HR A-36.
- 10) Piso o fondo en lamina 3/16+ HR, A-36, con el mínimo de uniones soldadas.
- 11) Placa soporte para gancho en lámina ¾+HR A-36, totalmente soldada.
- 12) Gancho para cable en varilla cuadrada 1.¼+ SAE 1080, de alta resistencia soldado completamente, totalmente soldado a placa de soporte de lámina de 1" HR A-36 (la placa de refuerzo de gancho se deberá extender sobre la estructura inferior y por debajo del fondo).
- 13) Paredes laterales, frontales y de compuerta en lamina 1/8+HR, A-36.
- 14) Postes esquineros en tubo rectangular 4 x 6+, en lamina 1/8+HR A-36
- 15) Postes laterales en tubo rectangular 3 x 4+, en lamina 1/8+ HR A-36, separados igualmente
- 16) Peldaños de escalera vertical en varilla ¾+ soldadas a parte delantera (lado de enganche)
- 17) Una compuerta posterior en lamina 1/8+ HR A-36, marco en tubo rectangular 3 " x 4 " en lámina 1/8" HR A-36, con dos soportes horizontales en tubo rectangular 3" x 5 " en lámina 1/8" HR A-36, bisagras maquinadas de 3.3/8 " con pasador de 1.1/2 x 8+con graseras.
- 18) Sellos de compuerta posterior en lamina de al menos 5 mm, neopreno

- 7) Dejar cargar el contenedor chequeando su nivel de carga al menos cada hora
- 8) Verificar que el contenedor se carga hasta el borde superior sin impedir el cierre con la tapa del mismo. El tiempo de carga deberá ser de dos y media a tres (2.5 a 3) horas, o hasta lograr la capacidad útil de 6.0 m³ (7.84 yardas³), o de 6.6 toneladas de torta de lodo de densidad aprox. 1,100 kg/m³
- 9) Una vez lleno el contenedor, se deberá accionar de nuevo el volante de la válvula en Y para dejar cargando el contenedor de al lado, el cual deberá ya antes haberse alistado de manera similar al que sale para transporte
- 10) Cerrar y asegurar la tapa del contenedor y verificar sellos de la compuerta posterior
- 11) Avisar a quien corresponda para que se retire el contenedor lleno de la planta.
- 12) Repetir el ciclo

Protección: Como consignado antes, cada contenedor deberá tener las protecciones para su manejo para la carga, volteo y descarga. Igualmente el acabado de superficies y su protección deberán estar de acuerdo a la condiciones a que estará sometido, condiciones éstas que deberán darse a conocer al proveedor/fabricante para que así aconsejen al Ingeniero del Proponente (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que el contenedor no sea adecuado para el servicio previsto o no funcione según lo previsto. Deberá ser el Ingeniero del fabricante quien dé recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

El Contratista deberá entrega al Contratante en el sitio de la obra, al menos las siguientes piezas de repuesto:

- Un juego de correas para asegurar la tapa superior del contenedor.
- Un juego de herramientas requeridas para el mantenimiento especializado

Camión grúa para contenedor rodante

Generalidades: Deberá proveerse un (1) camión grúa para contenedor rodante (roll-off container truck with hoist), capaz de cargar, transportar, volcar y descargar un contenedor rodante de 5.20 m de longitud (17 pies) de longitud, de una capacidad útil de 6.0 m³ (7.84 yardas³), o de 6.6 toneladas de torta de lodo de densidad aprox. 1,100 kg/m³. Limitaciones de capacidad en peso a transportar de estos contenedores será de hasta 5,20 m de

longitud y hasta 10 toneladas (que incluye peso de la torta de lodo más tara o peso vacío del contenedor)

El contenedor a manejar por el camión grúa deberán ser del tipo de los requeridos y suministrados para recibir y transportar lodo deshidratado (torta de lodos) con un contenido de sólidos secos de al menos 20 a 28%, y de densidad de al menos 1,100 kg/m³ (Ver especificaciones del container en numeral anterior). Este lodo deberá ser el procedente de cada planta de lodos de la PTAR y deberá transportarse y descargarse en un relleno sanitario y/o land-fill, situado a una distancia entre 10 y 20 km de la planta por carreteras secundaria y terciarias (veredales), destapadas.

Cada camión grúa para contenedor rodante deberá ser capaz de cargar, transportar, volcar y descargar un contenedor mediante un sistema de grúa hidráulica. Todos los equipos auxiliares, sistemas, partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para suministrar el camión grúa listo para uso, deberán incluirse.

Cada camión grúa para contenedor rodante deberá ser nuevo, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante del camión en sí, y en particular del sistema hidráulico para manejo de los contenedores. El fabricante de este camión grúa deberá haber producido equipos similares (para residuos de construcción y/o para recolección de desechos municipales y/o industriales), por un periodo de al menos cinco (5) años.

Cada camión grúa para contenedor rodante deberá tener diseño, requerimientos y calidad de materiales, y proceso de manufactura según las mejoras prácticas conocidas de la industria automotriz y de la industria de carrocerías para uso industrial y en la construcción. Todos los equipos auxiliares, sistemas, partes y/o accesorios deberán ser normalizados e intercambiables, y deberán cumplir la norma de seguridad ANSI Z245. 1-1992

La figura siguiente muestra un camión grúa similar. Por otra parte, arreglo y dimensiones generales del camión grúa se muestran en plano respectivo de la propuesta de diseño.

Camión grúa para contenedor rodante



Alcance: Cada camión grúa para contenedor rodante deberá tener las siguientes especificaciones de operación

1. Capacidad de carga: Peso máximo de 10 toneladas métricas sobre plataforma
2. Capacidad de carga probada en fabrica con contenedor vacío y lleno de agua: 10 toneladas⁶
3. Longitud total recomendada del contenedor rodante: 5.18 m de longitud (17 pies)
4. Altura recomendada del contenedor rodante: 1,52 a 1,75 m (5 a 5.75 pies)
5. Presión de trabajo del sistema hidráulico: 138 a 345 bares (2,000 a 5,000 lb/pulg²)
6. Tiempo aproximado para levantar plataforma sin contenedor: 30 segundos
7. Tiempo aproximado para bajar plataforma sin contenedor: 15 segundos
8. Tiempo aproximado para levantar plataforma con contenedor: 46 segundos
9. Tiempo aproximado para bajar plataforma con contenedor: 37 segundos

⁶ Prueba sobre superficie dura y con contenedor vacío y lleno de agua a un nivel tal que facilite cargue y descargue del contenedor y observar las limitaciones en el manejo del contenedor vacío y con carga.

10. Angulo mínimo de levante de plataforma para cargar, volcar y descargar contenedor: 41.98° (pendiente 1:0.90)
11. Angulo máximo de levante de plataforma para cargar, volcar y descargar contenedor: 63.43° (pendiente 2:1)
12. Peso aproximado de plataforma: 2,800 kg (a recalcular por el Contratista en diseño detallado)
13. Peso aproximado del chasis cabinado: 9,200 kg (varía según marca y accesorios)

Normas aplicables: Todo el equipo y el alcance del trabajo cubierto por la presente especificación deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las normas aplicables de ANSI, NEMA, IEEE, UL, y NEC; y, las estipuladas en el diseño de las obras mecánicas. Particularmente deberán estar conforme a las ediciones vigentes de las siguientes normas:

- Norma federal estadounidense 40-CFR- Part 503: Standards for the Use and Disposal of Sewage Sludge
- NATIONAL BIOSOLIDS PARTNERSHIP (NBP), Manual of good practice for biosolids, Alexandria, VA: NBP, 2005
- ANSI Safety Standard Z245.1-1992

Coordinación contenedor rodante para torta de lodos y camión grúa: Porque los datos de desempeño de las prensas deshidratadoras varían significativamente en su capacidad de deshidratación de diferentes tipos de lodos, especial atención deberá darse a los siguientes factores que afectarán capacidad volumétrica y gravimétrica del contenedor rodante y el camión grúa:

- Características de los sólidos
- Tipo de acondicionamiento químico
- Contenido de sólidos secos en la torta

Componentes: Todos los equipos auxiliares, sistemas, partes y/o accesorios no especificados aquí, pero necesarios para suministrar el camión grúa listo para uso, deberán incluirse. Los componentes mayores de cada camión grúa para contenedor rodante deberá al menos incluir:

1. Plataforma
2. Winche hidráulico
3. Sistema hidráulico
4. Parachoques y guardafangos traseros especiales
5. Tanque y sistema para agua de lavado
6. Caja para accesorios
7. Chasis cabinado.

Estos componentes deberán ser al menos como sigue.

1. *Plataforma del camión grúa*

- 1) Estructura principal: Tubo rectangular 8+ x 4+ x 1/2+, lamina ASTM A-500°C.
- 2) Subestructura: Tubo rectangular 3+ x 2+ x 3/16+, lamina ASTM A-500°C.
- 3) Tope para parte delantera del contenedor, fabricado en lámina 1.1/2+ HR A-36, y con enganche o seguro automático que deberá actuar siempre cuando el contenedor esté totalmente cargado sobre la estructura principal, y ésta misma estructura esté en la posición más baja.
- 4) Rodillos guía laterales: Cinco (5) rodillos por lado, de 4+ OD x 2+ ID, montados con bujes de bronce sobre ejes de 2+ de acero endurecido con grasera, y soportados por placas soporte de lámina 1/2+ soldadas a la estructura principal.
- 5) Seguros de accionamiento manual para el contenedor localizados en la mitad y parte posterior de la estructura principal, que deberán asegurar el contenedor durante el transporte y el volteo
- 6) Ensamble de bisagra posterior con cuatro (4) bisagras planas de 1.15/16+ de acero de alta resistencia, con graseras y montadas sobre la subestructura.
- 7) Enganche retraible para ajustar longitud de la cama, y facilitar carga y descarga del contenedor
- 8) Ejes de montaje inferior de los cilindros de levante en eje de 2.1/2 de acero de alta resistencia,
- 9) Dos cilindros hidráulicos, de doble acción y de 6+ x 72+ carrera para levante.
- 10) Limpieza y acabado de las partes en acero carbono deberá ser: (a) Preparación de la superficie sandblasting a metal casi blanco · Sa 2 1/2 ·, (b) Protección en 3 mills de anticorrosivo epóxico, y, (c) Acabado en 3 mills de pintura epóxico color reglamentario.

2. *Winche hidráulico*

- 1) Cable: Cable de acero 7/8+ diámetro x 20 metros longitud, 6 torones x 37 hilos, alma de acero, entorchado normal a la derecha
- 2) Extremo del cable: Grillete giratorio de acero probado a 78,000 psi, con abertura de al menos 5-3/8+ x 1-3/4+, y con longitud y ancho totales de 12+ x 3-5/8+, o las adecuadas para adaptarse al contenedor rodante a que sirve.
- 3) Capacidad del cable: Al menos 35 toneladas métricas.
- 4) Ejes de las poleas del cable: Al menos 2.1/2+, de acero endurecido y con graseras.
- 5) Guías de las poleas del cable: Canal 4+, A-36
- 6) Rodillo de soporte posterior: 6.5/8+ x 23+ longitud.

- 7) Polea del extremo delantero de la estructura principal de 10+ montada con bujes de bronce sobre eje de al menos 2+ de acero endurecido con pasadores y graseras.
- 8) Protección de los cilindros del winche en platina 3/8+x 3+A-36

3. Sistema hidráulico

- 1) Toma hidráulica: Directa o desacoplable por accionamiento neumático
- 2) Bomba hidráulica: De acople directo o por engranaje, 35 GPM a 1500 rpm y para operar de 1850 a 2000 psi
- 3) Válvula de control: De doble carrete, 45 GPM con sistema de by-pass de seguridad
- 4) Controles: Tipo neumático localizado en la cabina cerca al sitio de conductor, con un conjunto duplicado por fuera de cabina por el lado del conductor y cerca a la puerta del conductor.
- 5) Filtro: De 25 micrones, tipo reemplazable
- 6) Depósito de aceite: De 50 galones con tapa, respirador, indicador de nivel e indicador de temperatura.
- 7) Válvula de corte: 1.1/4+, de compuerta
- 8) Líneas hidráulicas: Apropriadas a la presión de trabajo y con protección de nylon para sitios expuesto a posible abrasión y con protección metálica en proximidad a partes en movimiento como cables, rodillos guías, poleas o cilindros hidráulicos.

4. Parachoques y guardafangos traseros

- 1) Parachoques especial: Según norma ICC, con luces traseras direccionales, de freno y de reversa, que deberá permitir cargue y descargue del contenedor,
- 2) Guardafangos de ruedas traseras: Metálicos tipo pesado sobre las ruedas traseras

5. *Tanque y sistema para agua de lavado:* En aluminio de 132 L (35 galones) de aluminio, con motobomba y riel con 15 metros de manguera 1/2+ de caucho y lona. Con pistola de atomización para lavado a presión de container rodante (y plataforma en caso de percolado del agua de la torta de lodo durante el transporte).

6. *Caja para accesorios:* Tipo caja de herramientas de 20+x 16+x 48+(0,50 x 0,40 x 1,22 m), en lamina de acero CR, A-366, con candado.

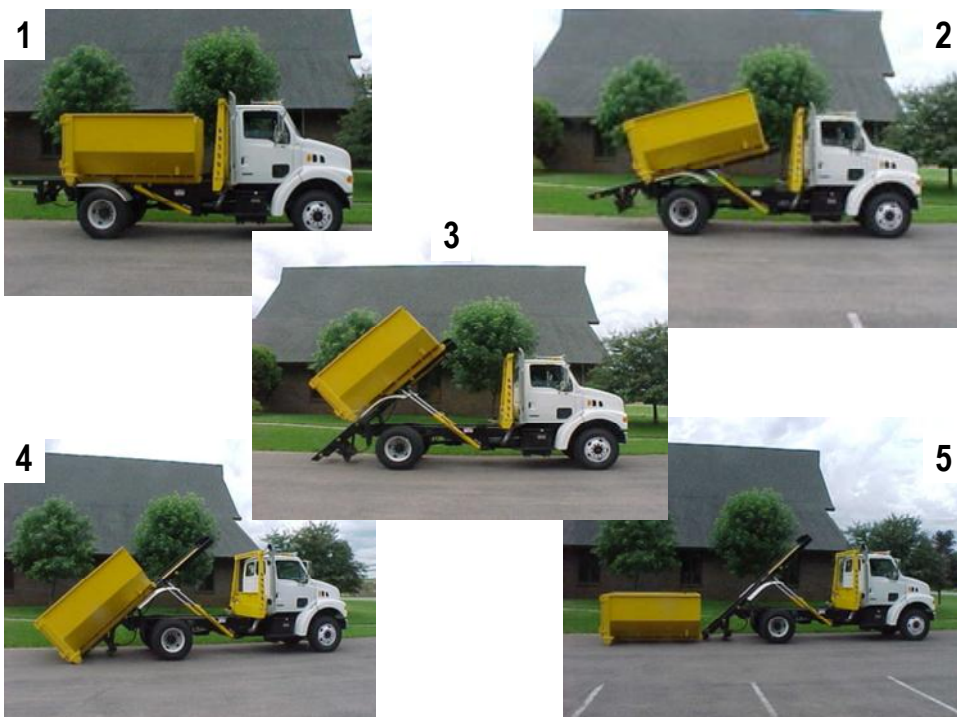
7. Chassis cabinado

- 1) Capacidad del eje delantero: Al menos 4,000 kg.
- 2) Capacidad del eje trasero: Al menos 10,000 kg, con suspensión mecánica de hojas de resortes
- 3) Dirección: Sistema hidráulico
- 4) Radio de giro: 8,0 metros
- 5) Estructura del larguero del chasis: En acero de al menos 36,000 psi

- 6) Longitud libre requerida del larguero del chasis: 5.0 m (197+) para contenedor con tapa, longitud medida desde el primer punto no obstruido detrás de la cabina hasta el línea de centro del eje trasero
- 7) Máxima altura desde el nivel del piso hasta la parte superior del larguero del chasis: 1,10 m (43+).
- 8) Distancia mínima libre al piso con carga: 0,301 m (1 pie)
- 9) Ancho exterior máximo del vehiculo con llantas: 2,44 (96+)
- 10) Dimensión después del eje trasero: Al menos 0,80 m, o la requerida por diseño para permitir levantar lo suficiente la plataforma del camión grúa para realizar cargue y descargue del contenedor, y el volteo para evacuar el contenedor (dimensión a medir por detrás de la línea del centro del eje trasero).
- 11) Motor: Turbodiesel, 6 cilindros en línea, intercooler, inyección directa, Euro II, y de al menos 150 HP a 2,200 rpm
- 12) Embrague: Plato simple, tipo seco con resorte de diafragma
- 13) Transmisión mecánica: Al menos seis velocidades hacia adelante, y una en reversa
- 14) Suspensión: Mecánica, sistema simétrico longitudinal, con hojas de resorte semi-elípticas y amortiguadores telescópicos de doble efecto adelante, y resorte auxiliar atrás con barra estabilizador
- 15) Frenos: Sistema neumático doble, independiente adelante y atrás, con compresor de cilindro sencillo. Incluye freno de parqueo tipo resorte y freno auxiliar de ahogo
- 16) Electricidad: 24 voltios, polo negativo a tierra, generador/rectificador AC en silicona, encendido electromagnético.
- 17) Tanque para combustible: De al menos 100 gal (378 L) en aluminio con separador agua-combustible
- 18) Cabina convencional: De acero, 2,56 m (101+) de altura, con ccinturones de seguridad, volante de dirección ajustables, manijas y espejos a ambos lados, color reglamentario / de la empresa.
- 19) Ventilación de la cabina: Mecánica convencional
- 20) Panel de instrumentos: Convencional, o de norma para transporte por carreteras de Colombia.
- 21) Llantas delanteras: Radiales 275/80R 22.5 (o las recomendadas y disponibles en el comercio local para el tipo de carga y servicio)
- 22) Llantas traseras: Radiales 275/80R 22.5 (o las recomendadas y disponibles en el comercio local para el tipo de carga y servicio).
- 23) Capacidad de carga: Al menos 10,000 kg, incluyendo peso de carrocería (componentes para obtener el camión grúa)
- 24) Capacidad de arrastre: 25,000 kg
- 25) Peso neto estimado: 9,000 kg

Funcionamiento: Cada camión grúa para contenedor rodante deberá tener plataforma y winche hidráulico para manejar un contenedor de al menos una capacidad nominal de 13 m³ (17 yardas³) con lodo deshidratado (torta de lodos) de densidad aprox. 1,100 kg/m³, procedentes de cada planta de deshidratación de lodos de la PTAR. Este contenedor deberá tener limitaciones de volumen de hasta 6 m³ de torta de lodo, y de peso de hasta 10 toneladas métricas (incluye tara del contenedor).

Funcionamiento de un camión grúa para contenedor rodante



El manejo del contenedor rodante con el camión grúa deberá comprender:

1. Revisar cierre y seguros de la tapa superior y la compuerta posterior del contenedor
2. Cargar el contenedor lleno con torta de lodo en cada planta de lodo de la PTAR. Especial cuidado deberá tenerse al elevar la plataforma del camión grúa dentro del edificio de la planta de lodo para no golpear alguna parte de la misma o el contenedor contra alguna de las partes del edificio. Al tiempo que el camión grúa levanta su plataforma hidráulicamente operada, el contenedor deberá subir sobre la plataforma.
3. Accionar seguros del contenedor contra la sub estructura de la plataforma del camión grúa

4. Transportar contenedor lleno hasta el sitio de disposición y/o tratamiento de la torta de lodo, y volcar su contenido en ese sitio. Esto deberá hacerse en el lugar y según procedimiento establecido por la administración del sitio / planta.
5. Pasar al sitio designado o previsto para lavar a presión el contenedor (y la plataforma en caso de percolado del agua de la torta de lodo durante el transporte).
6. Transportar de regreso el contenedor vacío a la PTAR
7. Desactivar seguros del contenedor y descargarlo junto al contenedor en servicio.
8. Cargar el otro contenedor lleno y repetir el ciclo.

Protección: El sistema de grúa hidráulico de cada camión grúa para contenedor rodante deberá proveerse con válvulas de corte, válvulas de seguridad, válvulas de by-pass para que el sistema o paquete hidráulico sea capaz de protegerse a sí mismo y a la estructura de cargue, transporte y cargue del contenedor contra sobrecargas y vibraciones excesivas

Alistamiento para operación: Cada camión grúa para contenedor rodante y su equipo y sistemas relacionados deberán disponerse para operación bajo las recomendaciones y la supervisión de un ingeniero de servicio del fabricante. Todas las adecuaciones del terreno o piso del sitio de servicio deberán localizarse y ejecutarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El Contratista deberá entrega al Contratante en el sitio de la obra, al menos las siguientes piezas de repuesto:

- Un juego de herramientas requeridas para el mantenimiento del sistema o paquete hidráulico.

Instalaciones de servicio de la unidad de proceso de lodos

Las instalaciones de servicio para una Unidad de Proceso de Lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales (PTAR) Río Frío, para al menos un caudal de diseño sanitario de $c_{uis} = 0.221\text{m}^3/\text{s}$, deberán ser las estipuladas en la tabla siguiente.

Instalaciones de servicio de la Unidad de Proceso de Lodos

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
6	UNIDAD DE PROCESO DE LODOS		
6.9	Instalaciones de servicio		
6.9.2	Tubería para lodos de interconexiones en planta de lodos	m	45
6.9.3	Tubería para agua de proceso para retro lavado	ml	1
6.9.4	Acometida eléctrica parcial	Uni.	1
6.9.5	Tablero eléctrico parcial (TP)	Uni	2
6.9.6	Tablero de fuerza y control (TFC) con salidas a la Unidad de Supervisión de Operación	Uni	8
6.9.7	Acometida eléctrica TP a TFC y TFC a motores	Uni	8
6.9.8	Canalización de conductores y acometidas parciales	Global	8
6.9.9	Acometida, aparataje, conductores, y canalizaciones de sensores, controles y actuadores	Global	8

Nota 1: El primer y segundo dígitos de cada ítem corresponden, respectivamente, al número de unidad y subunidad según Tabla de Unidades y Subunidades para Límites de Suministro. Esta tabla aparece en las especificaciones generales.

Nota 2: Algunas de las anteriores instalaciones de servicio (junto con su protección, anclaje, soportería, identificación y pruebas) se especifican en el documento de especificaciones generales que acompaña a las presentes especificaciones particulares, y que forma parte de los documentos de la solicitud de ofertas y/o licitación. Las instalaciones de servicios no consignadas en las especificaciones generales se especifican más adelante.

Nota 3: El valor de las instalaciones de servicio de la subunidad como se estipulan en estas especificaciones, no se pagará por separado. Su valor deberá estar incluido dentro del precio unitario de cada ítem que comprende la unidad y/o subunidad.

Estas instalaciones de servicio deberán ser las provisionales y definitivas requeridas para la realización de las obras objeto de estas especificaciones.

Tubería para lodos de decantadores a planta de lodos en terreno natural

Excepto donde se indique lo contrario, la tubería para lodos a la planta de deshidratación de lodos en terreno natural y en paso de vías, deberá tener protección anticorrosiva y catódica y deberá ser como se estipula en las especificaciones generales.

Esta tubería deberá tener acometida de agua para retro lavado. Esta tubería de agua será similar a la tubería de agua de proceso en terreno natural y en paso de vía, como se estipula en las especificaciones generales.

CONDICIONES GENERALES DE ENTREGA DE LA UNIDAD DE PROCESO DE LODOS

Instalación: Toda la Unidad de proceso de lodos como descrita en esta especificación, y sus equipos e instalaciones de servicio relacionadas deberán instalarse y alinearse bajo las recomendaciones y la supervisión de un ingeniero de servicio del fabricante. Todas las canalizaciones para conductores de potencia y control deberán localizarse y ejecutarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de los equipos conformadores de la Unidad. Todas las adecuaciones del terreno, piso o estructura del sitio de servicio deberán localizarse, ejecutarse o adecuarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El Proponente deberá hacer que el fabricante de cada uno de los equipos componentes de la Unidad de proceso de lodos examine/investigue los documentos de la solicitud de ofertas en cuanto al ambiente de funcionamiento al cual los equipos estarán sometido, para así aconsejar al Ingeniero del Proponente (antes de hacer una oferta) sobre cualquier problema potencial, que podrían hacer que los equipos no funcionen según lo previsto, y quien deberá dar recomendaciones para corregir/prevenir problemas posibles / esperados.

El Proponente deberá incluir en el precio unitario de la Unidad de proceso de lodos un mínimo de tres días de 8 horas/día de tiempo de un ingeniero de servicio del fabricante de cada uno de los equipos mayores. Este tiempo deberá utilizarse para asegurar la conexión y el funcionamiento apropiados de los equipos antes de arranque y para entrenar a personal del Contratante en la operación y mantenimiento de los equipos.

Pruebas: La prueba de despacho de los equipos mayores para La Unidad de proceso de lodos deberá ejecutarse en la planta del fabricante bajo condiciones simuladas en la gama de la carga esperada. Todos los puntos / rangos de operación deberán programarse y probarse, y el sistema deberá operarse con motor de características similares.

La prueba, comprobación, y arranque de los equipos en el campo deberá realizarse bajo la dirección técnica de un ingeniero de servicio del fabricante. Bajo cualquier circunstancia, ninguna porción de cualesquiera de los equipos podrá energizarse sin la autorización del ingeniero de servicio del fabricante. El Contratista deberá instruir al fabricante de los equipos sobre proporcionar los servicios de un ingeniero competente para asesorar en la puesta en

operación inicial (commissioning) de cada uno de los equipos mayores, y para proporcionar la instrucción necesaria al personal a cargo de la operación y mantenimiento de los mismos.

La prueba del funcionamiento consistirá en tres pruebas que deberán durar tres horas cada una. Las muestras serán recogidas en el final de cada hora. Todas las pruebas deberán promediarse y el equipo suministrado deberá demostrar que puede cubrir o exceder los criterios especificados del funcionamiento. Si el equipo no puede resolver los criterios especificados del funcionamiento después de la tercera prueba, el CONTRATANTE tendrá la opción de hacer efectiva la póliza de garantía de funcionamiento, o solicitar al CONTRATISTA compensación por costos futuros, tales como acarreo de lodos húmedos y/o torta, exceso de dosificación del polímero, rendimiento de procesamiento del lodo y de sólidos capturados debido a la falta de cubrir los criterios del funcionamiento. La cantidad de la compensación deberá ser igual al coste adicional, sobre la base del valor presente, que incurrirá el CONTRATANTE en un período de veinte (20) años con interés de un 0.05 puntos porcentuales por debajo del interés de usura vigente a la fecha de hacerse efectivo el pago. El CONTRATISTA será responsable por estos costos adicionales, pero el monto no deberá exceder el 100% del precio del sistema suministrado.

Si el CONTRATANTE no puede proporcionar el lodo según lo especificado en las condiciones del servicio dentro 90 días después de que la notificación del CONTRATISTA de la preparación para realizar la prueba de funcionamiento, la prueba será juzgada ser satisfactoria y el Contratante aceptará el equipo.

Partes de repuesto requeridas: Una lista de partes de repuesto requeridas deberá incluirse con las especificaciones del equipo sometidas con la oferta. El Proponente deberá incluir en su oferta el costo de proveer las piezas de repuesto requeridas por el fabricante.

Partes de repuesto recomendadas: El Contratista deberá obtener del fabricante, y someter a aprobación del Contratante, una lista de las piezas de repuesto recomendadas para cada de equipo componente de la Unidad de proceso de lodo según las provisiones al respecto estipuladas en las especificaciones generales. Después de la aprobación, el Contratista deberá suministrar tales piezas de repuesto empaquetadas, identificadas con los datos del equipo, y etiquetadas convenientemente. El Contratista también deberá suministrar nombre, dirección, y número de teléfono del distribuidor más cercano para cada parte de repuesto.

Todas las partes de repuesto deberán destinarse para uso del Contratante sólo después de la expiración del período de la garantía. Cualquier pieza de repuesto que el Contratista utilice para las pruebas en campo y la cobertura de la garantía, el Contratista deberá sustituirlas antes de la aceptación parcial del Contratante del uso beneficioso del equipo.

Durante la duración de la garantía, el Contratista deberá notificar por escrito al Contratante sobre cualquier modificación por parte del fabricante de cualquiera de las partes de repuesto aprobadas, tales como número de parte, capacidad de intercambio, cambio del modelo u otros. Si el Contratante determina que las piezas modificadas no son más aplicables al equipo proveído, dentro de la cobertura de la garantía, el Contratista deberá proporcionar piezas de repuesto aplicables.

Servicio de asistencia técnica y repuestos: Cada uno de los equipos componentes de la Unidad de proceso de lodos, deberá tener servicio de asistencia técnica y repuestos para todo el territorio colombiano, con concesionarios o agentes autorizados directamente por la fábrica. El Contratista deberá presentar constancia escrita que estos concesionarios y/o agentes garantizan disponibilidad de repuestos y servicio en el mercado local para efectos del mantenimiento preventivo y reparativo después de vencerse la cobertura de la garantía.

Fabricantes: Cada equipo solicitado deberá ser nuevo, sin usar, y un modelo de producción actual del fabricante. Cada uno de los equipos requeridos en esta especificación deberá ser el producto de un fabricante que haya diseñado y fabricado equipos similares, y tenga un registro de no menos de cinco (5) años de operación exitosa en plantas similares en Latinoamérica y EE.UU. El Contratista deberá someter a la Interventoría evidencias para el anterior efecto junto con una lista de sistemas instalados y en operación.

Los equipos solicitados en la presente unidad de proceso de lodos deberán ser de tecnología abierta y no deberán estar bajo regalías o extensiones de uso de diseño o nombre, o estar bajo patentes extranjeras o patentes pendientes. En caso de cualquier demanda por infracción de patentes o registros de diseño, el fabricante deberá defender e indemnizará al Contratante y lo deberá librar jurídica y económicamente de cualesquiera responsabilidades asociadas al uso del equipo, diseño o proceso patentado.

Garantía: El Fabricante / Contratista, deberá garantizar el funcionamiento de los equipos contra cualesquier defectos de los materiales y de fabricación por el tiempo de 12 meses contados después de la puesta en punto o 18

meses después de la fecha de suministro, lo que primero ocurra. El Fabricante/Contratista deberá comprometer a reparar o cambiar las piezas defectuosas, cuando se compruebe su defecto. Los servicios de cambio y reparos por garantía, como también el transporte y costos de viaje de técnicos, serán por cuenta del Fabricante/Contratista. No deberá incluirse en la cobertura de la garantía: (a) La no observancia de las instrucciones de existencias de carga y descarga instalación del equipo hechos por cuenta del Contratante; (b) La no observancia de las instrucciones de operación y mantenimiento establecidas en el manual suministrado por el fabricante/Contratista; y, (c) además piezas que por su naturaleza, mismo en operación normal tengan vida útil menor que el tiempo de garantía.

Análisis de costos para comparación: Para efectos de comparación y selección, el Proponente deberán presentar: (a) Análisis de costo capital (precio unitario del sistema), costo de operación y mantenimiento (O & M) y costo unitario de producción (US \$ /m³ de lodo deshidratado). El costo O & M debe incluir relación y consumo unitario de insumos (reactivos, polímeros / floculantes y consumibles), relación de personal necesario, y la disponibilidad de insumos y repuestos en el mercado nacional; y, (b) Las características finales de la torta de lodo producida, inclusive con ausencia o minimización de polvo. Estos serán parámetros a explicitarse por el proveedor, y que serán características a tener en cuenta en el análisis económico y de impacto social y ambiental del equipo y/o la operación.

8.6.7 CONTROL DE OLORES

El control de olores tienen como objetivo prevenir generación de olores y abatir los olores recogidos en los diversos puntos generadores. La prevención se hace reduciendo la materia orgánica al máximo con el cribado, tapando y sellando reactores anaeróbico y canales y reciclando lodos de decantador a bioreactores anaeróbicos. La remoción del olor se dará por proceso biológico, con el uso de biofiltros, o por operación físico-químico, con el uso de una torre de absorción.

Los gases con olor tendrán las siguientes características.

- Concentración de gas sulfhídrico en el gas contaminado será hasta 60 ppm
- Temperatura máxima 40°C
- Presión de succión hasta 200 mm CA
- Presión de descarga hasta 250 mm CA
- Velocidades de agotamiento en la tubería 15 m/s.

La remoción de olor tendrá que garantizar la no-percepción para distancias máximas de 30 metros de las los puntos de generación. Los puntos generadores de gases de olor son: cribado; planta de procesamiento de lodos; y canales desde la recepción y salida de reactores anaeróbicos hasta tanques aeradores.

Los gases de olor serán recogidos de los respectivos puntos de generación y primordialmente introducidos en el biofiltro. Esto se hará mediante dos ventiladores, los cuales introducen el aire contaminado sobre el medio biológico fijado sobre un medio de soporte, donde ocurre la absorción de olores. Por razones de supervivencia del medio biológico, principalmente en períodos secos, el lecho deberá humidificarse automáticamente a través de aspersores.

En el evento de reparación o cambio de lecho del biofiltro, las torres de lavado podrán accionarse, recibiendo parcialmente o totalmente el flujo de aire contaminado.

La unidad del proceso de control de olores será un biofiltro. Las instalaciones de servicio para esta unidad incluyen energía eléctrica; y tubería de biogás, olores y agua de proceso.

La Figura 14 muestra el diagrama de bloques del proceso de manejo de olor. Por otra parte, la Figura 15 muestra el diagrama de flujo del proceso de biofiltración.

Arreglo y dimensiones generales, del biofiltro se muestran en los planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-036-05: Filtro biológico y base plataforma almacén de gas

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-018-05: Unidad de Tratamiento de Olores - Extractores, biofiltro y tratamiento físico químico - Planta, vista, cortes y detalles.

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes y olores se muestran en los siguientes planos hidráulicos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-005-05: Propuesta de diseño - Red de efluentes
- UTPT-CDMB-4478-PL.HID-010-05: Propuesta de diseño - Red de olores

Finalmente, típicos de la soportería para tubería y válvulas se muestran en los planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

Fig 8.14 Diagrama de bloque del manejo de olor

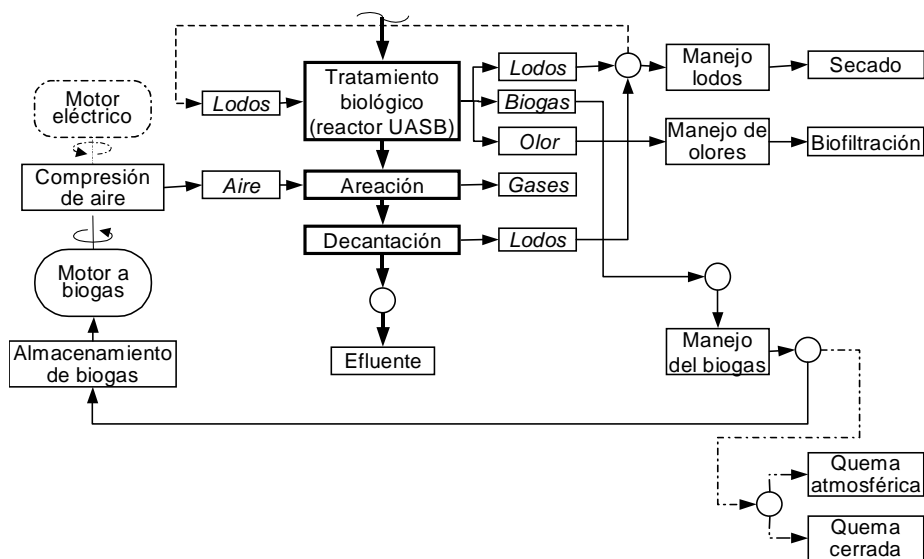
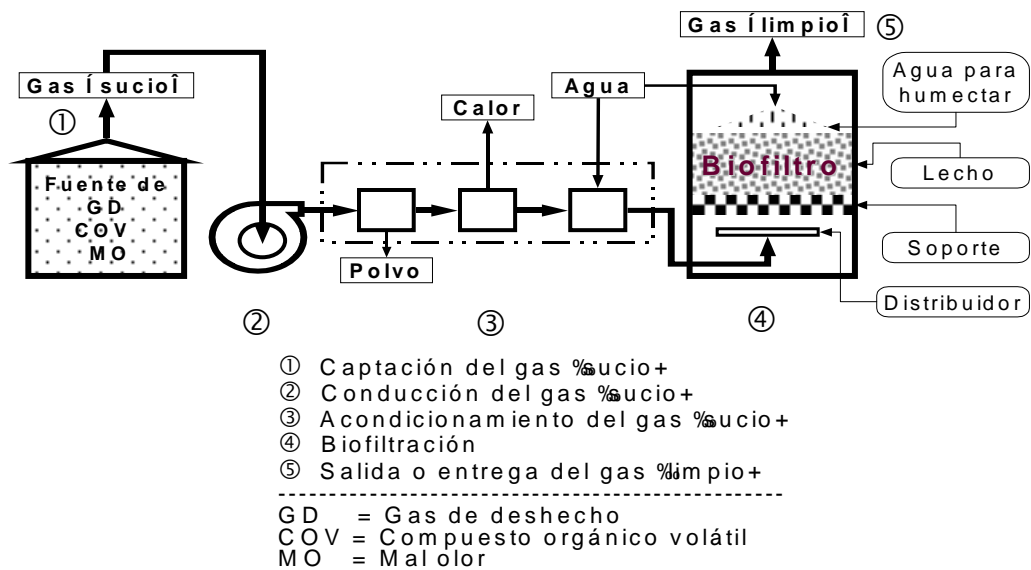


Fig 8.15 Diagrama de flujo del proceso de biofiltración para control de olores



A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los componentes de la operación de manejo de olores: bombas, tubería, biofiltro y torre de absorción. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica y agua de proceso siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

8.6.4.15 Tubería de olores de reactores UASB a ventilador de extracción de olores

Tubería de PVC RDE 35, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión de prueba 3.51 kg/cm². Velocidad máxima = 15.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI acero carbono con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Para trazado ver plano UTPT-CDMB-4478-PL-HID-010-05: Red de olores.

8.6.4.16 Válvula para tubería de olores

Excepto donde se especifique en contrario, las válvulas de todas las tuberías de olores deberán ser tipo mariposa bridada (de dos bridas o con brida central), clase 125 a 150 WOG, de manija (hasta Ø8+) o volante (de Ø 8+en adelante) con dial para ajuste del paso del gas.

Cuerpo del damper en hierro fundido. Brida tipo ANSI 150 libras, para usar con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Compuerta giratoria de la válvula en acero inoxidable 304 con sellos en elastómero. Eje de compuerta en acero inoxidable 304. Bujes y sellos del eje de compuerta en polímero de alto peso molecular.

Manija o volante de la válvula en acero carbono. Dial de la palanca en mínimo lámina 3 mm, acero inoxidable 304. El dial debe incluir agujeros con marcaciones cada 10 a 15°, y trinquete para fijar posición de la apertura de la compuerta giratoria de la válvula.

8.6.4.17 Ventilador-extractor de olores de reactores y canales de efluentes

Ventilador-extractor tipo centrifugo, caudal 1,181 Nm³ aire / hora (2,502 SCFM), aire a 40°C (104°F), altitud 990 m NM (3 248 pies), presión estática 1.52 mCA (60 ‰ WC), giro a 1,800 rpm, 24 HP (17.61 kW). Para eficiencia del 85 % y factor de servicio 1.25 (24 horas, motor eléctrico y carga media). Motor eléctrico 34 HP (25 kW), 1800 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC. Peso aproximado 950 kg (ventilador 700 kg + motor 250 kg)

Ventilador-extractor fabricado en materiales a prueba de corrosión, acero inoxidable AISI 316 y/ fibra de vidrio. Acople por transmisión de correa trapezoidal a motor eléctrico. Sello protector de rodamientos del motor y el eje de transmisión.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

8.6.4.18 Ventilador-extractor de olores de aspiración de Planta de Lodos

Ventilador-extractor tipo centrifugo, caudal 10.000 Nm³/hr (5.885 SCFM), aire a 40°C (104°F), altitud 990 m NM (3 248 pies), presión estática 0,60 m CA (23,70 in WC), giro a 1,800 rpm, 16,35 kW (21,94 HP) Para eficiencia del 85 % y factor de servicio 1.25 (24 horas, motor eléctrico y carga media). Motor eléctrico 34 HP (25 kW), 1800 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC. Peso aproximado 950 kg (ventilador 700 kg + motor 250 kg)

Ventilador-extractor fabricado en materiales a prueba de corrosión, acero inoxidable AISI 316 y/ fibra de vidrio. Acople por transmisión de correa trapezoidal a motor eléctrico. Sello protector de rodamientos del motor y el eje de transmisión.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

8.6.4.19 Ventilador-extractor de olores de secador y enfriador de planta de lodos

Ventilador-extractor tipo centrifugo, caudal 39.807 Nm³/hr (23.426 SCFM) aire a 40°C (104°F), altitud 990 m NM (3 248 pies), presión estática 0,41 m CA (16,10 in WC), giro a 1,800 rpm, 44,23 kW (59,36 HP). Para eficiencia del 85 % y factor de servicio 1.25 (24 horas, motor eléctrico y carga media). Motor eléctrico 87 HP (69 kW), 1800 rpm, 440V/3f/60Hz TEFC. Peso aproximado 950 kg (ventilador 700 kg + motor 250 kg)

Ventilador-extractor fabricado en materiales a prueba de corrosión, acero inoxidable AISI 316 y/ fibra de vidrio. Acople por transmisión de correa trapezoidal a motor eléctrico. Sello protector de rodamientos del motor y el eje de transmisión.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; y, acometida tablero parcial - TFC.

8.6.4.20 Tubería de olores de ventilador de extracción de olores a biofiltro

Tubería de PVC RDE 35, a la vista, sobre soportes y pintada, inicialmente con un primer y después con esmalte sintético de color reglamentario. Temperatura máxima de trabajo 70 C. Presión de prueba 3.51 kg/cm². Velocidad máxima = 15.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 libras, acero carbono, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.4.21 Biofiltro de compost para control de olores

Biofiltro tipo abierto con medio de un solo lecho de compost, para tratar al menos 54,057.0 Nm³/hr (31,812,55 SCFM) de gas conteniendo hasta 60 ppm de H₂S. Altura del lecho de al menos 1.52 m (5.0 pies), con pérdida de presión de hasta 0.203 m CA (8+WC) -según tipo, altura y edad-, y remoción del 99% de H₂S a 29.4° C.

El recipiente del biofiltro deberá tener tres módulos de lecho de compost en recipientes rectangular de concreto estructural 3500 psi. Las dimensiones externas del recipiente serán de al menos L x W x H = 25.0 x 25.0 x 2.0 m, V = 1,250 m³.

Los módulos del biofiltro deberán ser de al menos 24.7 metros de largo y serán los siguientes: 1) Módulo 1, de 3.0 m de ancho (para al menos 74 m³ de compost) para tratar 1,181 Nm³/hora (2,502 SCFM), de gas procedente de rejillas de cribado, reactores UASB # 1 a 4 y canales de efluentes; 2) Módulo 2, de 4.5 m de ancho (para al menos 111 m³ de compost) para tratar 10.000 Nm³/hr (5.885 SCFM) de gas procedente de la aspiración de la Planta de Lodos; y, 3) Módulo 3, de 16.90 m de ancho (para al menos 417 m³ de compost) para tratar 39.807 Nm³/hr (23.426 SCFM) de gases incondensables procedentes del secador y el enfriador de la Planta de Lodos

La construcción y entrega a plena satisfacción del recipiente del biofiltro no incluye medio o lecho filtrante, ventiladores, tuberías internas, ni chimenea. Incluye pasamuros para caja de vientos+ o distribuidor de las tuberías internas; y, integrador de humedad con rociadores tipo jardín.

El piso del recipiente del biofiltro deberá ser sobre suelo compactado con una capa fina de 5 centímetros de argamasa armada, con una pendiente de 0,5% para el drenaje del exceso de humedad en la cara opuesta de la entrada de gases. El recipiente deberá tener ocho salidas con sifón de al menos Ø4+ para drenaje del fondo.

Sobre el fondo del recipiente del biofiltro deberá instalarse una red de tubería perforada de Ø 8+PVC para pozo, o similar, la cual deberá garantizar la perfecta distribución de los gases en el medio biológico. Esta tubería deberá embebida en un lecho con espesor de al menos 0.30 m, conformado con piedra # 2 tipo canto rodado

Sobre el lecho de piedra del biofiltro deberá depositarse el medio de biofiltración, con la adición de productos los cuales deberá evitar tunelización y aportar nutrientes a los microorganismos. Sobre toda la superficie de este lecho deberá

instalarse tuberías y aspersores para garantizar el humedecimiento del substrato, mediante la aspersión de al menos 7.23 m³/hr (32 GPM) de agua, con al menos 10.0 MPa (14.5 lb/pulg²). La línea deberá ser removible, cuando fuese necesaria la reforma del lecho.

Recipiente del biofiltro incluye tensiómetro, para la automatización del funcionamiento del filtro, panel eléctrico de comando NEMA 4X con tablero de acero inoxidable 304, para accionamiento solamente de la electro válvula de la línea de agua presurizada a través de la señal enviada por el tensiómetro.

8.6.4.22 Medio para biofiltro

El medio del biofiltro deberá ser compost elaborado con humus local y/o lodos de la PTAR. Este medio deberá tener al menos porosidad del 40% de espacio libre, humedad de al menos 30%, pH de 6 a 8, y contenido de materia orgánica de al menos 45%. Este medio deberá estar en capacidad de remover hasta el 99% de H₂S.

El suministro, colocación y pruebas del medio del biofiltro deberá incluir soporte o aditivos (los cuales deberán evitar tunelización y aportar nutrientes a los microorganismos); y, reporte control de microorganismos y nutrientes emitidos por un laboratorio certificado por la Superintendencia de Industria y Comercio.

8.6.4.23 Torres de lavado húmedo para olores, como stand-by a módulos de biofiltro

Torre de lavado en húmedo de lecho empacado (packed bed wet scrubber) para tratar gas que contenga hasta hasta 60 ppm de H₂S, para remoción del 99% a 29.4° C. y con pérdida de presión de hasta 0.15 m CA (6+ WC). La unidad será tipo paquete con materiales a prueba de corrosión (PVC, HDPE y/o PRFV). El paquete incluye lecho empacado, tanque, tubería, motobomba de recirculación, caudalímetro, control de pH, eliminador de neblina, manómetros, control de adición del químico y tablero de fuerza y control TFC.

Deberá existir una torre de lavado en húmedo como stand-by para cada módulo del biofiltro, así: 1) Torre 1, para tratar gas procedente de reactores pretratamiento, bioreactores UASB # 1 a 5 y canales de efluentes; 2) Torre 2, para tratar gas procedente de la aspiración de la Planta de Lodos; y, 3) Torre 3, para tratar los gases incondensables procedentes del secador y el enfriador de la Planta de Lodos

Todos los TFCs de las torres de lavado deberán tener gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; e incluir las acometidas tablero parcial . TFC. Limite de potencia para la torre y equipos auxiliares: 25 KW. Adicionalmente, cada torre deberá incluir tubería y válvula de corte para by-pass de biofiltro.

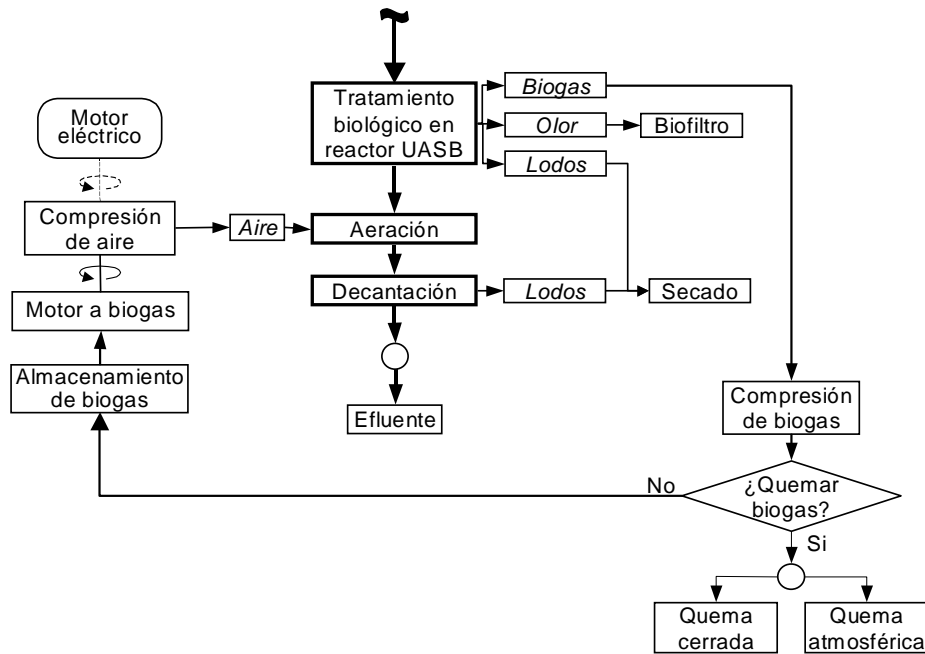
8.6.5 APROVECHAMIENTO DEL BIOGÁS

El manejo de biogás tiene como objetivo recoger, almacenar y consumir el biogás en quemadores atmosféricos encerrados o quemadores abiertos, o en motores de combustión interna para accionar sopladores. La unidad de esta operación se compone de medidor de gas en cada bioreactor, compresor, tanque de almacenamiento, quemador cerrado, quemador atmosférico y tuberías.

La Figura 16 muestra el diagrama de bloques del proceso de manejo de biogás. Arreglo y dimensiones generales, se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL-HID-037-05: Unidad de quema de gases - Planta y cortes. Adicionalmente la instalación de los quemadores se muestra en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-015-05: Unidad de Biogás - Quemador cerrado y quemador abierto - Planta; y, cortes AAqy BBq

Por otra parte, el trazado en planta general de las tuberías de efluentes y lodos se muestran en el plano UT-PT-CDMB-4478-PL-HID-008-05: Red de biogás

Fig 8.16 Diagrama de bloques el aprovechamiento del biogás



Finalmente, típicos de la soportería para tubería se muestran en los planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles.

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los componentes de la operación de manejo biogás. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica y biogás siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

8.6.5.1 Tubería de extracción de biogás de reactores UASB

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de biogás debe ser en tubo PVC UM, RED 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima = 3.0 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 libras acero carbono con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.5.2 Válvula para tubería de biogás

Excepto donde se especifico lo contrario, todas las válvulas de las tuberías de biogás deberán ser tipo mariposa x 150 WOG, extremos bridados (de dos bridas o con brida central), con de manija (hasta Ø8+) o volante (de Ø 8+ en adelante) con dial para ajuste del paso del gas.

Cuerpo de la válvula deberá ser en hierro fundido. Brida tipo ANSI 150 libras, para usar con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304. La compuerta giratoria de la válvula deberá ser en acero inoxidable 304 con sellos en elastómero. Eje de compuerta en acero inoxidable 304. Bujes y sellos del eje de compuerta en polímero de alto peso molecular.

Manija o volante de la válvula en acero carbono. Dial de la palanca en mínimo lámina 3 mm, acero inoxidable 304. El dial debe incluir agujeros con marcaciones cada 10 a 15°, y trinquete para fijar posición de la apertura de la compuerta giratoria de la válvula.

8.6.5.3 Medidor de gas

Tipo turbina para montaje en línea y con indicador analógico. Ø 80 mm x 20 bar, extremos bridados. Caudal máximo 160 m³/hora, caudal mínimo 13 m³/hora, error máximo de medición 2%, indicador con dígitos de 7 mm de alto y dos cifras decimales.

Cuerpo y componentes internos resistentes a la acción de los componentes del fluido medido (biogás de reactores anaeróbicos tipo UASB) con la composición aproximada: 76.6% CH₄, 15.7% N₂, 7.02 CO₂, 0.5% O₂ y =. 012% H₂S. Instalación en tubería de biogás hacia el quemador.

8.6.5.4 Compresor para biogás

Compresor para aspirar el biogás de los bioreactores e inyectarlo en los tanques de almacenamiento y/o los quemadores.

Compresor tipo centrífugo, caudal 700 Nm³ aire / hora (412 SCFM), presión estática 320 mm CA (12.3/4 %WC), biogás con un 60% de CH₄, a 60°C (140° F), altitud 990 m NM (3,248 pies). Succión x descarga = 14 x 14+brida ANSI 150 lbs. Potencia de entrada Pi = 1.03 kW, potencia de salida Po = 0.62 kW, eficiencia 60%, giro a 4068 rpm. Transmisión por poleas y correas para acoplar a motor eléctrico 1.5 kW (2.0 HP), 3600 rpm, 440V/3f/60Hz, a prueba de explosión.

Compresor fabricado en materiales a prueba de corrosión, acero inoxidable AISI 316 y/ fibra de vidrio. Incluye sello protector de rodamientos del motor y el eje de transmisión, y guarda para la transmisión.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba explosión, acometida tablero parcial - TFC., también a prueba de explosión.

8.6.5.5 Tanque de almacenamiento de biogás

Para almacenar biogás durante los períodos de mayor producción, y garantizar el funcionamiento de los motores en el período de la noche. Tipo inflable semiesférico apoyado directamente sobre el suelo con su perímetro asegurado en el interior de la junta hidráulica de 0,3 m de ancho y 0,3 m de profundidad. Deberá ser de película doble de material impermeable al biogás, y con protección contra vientos. Capacidad 700m³ de biogás.

Incluye suministro e instalación de indicadores digitales del volumen de gas almacenado y su conexión al TFC del compresor.

8.6.5.6 Quemadores de biogás

Para la quema del biogás estarán previsto dos quemadores, así: 1) Un quemador cerrado, para la destrucción de por lo menos 98% del metano, y 2) Un quemador atmosférico para emergencias y paradas por mantenimiento..

8.6.5.6.1 Quemador atmosférico cerrado

Para la destrucción de por lo menos 98% del biogás, aproximadamente 1.700 Nm³/hr de biogás. Recibe el biogás a través de un conjunto de aspiración, compuesto por un compresor centrífugo. El gas aspirado es lanzado en el quemador a baja presión, y los gases productos de la combustión se envían a la torre de absorción, para abatir los gases odoríferos, junto con los aspirados del reactor anaeróbico y sus periféricos.

Con tablero parcial eléctrico de potencia y control de la llama y de la estequiometría de la mezcla.

Este equipo consumirá un eventual exceso de biogás, o será activado en el mantenimiento de los motores, cuando estos estuvieren parados. Para esto la altura proporcional de la torre, para cualquier caudal, no deberá ser inferior a 12 metros y debe contener todos los componentes periféricos de quema, transporte y seguridad, así como válvulas de bloqueo y alivio.

Es un componente que el proveedor definirá en la oferta presentando todo el perfil de desempeño, seguridad, etc. Piezas de reposición también deben ser tenidas en cuenta en cuanto a la facilidad de disposición en el territorio nacional.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba explosión, acometida tablero parcial - TFC., también a prueba de explosión

8.6.5.6.2 Quemador atmosférico abierto de emergencia

Para entrar en operación cuando el quemador cerrado esté inoperante o en mantenimiento. Podrá consumir entre el 50 y el 70% de la producción de biogás, entre 870 y 1.200 Nm³/hr de biogás.

Construido en acero inoxidable, y compuesto de una tubería vertical, para la quema del gas en el extremo. Con malla perforada para la reducción del riesgo de apagado por la acción de los vientos. Incluye quemador piloto con GLP (gas licuado de petróleo), y todos los accesorios y dispositivos de seguridad.

Incluye suministro e instalación de tablero de potencia y control (TFC) con gabinete a prueba explosión, acometida tablero parcial - TFC., también a prueba de explosión, con transformador de alta tensión para ignición.

8.6.6 COMPRESION DE AIRE

La operación unitaria de compresión de aire tiene como objetivo aspirar aire atmosférico y comprimirlo a una presión media para enviarlo al sistema de aeración del tanque aerador. Esta operación se realiza con cuatro a ocho sopladores tipo Root con motor de combustión interna a biogás, un motor eléctrico de reserva para acoplar a sopladores, un intercambiador de calor para enfriar el aire de los sopladores, un tanque distribuidor y tubería de distribución del aire.

La Figura 16 muestra el diagrama de bloques de la operación unitaria. La Figura 17 muestra un esquema típico de dos sopladores montados dentro de un container de 40 pies, o 12 m de longitud.

El arreglo y dimensiones generales de la operación unitaria de compresión de aire, se muestran en los planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL-HID-009-05: Propuesta de diseño - Planta - Red aireación
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-016-05: Unidad de Aeración - Sopladores, motor de emergencia, intercambiador, tanque distribuidor - Planta; y cortes AAq BBq CCq y DDq
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-017-05: Unidad de Aeración - Tanque distribuidor y tubería sopladores-intercambiador - Detalles constructivos

Detalles típicos de la soportería para tubería y válvulas se muestran en los planos:

- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles
- UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles.

A continuación se consignan las especificaciones técnicas particulares para los componentes de la operación unitaria de compresión de aire. Las instalaciones de servicio de energía eléctrica, aire y biogás siguen las especificaciones generales establecidas anteriormente.

8.6.6.1 Moto soplador con motor a biogás

Para compresión de aire atmosférico y abastecimiento de los tanques de aireación. El aire será admitido a presión atmosférica por los conjuntos motor-soplador, los cuales, cuando se encuentren en operación, deberán generar un caudal total para abastecer la demanda total de la planta.

Un sensor de oxígeno disuelto deberá instalarse en cada tanque de aeración e intercomunicarse para enviar señal a un control de rotación, que según lo

prestablecido, regulará la rotación de los motores y por lo tanto, la adición de aire a difusores.

Los conjunto motor-soplador deberán ser tipo modular, en módulos de 350 kW, caudal de al menos 8.000 Nm³ de aire / hora (4708.61 SCFM), a presión de al menos 0.6 bar (8.5 libras/pulg² = 6.00 m CA). Factor de servicio 24 hr/día.

Los módulos deben ir en containers de 40 pies (12 m), con uno o dos módulos. Los containeres deberán ser tipo importación / exportación, fabricados según normas internacionales de resistencia y control de calidad.

Composición del módulo:

- 1) Motor: motor de combustión interna, 12 litros, turbo alimentado y con preenfriador (intercooler). Combustible: biogás. Consumo medio: 120 Nm³/hr. Operación: 8.200 horas por año.
- 2) Soplador tipo Root trilóbulo. Caudal de 8.000m³/hora, presión de descarga hasta 6.0 bar, y acoplado al motor por polea y correa, o directamente al eje del motor.
- 3) Accesorios: a) unidad Integrada de tratamiento de biogás, b) unidad de filtración de aire para el motor y para el soplador, c) unidad de auto alimentación del motor, d) unidad de enfriamiento y control de temperatura del motor, e) unidad de seguridad, compuesta de válvula corta-llamas, anti-exposición, f) unidad de comando, control y automatización del conjunto (motor + soplador), y, g) container.

Los motores deberán ser de cámara directa (quema directa sin anti-cámara) con:

- 1). Ignición electrónica integral
- 2). Control automático de inyección de combustible.
- 3). Alimentación de combustible con corrección automática para quema con las variaciones de concentración del metano en el biogás
- 4). Válvula eléctrica de bloqueo automático del biogás
- 5). Válvula corta llamas individual
- 6). Conjunto central sensor de emisiones uno por motor, con corrección automática para la destrucción de en lo mínimo 96% metano
- 7). Indicación y control automático de temperatura y presión de aceite
- 8). Compresor de biogás (para alimentar al motor) accionado directamente por el propio motor
- 9). Elementos filtrantes para la remoción de particulados, humedad y gas sulfhídrico del biogás de alimentación al motor
- 10). Demás accesorios para pronta operación como filtros de aire, aceite, etc.
- 11). Control automático de rotación sobre demanda que recibe señal de sensor de oxígeno disuelto que deberá suministrarse e instalarse en el tanque de aireación

El motor a biogás debe tener servicio de asistencia técnica y repuestos en todo el territorio colombiano, con concesionarios o agentes autorizados directamente por la fábrica. Estos concesionarios y/o agentes deberán garantizar por escrito que los

repuestos y el servicio serán disponibles prontamente en el mercado local para efectos del manteniendo preventivo y reparativo.

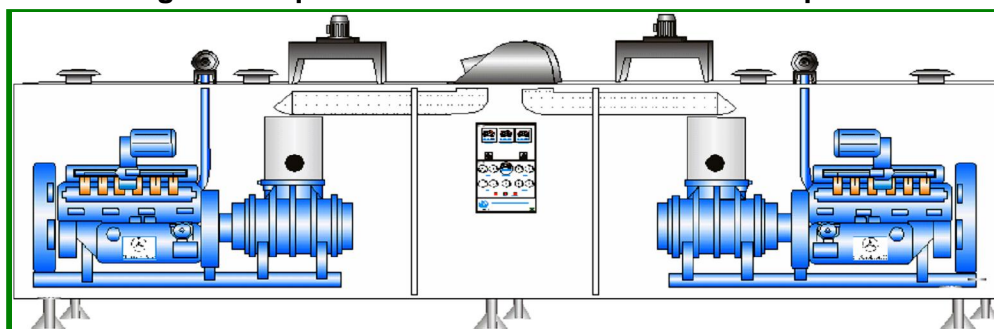
Los sopladores deberán ser trilobulares, con lubricación integral a aceite, y con rodamientos hasta para 100.000 horas de uso. Los sopladores deberá suministrarlos directamente el proveedor ya acoplados en conjunto y con los siguientes accesorios:

- 1). Filtro de aire
- 2). Silenciadores en la admisión y descarga del aire
- 3). Válvula de alivio de partida
- 4). Indicadores y controladores de temperatura y presión de aceite
- 5). Chasis independiente
- 6). Poleas y correas correspondientes para el acoplamiento con el motor
- 7). Sistema de lubricación a aceite, nunca con grasa.

Los módulos motor-soplador funcionarán en containers cerrados y a la intemperie, de 40 pies (12m) de longitud. Para tal efecto los containers deberán tener todos los siguientes componentes y dispositivos de seguridad:

- 1). Bases en concreto de altura adecuada para recibir y entregar carga de o a plataforma de camión. La altura mínima de la base deberá ser de 1.0 m
- 2). Una puerta en cada extremo, de 2.4 m de ancho, tipo dos hojas para cargue / descargue desde plataforma de camión
- 3). Una puerta exterior lateral, de 2 m de ancho, tipo corredera para acceso de personal
- 4). Una escalera con pasamanos para acceso desde el piso a la puerta lateral de cada container. Escalera tipo buque a 30°, ancho de al menos 1 m.
- 5). Ventilador-extractor para producir 8.0 intercambios de aire / min en el interior del container
- 6). Radiador, filtro de aire, silenciador del motor, y unidades de ventilación montadas sobre el container.
- 7). Silenciador del motor y tuberías de escape en acero inoxidable.
- 8). Pintura externa del container de alta resistencia al tiempo, tipo poliuretano de color reglamentario
- 9). Todas las señalizaciones de orientación, operación y seguridad.
- 10). Iluminación interna en 12 o 24 voltios, que funciona con la batería de los motores.
- 11). Panel de control individual para cada conjunto, protección NEMA 4X, instalados en el interior del container
- 12). Divisiones acústicas para el área de los paneles en el interior del container, con puertas de acceso interno para el motor.

Fig 8.16 Esquema de container con dos moto sopladores



8.6.6.2 Motor eléctrico de reserva para moto sopladores

Montado sobre un chasis y que tiene por objetivo, entregar energía mecánica a uno de los sopladores, cuyo motor a gas tenga que entrar en mantenimiento fuera de la programación. El chasis soporta un motor eléctrico de 350 kW, con el correspondiente panel manual de comando, poleas y correas. El chasis deberá poder acoplarse a cualquiera de los sopladores que por lo tanto deberán tener preparación para recibirlos.

Composición del conjunto:

- 1) Motor eléctrico de 350 kW, 440V/3f/60Hz, TEFC
- 2) Chasis con correas, poleas y acoplamiento adaptable a todos los moto-sopladores con motor a biogás
- 3) TFC con protección NEMA 4x, gabinete de acero inoxidable 304 y todos los accesorios de accionamiento, operación y protección

8.6.6.3 Intercambiador de calor para enfriamiento de aire de sopladores

Intercambiador tipo modular, compuesto de:

- 1) Uno o varios intercambiadores de calor con tubos aletados, capacidad total 250.000Kcal/hora, para un flujo de aire 48.000 Nm³ aire / hora, con velocidad de hasta 15m/s, y para un T = 40 °C (para así bajar temperatura del aire 80°C para 40°C como máximo, permitiendo el transporte del aire por redes construidas en PVC de instalados en la línea de salida maestra que conecta todos los sopladores)
- 2) Un medidor volumétrico de aire
- 3) Una torre de enfriamiento de agua de la misma capacidad
- 4) Un TFC general con protección NEMA 4X y gabinete de acero inoxidable.

Enfriador a instalarse en la red maestra de salida de aire comprimido de los sopladores. Este intercambiador deberá mantener la temperatura máxima de 40°C en el aire de alimentación de los difusores del tanque de aeración. Los medidores de aire serán el indicador de la demanda de aire del tanque aerador, cuya señal será enviada a la Unidad Supervisora de Operación.

8.6.6.4 Tanque distribuidor de aire de proceso

Tanque de equalización y distribución del aire de proceso procedente del intercambiador de calor de enfriamiento de aire y para entregar a consumo. Detalles típicos del tanque distribuidor se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-017-05: Unidad de Aeración - Tanque distribuidor y tubería sopladores-intercambiador - Detalles constructivos.

El tanque distribuidor de aire deberá ser tipo recipiente ASME vertical a presión interna de 4,800 litros agua. Cuerpo cilíndrico vertical Ø 1600 x 1600 mm altura, con tapas embutidas y rebordeadas. Cuerpo y tapas en lámina ¼+ A-283°C. Soportes

tipo patas tubulares en tubo Sch 40 A-53^oB, con placas soportes en lamina A-36. Incluye una boca de entrada, cuatro bocas de salida, una boca para manómetro, una boca para termómetro, una boca para válvula de seguridad / desfogue y una boca inferior para drenaje en las tapas, y un man-hole de Ø24+en el cuerpo.

Presión máxima de trabajo 1.033 kg/cm² (14.7 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C, presión de prueba hidrostática 1.55 kg/cm² (22.1 psig).

Bocas de entrada y salida con cuello en lámina ¼+A-283^oC, con bridas ANSI 150 libras en lamina A-36, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Bocas para manómetro, termómetro, válvula de seguridad y drenaje en medio coupling x 2000 libras, A-105. Incluye un manómetro de 0 a 20 o 30 psig, carátula de Ø4+; un termómetro de 0 a 100 °C, carátula de Ø4+; bulbo de 1/2+con termopozo; una válvula de seguridad Ø1/2+x 1.55 kg/cm² (22.1 psig); y, tubería Ø1/2 Sch 40 A-53^oB; y, una válvula de bola Ø1/2+x 125 WOG, toda acero inoxidable, para drenaje.

Limpieza interna: drenado. Limpieza externa: mecánica con grata de acero, acabado externo: 3.0 mills de anticorrosivo epóxico + 3 mill de pintura epóxica de color reglamentario.

Las placas soportes para columnas deberán anclarse al piso o a base de concreto. Las placas soportes para columnas deberán anclarse al piso o a base de concreto. Las bases deberán ser en concreto de 3,000 psi, diseñadas para soportar las cargas estáticas, dinámicas y de dilatación de del tanque y de las tuberías.

Los anclajes de las placas soporte deben ser de naturaleza fuerte, durables, y de material resistente a la corrosión. Los anclajes mínimos serán anclaje de cuña ½+ x 3.3/4+; acero inoxidable 304, con resistencia a la extracción de 6000 psi, y resistencia al corte de 9000 psi, excepto donde se especifique diferente.

Detalles típicos de este tanque distribuidor se muestran en el UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-010-05: Compresión de aire . Tanque distribuidor y tubería (Típico).

8.6.6.5 Tubería de aire

La tubería de aire se divide en dos tipos: 1) Tubería de sopladores a intercambiador de calor, y 2) Tubería de tanque distribuidor al consumo. Detalles típicos de esta tubería se muestran en el plano UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-017-05: Unidad de Aeración - Tanque distribuidor y tubería sopladores-intercambiador - Detalles constructivos.

Adicionalmente los detalles típicos de la soportería de esta tubería se muestran en los planos UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-019-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Soportería (típico) - Soportes tipo y detalles; UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-020-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de

proceso - Válvulas y soportes (típicos) - Soportes tipo y detalles; y UTPT-CDMB-4478-PL.MEC-021-05: Tubería para aire, biogás, olor, lodos y agua de proceso - Puente para paso de vías (Típico) - planta, elevación y detalles

8.6.6.5.1 Tubería para aire de sopladores a intercambiador de calor

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de aire de proceso entre los sopladores y el intercambiador de calor, deberá ser en tubo RDE 250, acero carbón, soldada longitudinalmente, a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 1.033 kg/cm² (14.7 psig), temperatura máxima de trabajo 80° C, presión de prueba 1.55 kg/cm² (22.1 psig). Velocidad máxima 15 m/s.

Tubería fabricada de mínimo lámina cal. 16 HR, A-36, en tramos de entre 1.20 y 2.40 metros, con uniones longitudinales y transversales soldadas eléctricamente a tope. Soldaduras externas con limpieza a grata. Soldaduras internas con limpieza a cepillo de acero. Limpieza interna del tubo: drenado y seco; acabado interno: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris. Limpieza externa del tubo: manual con cepillo de acero, acado externo: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris.

Unión soldada entre tramos y accesorios con soldaduras a tope o con uniones bridadas. Las bridas deberán ser de dimensiones similares a las bridas ANSI 150 libras, en mínimo lamina 1/4+HR, A-36, (o en ángulo L curvado, de espesor mínimo 1/4+ A-36), con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Accesorios en lámina 1/8 a 1/4+ HR, A-36, extremos soldables, con uniones longitudinales y transversales soldadas eléctricamente a tope. Soldaduras externas con limpieza a grata. Soldaduras internas con limpieza a cepillo de acero. Limpieza interna del accesorio: drenado y seco; acabado interno: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris. Limpieza externa del accesorio: manual con cepillo de acero, acabado externo: 2 mills de anticorrosivo alquídico color gris.

Todos los codos de 30°, 45°, 60° y 90° deberán ser de radio largo (R/D = 1.5). Los codos de 90° deberán ser de cinco piezas, los de 60° de tres piezas y los de 30° y 45° de dos piezas. Todos los codos con uniones soldadas a tope.

Todas las tees deberán ser de entrada / salida lateral a 45°. Todas las reducciones / expansiones deberán ser concéntricas a 5 a 10°.

8.6.6.5.2 Tubería para aire de intercambiador de calor a tanque distribuidor

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de aire de proceso entre intercambiador de calor y el tanque distribuidor, deberá ser en tubo RDE 250, acero carbón, soldada longitudinalmente, a la vista, sobre soportes, acabado exterior pintado con anticorrosivo alquídico y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 1.033 kg/cm² (14.7 psig), temperatura máxima de trabajo

80° C, presión de prueba 1.55 kg/cm² (22.1 psig). Velocidad máxima 15 m/s. Resto de especificaciones similar tubería de sopladores a intercambiador de calor.

8.6.6.5.3 Tubería para aire de tanque distribuidor a consumo

Excepto donde se indique lo contrario, toda la tubería de aire de proceso después del tanque distribuidor de aire de proceso debe ser en tubo PVC UM, RDE 21, revestida con PRFV, a la vista y sobre soportes y pintada con primer y esmalte sintético de color reglamentario. Presión máxima de trabajo 14.06 kg/cm² (200 psig), temperatura máxima de trabajo 40° C, presión de prueba 21.0 kg/cm² (350 psig). Velocidad máxima 15 m/s.

Uniones soldadas con soldadura plástica. Uniones deslizantes (junta elástica) con sellos de caucho EPDM dureza 55 a 60. Uniones bridadas con bridas ANSI 150 lb., acero carbono, o PRFV, con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

8.6.6.6 Válvula para tubería de aire

Excepto donde se especifico lo contrario, todas las válvulas de las tuberías de aire de proceso deberán ser tipo mariposa x 150 WOG, bridada (de dos bridas o con brida central), brida ANSI 150 lb., con manija hasta Ø8+, o con volante de Ø 10+en adelante, con dial para ajuste y fijación del paso del aire.

Cuerpo de válvula en hierro fundido. Uniones con brida tipo ANSI 150 libras, para usar con empaque elastomérico y tornillería en acero inoxidable 304.

Compuerta giratoria de la válvula en acero inoxidable 304 con sellos en elastómero. Eje de compuerta en acero inoxidable 304. Bujes y sellos del eje de compuerta en polímero de alto peso molecular.

Manija o volante de la válvula en acero carbono. Dial de la palanca en mínimo lámina 3 mm, acero inoxidable 304. El dial debe incluir agujeros con marcaciones cada 10 a 15°, y trinquete para fijar posición de la apertura de la compuerta giratoria de la válvula.

8.6.7 UNIDAD SUPERVISORA DE OPERACION DE LA PTAR

La Unidad Supervisora de Operación (USO) debe visualizar en pantallas el funcionamiento de todos los componentes de la planta. Debe estar conectada a todos los tableros de fuerza y control y/o paneles de operación que atienden a cada unidad de proceso y/o equipos mayores de las mismas.

La USO debe indicar:

1. Estado de motores eléctricos (en operación y fuera de operación)
2. Caudal de influentes y efluentes
3. Caudales de aire

4. Caudales de biogás
5. Temperatura de secado del lodo,
6. Nivel de productos en tanques de almacenamiento de biogás
7. Consumo de energía por cada unida de proceso o TFC.

La USO debe tendrá tres terminales de indicación con pantalla de 17", localizadas en:

1. Laboratorio de análisis.
2. Escritorio central de la administración del Sistema.
3. La planta junto al área de procesamiento de subproductos (donde se encuentran los tanques de biogás, motocompresores y secado del lodo).

Las señales eléctricas llegarán todas a los respectivos puntos de operación, donde serán transformadas en informaciones elementales al funcionamiento del sistema. Con esto, el operador, técnico y administrador, tendrán informaciones en tiempo real de las condiciones de operación de toda la planta.

El suministro e instalación de estas unidades incluye todas las conexiones para las terminales, deberán ejecutarse para obtener el funcionamiento integral, eficaz y eficiente del conjunto.

El proveedor será el único responsable por el suministro, instalación, pre-operación y eventuales ajustes de la unidad, la cual deberá operar según los parámetros de la planta. Incluye el suministro planos ~~as built~~, entrenamiento del personal designado por la CDMB, manuales de operación y mantenimiento y lista de stock mínimo de repuestos.

8.6.8 MANEJO DE AGUA DE PROCESO

8.6.8.1 Equipo hidroneumático para agua de proceso

Tipo con tanque precargado de fábrica y con bombas de funcionamiento escalonado. Caudal total 10.5 L / s (630.0 L/min = 166.45 gal/min), 28.2 a 42.30 mCA (2.76 a 4.15 kg/cm² = 40 a 60 psig = 92.5 a 138.78 pies CA). Incluye tres tanques verticales precargados de 500 L (132 galones), y dos motobombas centrífugas de eficiencia 60%, con motor hasta 4 kW (5 HP), 440V/3f/60Hz, TEFC.

Incluye suministro e instalación de tablero de fuerza y control (TFC) con gabinete a prueba de corrosión y agua según norma NEMA 4X; acometida tablero parcial . TFC; y, acometidas TFC-motores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] CORBITT, Robert A., Standard handbook of environmental engineering. New York, NY: McGraw Hill Book Publishers, 1990. 1506 p.
- [2] METCALF & EDDY, Ingeniería de aguas residuales, Madrid: McGraw Hill, 1995. 1483 p.
- [3] CRITES, R., Y TCHOBANOGLOUS, G., Small and decentralized wastewater management systems, New York, NY: WCB/McGraw Hill, 1998. 1084 p.
- [4] DYM Clive L. Y LITTLE Patrick. El proceso de diseño en ingeniería : cómo desarrollar soluciones efectivas. México: Limusa Wiley, 2002. 328 p.
- [5] WALES, Stanley W., Chemical process equipment : selection and design. Boston, MAS: Butterworth-Heineman, 1990. 755 p.