

I

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE  
LOS TRABAJOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LOS  
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE”**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO SANITARIO**

**PRESENTADO POR:**

**MARLON CHRISTIAN GUTIERREZ GUERRERO**

**LIMA, PERU**

**2013**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedico a mi familia que gracias a sus consejos y palabras de aliento crecí como persona; a mis padres y hermano por su apoyo, confianza y amor. Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante; a mi madre por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanza y amor; a mi padre por brindarme los recursos necesarios y estar siempre a mi lado apoyándome; a mi hermano por estar siempre presente, cuidándome y brindándome aliento.

## **AGRADECIMIENTO**

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, dando ánimo.

Agradezco ala empresa “Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima” – SEDAPAL, por el permiso de visitas a las diferentes instalaciones de sistemas hidráulicos existentes.

Gracias a los ingenieros, técnicos, y otras personas que a través de su experiencia en diferentes proyectos de este rubro transmitieron conocimientos que son la base de información en esta tesis.

Gracias también a mis amigos, que por medio de las discusiones y preguntas, me ayudan a crecer en conocimiento.

Y en especial agradezco a mi país porque espera lo mejor para mí, en la patria en la cual todos tenemos la misión nacionalista de fomentar la investigación, la cual debe ser aplicada y no debe quedar almacenada en los ambientes universitarios, por lo cual debemos fomentar y luchar para que las investigaciones realizadas en las especialidades se apliquen en los diferentes rubros generando así empleo, bienestar y orgullo cultural de nuestras raíces como nación.

Gracias a todos.

## RESUMEN

### TITULO:

### **PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LOS TRABAJOS DE EQUIPAMIENTO HIDRAÚLICO EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

#### **1. INTRODUCCIÓN**

Las nuevas tecnologías y las normas internacionales que se originan por la globalización es la dura exigencia para que los profesionales continuamente se informen. En el tema de equipamiento hidráulico se tiene poca importancia originándose problemas en cuanto a las especificaciones técnicas que son guía para la base de los proyectos, sin embargo para la creación de normativa técnica se necesita realizar investigación.

Por otro lado la falta de experiencia de los profesionales en las etapas de ejecución y operación conlleva a que los proyectos sean deficientes, por ello se podría decir que no basta el carácter imaginativo del profesional, ya que actualmente la ingeniería va innovando equipos, materiales, insumos y herramientas.

#### **2. ANTECEDENTES**

Debido a la escasez del líquido elemento actualmente en la ciudad de Lima y otras grandes urbes, las cuales vienen siendo administradas por SEDAPAL y otras empresas prestadoras de servicios, se ha visto la necesidad de contar con estructuras hidráulicas que formen parte de un sistema de abastecimiento para cumplir con las demandas. Desde la captación pasando por almacenamiento y la distribución, las estructuras hidráulicas son de mucha importancia para cumplir funciones particulares en un sistema, sin embargo no se cuenta con una reglamentación basada en especificaciones técnicas el cual debe ser completa, actualizada y sustentada para los trabajos de montaje hidráulico.

### 3. ALCANCE

El alcance de la tesis de investigación es proponer especificaciones técnicas para el equipamiento hidráulico de los sistemas de agua potable para zonas urbanas en el ámbito nacional.

### 4. OBJETIVOS

#### **OBJETIVO GENERAL**

El objetivogeneral de esta tesis de investigación es la siguiente:

- Elaborar, actualizar y proponer especificaciones técnicas para los trabajos de equipamiento hidráulico en las estructuras de agua potable del ámbito nacional (administradas las Empresas Prestadoras de Servicio), los cuales se enmarquen en la normativa vigente nacional e internacional, beneficiando así la optimización en los sistemas de abastecimiento de agua.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Optimización en las etapas de expediente técnico y ejecución para mejorar los trabajos de operación dentro de las estructuras hidráulicas de un sistema de abastecimiento de agua, en base a la propuesta de especificaciones técnicas de los trabajos de equipamiento hidráulico en los sistemas de agua potable.
- Optimización del desarrollo de un expediente técnico en el tema de equipamiento hidráulico de los sistemas de agua potable en base a la propuesta de especificaciones técnicas.
- Que este documento sirva de base técnica para los que formulan y ejecutan proyectos de equipamiento hidráulico, consiguiendo cerrar asíde manera óptima el ciclo entreel expediente, la ejecución y la operación.

5. **MARCO TEORICO.**- Conceptualización a los términos relacionados al equipamiento hidráulico.

6. **HIPÓTESIS.**- Actualmente se tiene poca importancia de los trabajos de equipamiento hidráulico ello se observa porque no se está actualizando la reglamentación con respecto a los trabajos de equipamiento hidráulico, además se tiene una mala coordinación entre los proyectistas, ejecutores y operadores que se dedican a los trabajos de equipamiento hidráulico de las estaciones de agua potable.

## 7. **MARCO LEGAL**

- *Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima Metropolitana y Callao*, Resolución de Gerencia General N°0501-2010-GG.- Dentro de esta norma se dan algunos alcances con respecto a los diseños en las estructuras hidráulicas las cuales se rigen bajo normas nacionales e internacionales.
  
- *Reglamento Nacional de Edificaciones*, año 2006.- Dentro de esta norma se dan algunos alcances con respecto a los diseños en las estructuras hidráulicas las cuales se rigen bajo normas nacionales e internacionales.
  
- *Especificaciones técnicas de ejecución en obras de SEDAPAL*, Resolución de Gerencia General N° 252-99-GG.2006.- Dentro de esta norma se dan algunos alcances con respecto a los trabajos de ejecución de los trabajos de equipamiento hidráulico los cuales se rigen bajo normas nacionales e internacionales.
  
- Normas Internacionales y nacionales de Calidad que se presentan en el siguiente cuadro comparativo por cada tipo componente en el equipamiento hidráulico:

CUADRO N° 01

ITEM	NORMA INTERNACIONAL		NORMA NACIONAL	
	DESCRIPCION	NORMA	DESCRIPCION	NORMA
1	Tuberías, accesorios y piezas especiales de HD.	ISO 2531: 2009	Tuberías, accesorios y piezas especiales de HD.	NTP-ISO 2531: 1997
2	Tubos de fierro dúctil para conducciones revestimiento interno de mortero de cemento centrifugado.	AWWA C 104	Tubos de fierro dúctil para conducciones-revestimiento interno de mortero de cemento centrifugado.	NTP-ISO 4179: 1998
3	-----	-----	Válvulas metálicas para uso en sistemas tuberías de bridas. Dimensiones entre caras y de cara a eje.	NTP-ISO 5752:1998
4	Válvulas compuerta de fierro fundido dúctil que funcionan mediante volante manual u operador.	ISO 5996:2001	Válvulas compuerta de fierro fundido	NTP 350.064:1997
5	Válvulas compuerta con asiento elástico para sistemas de agua y desagüe	AWWA C509 -87		
6	Válvulas mariposas con asientos de jebe	AWWA C504 -87	válvulas metálicas de mariposas para propósitos generales	NTP-ISO 10631:1998
7	Válvula de retención de 50 mm hasta 600 mm para servicios de agua potable.	AWWA C508 -82	Válvula de retención de 50 mm hasta 600 mm para servicios de agua potable.	NTP 350.100:1997
8	Válvulas de purga de aire, de admisión o combinadas para servicios de agua potable.	AWWA C512-92	Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua potable.	NTP 350.101:1997
9	Bridas metálicas, bridas de fierro fundido dúctil.	NTP-ISO 7005-1 NTP-ISO 7005-2 DIN 2501 EN 1092-1 EN 1092-2	Bridas metálicas. Parte 2: bridas de fundición.	NTP-ISO 7005-2:1998

8. **METODOLOGIA:** Dentro de la metodología se ha tomado en cuenta lo siguientes temas:

**7.1 METODO DE RECOLECCION DE DATOS.-** El método consistió en la recolección de datos en la formulación de los expedientes técnico y en los trabajos de ejecución.

9. **ELABORACIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN.**- La elaboración del tema de investigación se ha dividió en los siguientes capítulos:

- CAP I. Planteamiento de especificaciones técnicas del suministro de materiales para los trabajos de equipamiento hidráulico en las estaciones de agua potable:** En este capítulo se ha elaborado el planteamiento de especificaciones técnicas para el adecuado suministro de materiales que son utilizados en común en todas las estaciones de abastecimiento de agua potable, se recomiendan las características técnicas que deben cumplir las tuberías, accesorios, bridas, pernos e insumos en base a la reglamentación nacional e internacional, recomendaciones de proveedores y sobre todo en base a la experiencia en campo.
- **CAP – II. planteamiento de especificaciones técnicas generales para la ejecución de obras de equipamiento hidráulico en las estaciones de abastecimiento de agua potable.-** En este capítulo se ha elaborado el planteamiento de especificaciones técnicas generales para la ejecución de obras en todas las estaciones hidráulicas, se dan recomendaciones para optimizar en las partidas que competen al trabajo de equipamiento hidráulico y que son comunes en todas las estaciones hidráulicas.
  - **CAP III: Planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en las casetas de bombeo de agua potable.-**En este capítulo se ha elaborado el planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en las casetas de bombeo de agua potable, para lo cual se ha realizado la visita a casetas de bombeo de

sistemas ejecutados, algunos en la etapa de recepción y otras en operación, siendo de fuente de información las diferentes observaciones fundamentadas por parte de los encargados de la operación. Las estaciones visitadas son cisternas y reservorios de rebombeo dentro de la ciudad de Lima.

- **CAP – IV. Planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en las cámaras de control de agua potable.-**

En este capítulo se ha elaborado el planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en las cámaras de control de agua potable, para lo cual se ha realizado la visita a las cámaras de sistemas ejecutados, algunos en la etapa de recepción y otras en operación, siendo de fuente de información las diferentes observaciones fundamentadas por parte de los encargados de la operación. Las estaciones visitadas son cámara de reunión y cámara de sectorización dentro de la ciudad de Lima.

- **CAP –V. Planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en los pozos tubulares de agua potable.-**En

este capítulo se ha elaborado el planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en los pozos tubulares de agua potable, para lo cual se ha realizado la visita a los diferentes estaciones ejecutadas, algunos en la etapa de recepción y otras en operación, siendo de fuente de información las diferentes observaciones fundamentadas por parte de los encargados de la operación. Las estaciones visitadas son pozos con diferentes tipos de equipamiento hidráulico siendo los más comunes los pozos profundos con electrobomba sumergible y electrobomba de turbina vertical.

- **CAP – VI. Planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en los reservorios de agua potable.-**

En este capítulo se ha elaborado el planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en los reservorios de agua potable, para lo cual se ha realizado la visita a los reservorios de sistemas ejecutados, algunos en la etapa de recepción y otras en operación, siendo de fuente de información las diferentes observaciones fundamentadas por parte de los encargados de la operación. Las estaciones visitadas son reservorios apoyados del tipo cabecera que cumplen la función de almacenamiento y regulación.

Todo lo precisado en los capítulos I, II, III, IV, V y VI de la tesis formara parte de las especificaciones técnicas para los proyectos de trabajos de equipamiento hidráulico, además se conseguirá con este capítulo una herramienta de consulta y asesoría para los diferentes especialistas en la elaboración de proyectos de equipamiento hidráulico.

**INDICE**

1. INTRODUCCION.....	Pág. 1
2. ANTECEDENTES.....	Pág. 2
3. ALCANCES.....	Pág. 3
4. OBJETIVOS.....	Pág. 3
5. MARCO TEORICO.....	Pág. 4
5.1 EQUIPAMIENTO HIDRAULICO.....	Pág. 4
5.2 ÁRBOL HIDRAULICO.....	Pág. 4
5.3 COMPONENTES DEL ÁRBOL HIDRAULICO.....	Pág. 5
5.4 NORMAS INTERNACIONALES.....	Pág. 19
5.5 SALUD PÚBLICA.....	Pág. 20
6. HIPÓTESIS.....	Pág. 21
7. MARCO LEGAL.....	Pág. 21
8. METODOLOGIA.....	Pág. 23
9. ELABORACION DEL TEMA DE INVESTIGACION.....	Pág. 28
• CAP I. Planteamiento de especificaciones técnicas del suministro de materiales para los trabajos de equipamiento hidráulico en las estaciones de agua potable.....	Pág. 30
• CAP – II. planteamiento de especificaciones técnicas generales para la ejecución de obras de equipamiento hidráulico en las estaciones de abastecimiento de agua potable.....	Pág. 49
• CAP – III. Planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en las casetas de bombeo de agua potable.....	Pág.68

- CAP – IV. Planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en las cámaras de control de agua potable.....Pág.83
- CAP – V. Planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en los pozos tubulares de agua potable.....Pág.93
- CAP – VI. Planteamiento de especificaciones técnicas para los proyectos de equipamiento hidráulico en los reservorios de agua potable....Pág.161

10. CONCLUSIONES.....Pág. 172

11. RECOMENDACIONES.....Pág.172

12. BIBLIOGRAFÍA.....Pág.173

13. ANEXOS.....Pág.175

**TITULO:****PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TRABAJOS  
DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LOS SISTEMAS DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE****1. INTRODUCCIÓN**

Las nuevas tecnologías y por consiguiente los cambios de las normas internacionales que se originan por la globalización debe permitir la actualización de los profesionales. En el tema de equipamiento hidráulico se tiene poca información originándose así problemas en cuanto la especificaciones técnicas que son guía para los base de los proyectos, sin embargo para la creación de normativa técnica se necesita realizar investigación.

Por otro lado la falta de experiencia de los profesionales en las etapas de ejecución y operación conlleva a que los proyectos sean deficientes, por ello se podría decir que no basta el carácter imaginativo del profesional, ya que actualmente la ingeniería va innovando equipos, materiales, insumos y herramientas.

Muchos de los profesionales que estamos relacionados a los temas de diseño, construcción y equipamiento de las diferentes estructuras hidráulicas como reservorios, cámaras de aire, cámaras de purga, cámaras de derivación, pozos, etc.; tenemos interrogantes sobre temas técnicos ello por la falta de información técnica además que la normativa peruana sobre las especificaciones es incompleta y desactualizada.

Se precisa que este trabajo de tesis no tiene por finalidad hacer propaganda de ningún fabricante de: accesorios, válvulas, aditivos o materiales.

En la actualidad la formulación del expediente técnico y ejecución de obra en el tema del equipamiento hidráulico no se está llevando de manera sostenible, el cual causa la demora de la puesta en marcha de una estructura hidráulica culminada en su ejecución para integrarse a un sistema de abastecimiento, generando un descontento social por la demora en el abastecimiento; además se causan problemas posteriores para la operación y mantenimiento del sistema.

Para evitar los problemas descritos anteriormente se debe solucionar la falta de coordinación entre los proyectistas, ejecutores y encargados de la recepción de obra, por lo cual se debe proponer especificaciones técnicas basadas en la experiencia, innovación e investigación.

## **2. ANTECEDENTES**

Debido a la escasez del líquido elemento actualmente en la ciudad de Lima y otras grandes urbes, se ha visto la necesidad de contar con estructuras hidráulicas que formen parte de un sistema de abastecimiento para cumplir con las demandas. Desde la captación pasando por almacenamiento y la distribución, las estructuras hidráulicas son de mucha importancia para cumplir funciones particulares en un sistema, sin embargo no se cuenta con una reglamentación basada en especificaciones técnicas el cual debe ser completa, actualizada sustentada para los trabajos de montaje hidráulico.

En la actualidad dentro de las estructuras hidráulicas de un sistema de abastecimiento de agua potable se observan problemas en la operación por falta de conocimientos técnicos de parte de los encargados de elaborar el expediente técnico y los que ejecutan la obra; además que la reglamentación peruana no se ajusta a las demandas que se exigen actualmente para elaborar y ejecutar proyectos óptimos en el tema de equipamiento hidráulico.

### 3. ALCANCE

El alcance de la tesis de investigación es proponer especificaciones técnicas para el equipamiento hidráulico de los sistemas de agua potable para zonas urbanas en el ámbito nacional.

### 4. OBJETIVOS

#### **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general de esta tesis de investigación es la siguiente:

- Elaborar, actualizar y proponer especificaciones técnicas para los trabajos de equipamiento hidráulico en las estructuras de agua potable del ámbito nacional (administradas las Empresas Prestadoras de Servicio), los cuales se enmarquen en la normativa vigente nacional e internacional, beneficiando así la optimización en los sistemas de abastecimiento de agua.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Optimización en las etapas de expediente técnico y ejecución para mejorar los trabajos de operación dentro de las estructuras hidráulicas de un sistema de abastecimiento de agua, en base a la propuesta de especificaciones técnicas de los trabajos de equipamiento hidráulico en los sistemas de agua potable.
- Optimización del desarrollo de un expediente técnico en el tema de equipamiento hidráulico de los sistemas de agua potable en base a la propuesta de especificaciones técnicas.
- Que este documento sirva de base técnica para los que formulan y ejecutan proyectos de equipamiento hidráulico, consiguiendo cerrar así de manera óptima el ciclo entre el expediente, la ejecución y la operación.

- Facilitar información en los temas de equipamiento hidráulico a los supervisores para que tomen en cuenta los procedimientos técnicos propuestos para su trabajo vigilante, además de hacer respetar las especificaciones técnicas propuestas.
- Acelerar el servicio de agua potable a las zonas en donde se ejecutaron las obras, ya que el equipamiento hidráulico es una de las etapas finales para culminar la obra.

## 5. MARCO TEORICO

**5.1 EQUIPAMIENTO HIDRAULICO.**-Dentro del tema de abastecimiento de agua el equipamiento hidráulico se define como los trabajos de habilitación, instalación y montaje de estructuras hidráulicas (árbol hidráulico) en diferentes casetas o cámaras que tienen funciones dentro del abastecimiento de agua potable como es el caso de las casetas de bombeo, reservorios, casetas de pozo tubular, cámaras de control.

**5.2 ÁRBOL HIDRAULICO.**-Conjunto de tuberías, válvulas, accesorios y equipos que están dentro de una caseta o cámara que tienen funciones dentro del abastecimiento de agua potable como es el caso de las casetas de bombeo, reservorios, casetas de pozo tubular, cámaras de control.

### 5.3 COMPONENTES DEL ARBOL HIDRAULICO.-

#### A. TUBERIAS UTILIZADOS EN EL ÁREA DEL MONTAJE

**TUBERIA DE FIERRO GALVANIZADO** - La tubería de hierro galvanizado, son tuberías de hierro recubiertas con zinc para evitar la rápida oxidación del hierro. Este tipos de tuberías se fabrican comúnmente entre diámetros de 1/8" y 12" y soportan presiones hasta de 500 lb/ pulg<sup>2</sup> (710m.c.a), sin embargo comercialmente en Perú solo se encuentra hasta 150 lb/ pulg<sup>2</sup> (213 m.c.a.).

**TUBERÍA DE HIERRO DÚCTIL.-** La tubería de hierro ha sido durante mucho tiempo el material más usado para conducir agua en los sistemas de tubería industrial, servicio y municipal.

La vida útil del hierro es todavía desconocida, pero usualmente se estima en 100 años o más. El sistema de tubería en hierro más antiguo está localizado en Versalles, Francia, instalada en 1664. En los Estados Unidos y el Canadá existen más de 250 miembros del " CLUB DEL SIGLO DE TUBERIA DE HIERRO FUNDIDO" (CastIron Century Club), la cual es una organización única compuesta de Municipalidades y Acueductos que tienen aún tuberías de hierro en servicio por más de 100 años.

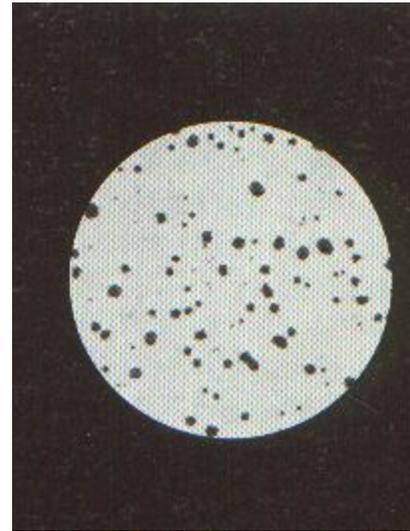
La tubería de Hierro Dúctil, es un producto de avanzada metalurgia, la cual ofrece propiedades únicas para la conducción de agua bajo presión & otros usos. Combina la resistencia de un acero con la larga vida del hierro gris fundido.

La tubería de hierro dúctil, ofrece el máximo margen de seguridad posible contra fallas de mantenimiento debido a los movimientos de tierra y esfuerzos residuales. Virtualmente irrompible en condiciones de servicio ordinario, también ofrece una resistencia creciente a la ruptura producida por un manipuleo tosco en el embarque e instalación.

La resistencia a la corrosión de la tubería de hierro dúctil, ha sido probada en una variedad amplia de pruebas aceleradas y hoy en día es al menos igual a la que ofrece el hierro fundido.



Hierro Gris



Hierro Dúctil

Fig. N° 01

La tubería de hierro dúctil se fabrica mediante un proceso metalúrgico que involucra la adición de una pequeña cantidad controlada de magnesio dentro del hierro derretido para dar una estructura de grafito nodular. La adición de la aleación de magnesio, produce un cambio inicial en la micro estructura del material debido a que el carbono existente en el hierro asume una forma esferoidal o nodular (en contraste a la forma laminar del grafito en el hierro gris fundido), y al mismo tiempo produce una matriz de hierro más fino en la estructura de la ferrita circundante.

Como un resultado del acentuado cambio estructural, se obtiene un material dúctil, más duro, más fuerte.

Adicionalmente a los beneficios de una vida larga, resistencia a la corrosión, resistencia estructural alta y uniones herméticas, el hierro dúctil también se presta para ser fresado o maquinado; un importante requisito para cualquier tubería que va a ser perforada, roscada y cortada.

La tubería de hierro dúctil es un producto superior, ideal para transportar agua u otro líquido bajo condiciones de gran esfuerzo, presión y variación extrema de temperatura.

El hierro dúctil es reconocido por las siguientes características:

Ductilidad: La habilidad que posee un material en alargarse sin romperse.

Resistencia: A la tracción superior para contrarrestar las cargas externas severas y las presiones internas altas.

Tenacidad: Excelente resistencia al impacto para soportar manejo inapropiado de la tubería, martilleo del agua o condiciones inestables de los suelos.

### **TUBERIA DE ACERO AL CARBON**

La tubería de acero al carbón es utilizada en gran cantidad de aplicaciones Industriales manejando fluidos relativamente abrasivos, algunos moderadamente corrosivos.

Existen dos tipos básicos de tubería de acero al carbón con sus diferentes características cada una:

#### **Tuberías de acero al carbón con costura:**

Esta tubería no es recomendable para abastecimiento de agua en equipamientos hidráulicos ya que no cumple con propiedades como la resistencia a las tensiones.

Terminado - Negra o Galvanizada.

Extremos - Biselados o Roscados.

Longitud - de ¼" hasta 4" a 6.40 metros. De 6" hasta 24" a 6.20 metros aproximadamente.

Tipo de costura - Recta o Longitudinal y Helicoidal o espiral. (La helicoidal usualmente se maneja en diámetros arriba de 24").

Espesores - Cedula 40, estándar, 80 y XS los más comunes. Existen espesores adicionales que habrá que especificar al momento de solicitar la

tubería. Usualmente el cedula estándar es equivalente a 3/8" de espesor o, así como el XS es a 1/2".

La costura - La costura se refiere al soldado que recibe la placa al ser rolada para dar forma a la tubería. Es una especie de cicatriz que el tubo tienen debido al proceso de soldado que recibe que usualmente es eléctrico o ERW.

Normas - La norma más común que tiene esta tubería es la A53 sin embargo maneja otras normatividades de acuerdo a su aplicación y que tendrán que ser especificadas al momento de solicitarlo.

#### **Tuberías de acero al carbón sin costura:**

La tubería de acero al carbón es utilizado en los equipamientos hidráulicos para el abastecimiento de agua por su resistencia a las tensiones, sin embargo más adelante en la investigación se indicará que no es recomendable la utilización de la tubería de acero en las estaciones hidráulicas de abastecimiento de agua potable.

Terminado - Negra.

Extremos - Biselados o Lisos.

Longitud - Irregular en todas sus medidas. Siempre habrá diferencias entre lo que se solicita contra lo que se entrega.

Espesores - Cedula 40, estándar, 80 y XS los más comunes. Existen espesores adicionales que habrá que especificar al momento de solicitar la tubería.

Usualmente el cedula estándar es equivalente a 3/8" de espesor, así como el XS es a 1/2".

Sin Costura - Esta tubería no tiene un proceso de soldado por lo cual no tiene una costura, por sus características se considera tener mayor resistencia que la tubería con costura sin embargo esto es solo en algunas aplicaciones específicas.

## B. VÁLVULAS UTILIZADOS EN EL ÁREA DEL MONTAJE

### B.1 VÁLVULAS SIMPLES:

**B.1.1 Válvula compuerta.**-Esta válvula de operación manual es utilizada para el cierre y apertura de flujo, no es recomendable para la regulación de caudal, se utiliza para diámetros menores a 12”.

**B.1.2 Válvula mariposa.**-Esta válvula de operación manual es utilizada como válvula de cierre o aisladora, no es recomendable para la regulación del caudal; se encuentra en diferentes tipos, se utiliza para diámetros mayores 12”.

- **Válvula mariposa concéntrica o Wafer.**-Es la válvula más simple que la unión puede ser bridada o por unión a presión, llevan la lenteja centrada con su eje cruzando el asiento, existen las de tipo palanca y con volante.
- **Válvula mariposa de doble excentricidad.**- Es una válvula que conecta el volante hacia el eje por un costado de la válvula además se tiene opción a conectar otro volante por el otro lado lateral.

**B.1.3 Válvula de aire.**- De acuerdo al tipo de válvulas de aire se tiene diferentes funciones con relación a la presencia da aire en las tuberías, lo cual está relacionado con los problemas de cavitación, aplastamiento y mayor facturación en el servicio de agua potable; a continuación se muestran los tipos de válvulas de aire, de acuerdo a la función que tienen:

- **Válvula de aire de simple efecto.**- Conocida también eliminadora o purga de aire, elimina las burbujas de aire en pocas cantidades que se producen en un sistema cuando se encuentra llena y a presión, es decir cuando el sistema está en operación; recomendable para redes secundarias.
- **Válvula de aire de doble efecto.**- Se encarga de la eliminación y admisión de aire en grandes cantidades. Cuando no se tiene presencia de flujo la válvula de aire se encarga de captar aire en grandes cantidades evitándose el aplastamiento del tubo por la fuerza de la presión atmosférica externa, una vez que el flujo de agua ingrese a la línea se debe eliminar el aire en grandes cantidades para no tener problemas de cavitación por bolsas de aire, recomendable para tuberías primarias.
- **Válvula de aire de triple efecto.**-Cumple la función del simple efecto y doble efecto es el recomendable para utilizarlo en los equipamiento hidráulicos, en especial en las estaciones de bombeo.

## **B.2 VÁLVULAS ESPECIALES:**

**B.2.1 Válvula sostenedora de presión.**-Es una válvula que se encarga de mantener un valor mínimo de presión aguas arriba a pesar de las fluctuaciones de caudal, debajo de dicha presión mínima se cerraría la válvula.

**B.2.2 Válvula reductora de presión.**-Es una válvula de control que se encarga de reducir la presión aguas arriba a una menor presión aguas abajo cuyo valor es constante a pesar de las fluctuaciones de la demanda o presión aguas arriba.

**B.2.3 Válvula de control de nivel con piloto flotante.**-Es una válvula de control de nivel con piloto flotador; cuando el nivel de agua en la cisterna de las cámaras de bombeo llegue al máximo nivel la válvula se cerrará mecánicamente por medio de un elemento flotador.

**B.2.4 Válvula de control de nivel con piloto de altitud.**-Es una válvula de control que se encarga de controlar el nivel mediante un piloto de altitud; cuando el nivel de agua en el reservorio llegue al máximo nivel la válvula se cerrará el cual actúa mediante un sensor de presión hidráulico con un punto de toma que generalmente se ubica en la tubería de limpia.

**B.2.5 Válvula de alivio.**-Esta válvula se encarga de eliminar la sobrepresión, evitando así el golpe de ariete, el cual actúa al momento de recibir la sobrepresión que se produce por el arranque o parada de la electrobomba.

**B.2.6 Válvula anticipadora de onda.**-Esta válvula se encarga de eliminar la sobrepresión en el arranque y parada de la electrobomba, evitando así el golpe de ariete, la válvula se abre cuando existe la caída de presión de esta forma cuando la columna de sobrepresión retorna encuentra la válvula abierta, no existiendo así, golpe de ariete; por ello el término que se da a la válvula de "anticipadora".

### **B.3 VÁLVULAS AUTOMÁTICAS**

**B.3.1 Válvula de control de bombas.**-Válvula que contiene un solenoide que por control se cierra o se abre de acorde a las paradas y arranque de la bomba en estaciones de bombeo.

**B.3.2Válvula de control de bombas de pozo profundo.-** Válvula que contiene un solenoide que por control se cierra o se abre de acorde a las paradas y arranque de la bombas en pozos tubulares.

**B.3.3Válvula mariposa con actuador electrónico.-** Conocida también como válvula mariposa motorizada, donde la válvula mariposa es accionada eléctricamente. La válvula trabaja con función ON-OFF (totalmente abierta o cerrada) o de regulado (modulación).

## **C. ACCESORIOS UTILIZADOS EN EL ÁREA DEL MONTAJE**

### **C.1 NOMENCLATURA DE LOS ACCESORIOS**

Los diferentes accesorios tienen diferentes nomenclaturas el cual se explica a continuación:

- BC pushón: Accesorio con una brida a un lado y al otro lado con una campana que se unirá a la espiga de una tubería de hierro dúctil.
- BC luflex: Accesorio con una brida a un lado y al otro con una campana que se unirá a la espiga de una tubería de PVC.
- BBC pushón: Accesorio con dos lados bridados y un lado con una campana que se unirá a la espiga de una tubería de hierro dúctil.
- BB: Accesorio bridado por los dos lados.
- BBB: Accesorio bridado por los tres lados.
- HF: Accesorio de hierro fundido.
- HFD: Accesorio de hierro fundido dúctil.

A continuación se observa diferentes accesorios en cual se nombra de acorde a la nomenclatura anteriormente descrita:



FIGURA Nº 02: TEE HFD BBB  
 Accesorio de hierro fundido dúctil  
 bridado por los tres lados.



FIGURA Nº 03: REDUCCION HFD BB  
 Accesorio de hierro fundido dúctil  
 bridado por los dos lados.



FIGURA Nº 04: CODO HFD BB  
 Accesorio de hierro fundido dúctil  
 bridado por los dos lados.



FIGURA Nº 05: YEE HFD BBB  
 Accesorio de hierro fundido dúctil y  
 bridado por los tres lados.

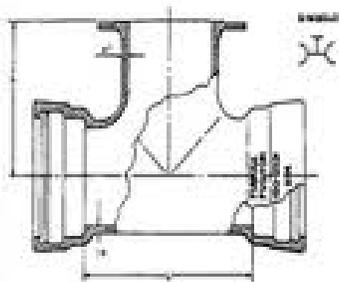


FIGURA Nº 06: TEE HFD PUSH ON  
 Accesorio de hierro fundido dúctil que  
 se une a ambos lados a tubería de  
 HFD y por un lado bridado.



FIGURA Nº 07: TRANSICION HFDLUFLEX B  
 Accesorio que se encarga de unir de un  
 accesorios bridado a un niple de tubería de  
 PVC.

## **C.2 ACCESORIOS DE DESMONTAJE**

**C.2.1 UNION DRESSER.**-Accesorio para el desmontaje en tuberías de acero, la Junta Flexible es de acero al carbono

Fabricado en acero ASTM A576 grado 1020.

Recubrimiento con pintura anticorrosiva, se fabrica también protegido con pintura epóxica.

Garantizada para trabajar a 20 Bar de presión.

Recomendado para agua potable, salada y servidas a una temperatura de -40° a 100°C.

Usos: Solo para unión de tubería de acero estándar ASTM A36-81 diseñado para soportar grandes esfuerzos.

### **C.2.2. ACOPLER FLEXIBLE DE AMPLIO RANGO ESCALONADO**

Nuevo concepto de acople flexible con sección escalonado, lo cual permite la unión de tuberías de diversos materiales. Posee extremos de diferente diámetro para poder unir tubos de diferentes materiales, los cuales poseen diferentes diámetros exteriores. Son utilizados para unir tubos de acero, hierro dúctil, hierro gris, PVC y asbesto-cemento.

Este diseño facilita su instalación utilizando una sola herramienta, además elimina la necesidad de un acabado exhaustivo de los extremos de los tubos por su gran capacidad de inserción de la tubería en la junta.

Material de fabricación: hierro dúctil ISO 1083 GRADO 500-7 ó ASTM A-536 GRADO-65-45-12.

Acabado con recubrimiento epóxico por deposición electrostática curada en caliente y horno continuo tipo túnel, el espesor de recubrimiento es de 150 µm.

Pernos de acero al carbono con doble protección anticorrosiva, una primera capa galvanizada más una segunda capa epóxica por deposición electrostática (150 µm.)

**CUADRO N° 02**  
**Relación de diámetros de acople de amplio rango**

<b>DIAMETRO</b>	<b>TIPOS DE MATERIAL</b>	<b>RANGO MENOR</b>	<b>RANGO MAYOR</b>
50 ( 2")	PVC , Acero, Hierro Gris y Dúctil , Asbesto-Cemento	59 / 72	72,2 / 85
80 ( 3")	PVC , Acero, Hierro Gris y Dúctil , Asbesto-Cemento	88 / 90	88,1 / 103
100 ( 4")	PVC , Acero, Hierro Gris y Dúctil , Asbesto-Cemento	107 / 115,1	109 / 128
150 ( 6")	PVC , Acero, Hierro Gris y Dúctil , Asbesto-Cemento	138,5 / 153,5	158 / 182
200 ( 8")	PVC , Acero, Hierro Gris y Dúctil , Asbesto-Cemento	192 / 209	218 / 235
250 (10")	PVC , Acero, Hierro Gris y Dúctil , Asbesto-Cemento	250 / 267	270 / 289
300 (12")	PVC , Acero, Hierro Gris y Dúctil , Asbesto-Cemento	313 / 333	322 / 340
350 (14")	PVC , Acero, Hierro Gris y Dúctil , Asbesto-Cemento	355	355 / 394
400 (16")	PVC , Acero, Hierro Gris y Dúctil , Polietileno	400	429
600 (24")	PVC, Acero	608	630

Fuente: FUNDICIÓN MORENO S.A.

**Rangos de Aplicación de Acoples Flexibles Escalonados.**- La selección de los acoples escalonados se realiza considerando que el diámetro exterior del tubo a unir esté dentro del rango de aplicación. Estos permiten, gracias a los amplios rangos de aplicación, unir tubos fabricados en materiales diferentes, ya que el diámetro exterior del tubo varía de acuerdo al material del mismo.

## D. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL ÁREA DEL MONTAJE

**D.1 MEDIDOR DE CAUDAL.-** Equipo utilizado para la medición de caudal en la tubería, existen diferentes tipos, entre los cuales actualmente en las zonas urbanas se utiliza más del tipo medidor de caudal electromagnético.

### D.1.1 Partes básicas de un medidor de caudal electromagnético

- **Detector o cuerpo.-** Es la parte del medidor de caudal que tiene contacto directo y físico con el agua por lo cual se encuentra ubicada en el equipamiento hidráulico, encargado para la detección del caudal.
- **Amplificador.-** Conocido también como display, forma parte del medidor de caudal siendo la pantalla en el cual se puede visualizar las mediciones de caudal, además en el amplificador se tienen los botones de configuración para el medidor de caudal.

### D.1.2 Tipos de medidor de caudal electromagnético

- **Medidor electromagnético compacto.-** El detector y amplificador van unidos por lo cual ambos se ubican en el equipamiento hidráulico.
- **Medidor electromagnético remoto.-** El detector se encuentra en el equipamiento hidráulico mientras que el amplificador va adosado en el muro de la caseta (amplificador remoto tipo mural), la conexiones es alámbrica entre detector y amplificador.

**D.2 SENSOR DE PRESION.-** El sensor de presión se encarga de dar información sobre la medición de la presión, el cual se tiene en dos tipos del tipo estático y dinámico, el cual se selecciona de acorde al estado de flujo; para un caudal en movimiento se coloca el sensor de presión dinámico y para un flujo de agua estancado se selecciona el sensor de presión estático, sin embargo muchos fabricantes ofrecen sensores de presión que trabajan en ambos casos.

**D.3SENSOR DE NIVEL.-** El sensor de nivel se encarga de mandar una señal de parada al equipo de bombeo cuando se llegue al máximo nivel en el reservorio; además de mandar una señal de arranque cuando se tenga el nivel mínimo en el reservorio.

**D.4 SENSOR DE REBOSE.-** Sensor que actúa en contacto con el agua manda una señal de parada al equipo de bombeo cuando se sobrepase el nivel máximo del agua en el reservorio evitando inundación y desperdicio del agua. El sensor de rebose actúa de manera de contingencia en caso falle el sensor de nivel.

**D.4 EQUIPO DE CLORACIÓN.-**Dependiendo del tipo de equipo de cloración tiene varios componentes como el dosificador, inyector, eyector, electrobomba centrífuga, balanza mecánica o eléctrica, balones de gas.

## **E. INSUMOS UTILIZADOS EN EL ÁREA DEL MONTAJE**

**EXSA 6011 (E 6011).-** Electrodo económico diseñado específicamente para el sector cerrajero, de arco muy estable, mediana penetración y fácil desprendimiento de escoria. Excelentes características de encendido y re-encendido de arco; sin embargo no se aplica en cordones continuos ya que su resistencia es muy débil y no asegura la soldabilidad, por ellono es

recomendable en los trabajos de equipamiento hidráulico de abastecimiento de agua.

**SOLDADURA CELLOCORD 6011.**-Electrodo de penetración profunda y uniforme, diseñado para uso con corriente alterna o continua; su arco potente y muy estable produce depósitos de muy buena calidad, es aconsejable para la ejecución de pases de raíz en el fondo de un chaflán, en las uniones a tope o embonadas.

Para la soldadura de unión en cualquier posición, en especial para vertical descendente, ascendente y sobrecabeza; mayormente se usa para el depósito de la raíz.

Electrodo celulósico de alta penetración de arco potente diseñado para trabajar con corriente alterna o corriente continua, y con fuentes de poder de tensión de vacío mayor a 50 voltios. Ideal para soldar aceros de bajo carburo, como carpintería metálica, puertas, ventanas, tanques, tuberías, construcciones navales, cisternas, etc.

**SOLDADURA SUPERCITO 7018.**-Electrodo básico con bajo tenor de hidrógeno, que otorga al material depositado buenas propiedades mecánicas; su contenido de hierro en polvo mejora la soldabilidad, aumentando la penetración y deposición, mejorando al mismo tiempo su comportamiento en distintas posiciones. Mayormente es usado para el acabado, se deposita luego de la raíz.

**SOLDADURA CITOFONTE (E Ni - CI).**- Electrodo especial de níquel, especialmente diseñado para la soldadura de unión y recargue de hierro dúctil, hierro fundido gris, nodular y maleable. Ideal para unir acero con hierro fundido dúctil, presenta excelentes características de soldabilidad y puede emplearse tanto para la soldadura en frío como en caliente. Los depósitos de soldadura son maquinables. Ideal para soldar carcasas,

impelentes de bombas, compresoras, válvulas, cajas de reductores, bancadas, culatas, engranajes y ruedas dentadas.

**EXSANIQUEL Fe (E Ni Fe - CI).**- Posición de Soldar Norma Electrodo especial de ferro-níquel para la soldadura de hierro fundido.

**5.4 NORMAS INTERNACIONALES.**- A continuación se presenta la definición de las diferentes normas internacionales utilizadas en los trabajos de equipamiento hidráulico.

- ISO.- La ISO (International Standardization Organization) es la entidad internacional encargada de favorecer la normalización en el mundo. Con sede en Ginebra, es una federación de organismos nacionales, éstos, a su vez, son oficinas de normalización que actúan de delegadas en cada país, como por ejemplo: AENOR en España, AFNOR en Francia, DIN en Alemania, etc. con comités técnicos que llevan a término las normas. Se creó para dar más eficacia a las normas nacionales. Las normas ISO será la más utilizada en la tesis de investigación.
- DIN.- Instituto Alemán de Normalización están bajo la norma ISO es la que lidera en EUROPA, se utilizara de manera parcial ya que esta norma también trabaja bajo las normas ISO.
- EN.- Norma Europea cuya norma está bajo las normas DIN por ende bajo la norma ISO
- ANSI.-Norma americana (EEUU), el cual tiene como objetivo estudiar, desarrollar y unificar las normas de Estados Unidos, es decir los procedimientos de fabricación, las normas uniformes de la industria, tanto en los proyectos como en la ingeniería y el comercio.
- JIS.-Norma Japonesa

### **5.5 SALUD PÚBLICA:**

Se debe tomar en cuenta que todos los elementos del equipamiento hidráulico en contacto directo con el agua potable, deben garantizar que no alteren la calidad del agua y no genere impactos a la salud pública. Por lo cual parte de esta investigación es señalar que los equipamientos hidráulicos cumplan con la norma NSF-61 o las homologadas bajo esta norma.

**NORMA ANSI/NFS-61:** Sobre los Componentes de los Sistemas de Agua Potable es la norma reconocida que regula las consecuencias que tienen sobre la salud todos los dispositivos, componentes y sustancias que entran en contacto con el agua potable. Las siguientes categorías de los productos están cubiertas bajo esta norma:

- Tuberías, mangueras y conectores.
- Hormigones y revestimientos.
- Adhesivos, empaques y lubricantes.
- Materiales de filtración.
- Aparatos mecánicos incluyendo bombas, válvulas, filtros y medidores.
- Grifos, fuentes de agua y calentadores de agua potable.
- Materiales y componentes de aparatos en contacto con agua potable.

La norma 61 establece criterios para determinar que contaminantes se extraen por el agua potable, y si los niveles de contaminantes están por debajo de los máximos permitidos. Actualmente NFS ha certificado más de 5000 productos bajo la norma 61 de ANSI/NSF.

6. **HIPÓTESIS.-** Actualmente se tiene poca importancia de los trabajos de equipamiento hidráulico ello se observa porque no se está actualizando la reglamentación con respecto a los trabajos de equipamiento hidráulico, además se tiene una mala coordinación entre los proyectistas, ejecutores y operadores que se dedican a los trabajos de equipamiento hidráulico de las estaciones de agua potable.

## 7. MARCO LEGAL

- *Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima Metropolitana y Callao*, Resolución de Gerencia General N°0501-2010-GG.- Dentro de esta norma se dan algunos alcances con respecto a los diseños en las estructuras hidráulicas las cuales se rigen bajo normas nacionales e internacionales.
- *Reglamento Nacional de Edificaciones*, año 2006.- Dentro de esta norma se dan algunos alcances con respecto a los diseños en las estructuras hidráulicas las cuales se rigen bajo normas nacionales e internacionales.
- *Especificaciones técnicas de ejecución en obras de SEDAPAL*, Resolución de Gerencia General N° 252-99-GG. 2006.- Dentro de esta norma se dan algunos alcances con respecto a los trabajos de ejecución de los trabajos de equipamiento hidráulico los cuales se rigen bajo normas nacionales e internacionales.
- Normas Internacionales y nacionales de Calidad que se presentan en el siguiente cuadro comparativo por cada tipo componente en el equipamiento hidráulico:

CUADRO Nº 03

ITEM	NORMA INTERNACIONAL		NORMA NACIONAL	
	DESCRIPCION	NORMA	DESCRIPCION	NORMA
1	Tuberías, accesorios y piezas especiales de HD.	ISO 2531: 2009	Tuberías, accesorios y piezas especiales de HD.	NTP-ISO 2531: 1997
2	Tubos de fierro dúctil para conducciones revestimiento interno de mortero de cemento centrifugado.	AWWA C 104	Tubos de fierro dúctil para conducciones revestimiento interno de mortero de cemento centrifugado.	NTP-ISO 4179: 1998
3	-----	-----	Válvulas metálicas para uso en sistemas tuberías de bridas. Dimensiones entre caras y de cara a eje.	NTP-ISO 5752:1998
4	Válvulas compuerta de fierro fundido dúctil que funcionan mediante volante manual u operador.	ISO 5996:2001	Válvulas compuerta de fierro fundido	NTP 350.064:1997
5	Válvulas compuerta con asiento elástico para sistemas de agua y desagüe	AWWA C509 -87		
6	Válvulas mariposas con asientos de jebe	AWWA C504 -87	válvulas metálicas de mariposas para propósitos generales	NTP-ISO 10631:1998
7	Válvula de retención de 50 mm hasta 600 mm para servicios de agua potable.	AWWA C508 -82	Válvula de retención de 50 mm hasta 600 mm para servicios de agua potable.	NTP 350.100:1997
8	Válvulas de purga de aire, de admisión o combinadas para servicios de agua potable.	AWWA C512-92	Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua potable.	NTP 350.101:1997
9	Bridas metálicas, bridas de fierro fundido dúctil.	NTP-ISO 7005-1 NTP-ISO 7005-2 DIN 2501 EN 1092-1 EN 1092-2	Bridas metálicas. Parte 2: bridas de fundición.	NTP-ISO 7005-2:1998

## 8. METODOLOGIA:

### 7.1 AREA DE ESTUDIO

A continuación se hará la descripción de las áreas de estudio donde se ha realizado el trabajo de investigación en el cual nos hemos centrado en las estructuras hidráulicas para el abastecimiento del agua potable, los cuales se muestran en el gráfico:

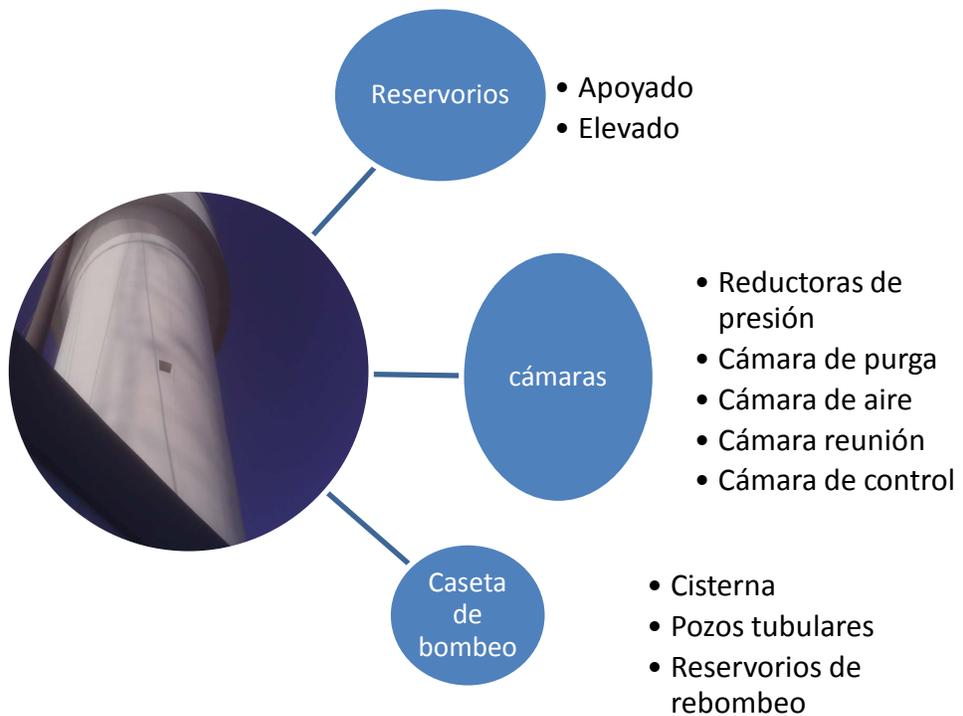
**GRÁFICO Nº 01**  
**Áreas de estudio**



El trabajo consiste realizar la investigación dentro de la elaboración del expediente técnico y los trabajos de ejecución de obra.

Se ha realizado la investigación en los diversos proyectos y obras enfocando a los trabajos de equipamiento hidráulico, además se ha realizado la visita de las diversas estructuras hidráulicas de la empresa SEDAPAL, Las estructuras en estudio se detalla en el gráfico N° 02.

**GRÁFICO N° 02**  
**Estructuras hidráulicas**

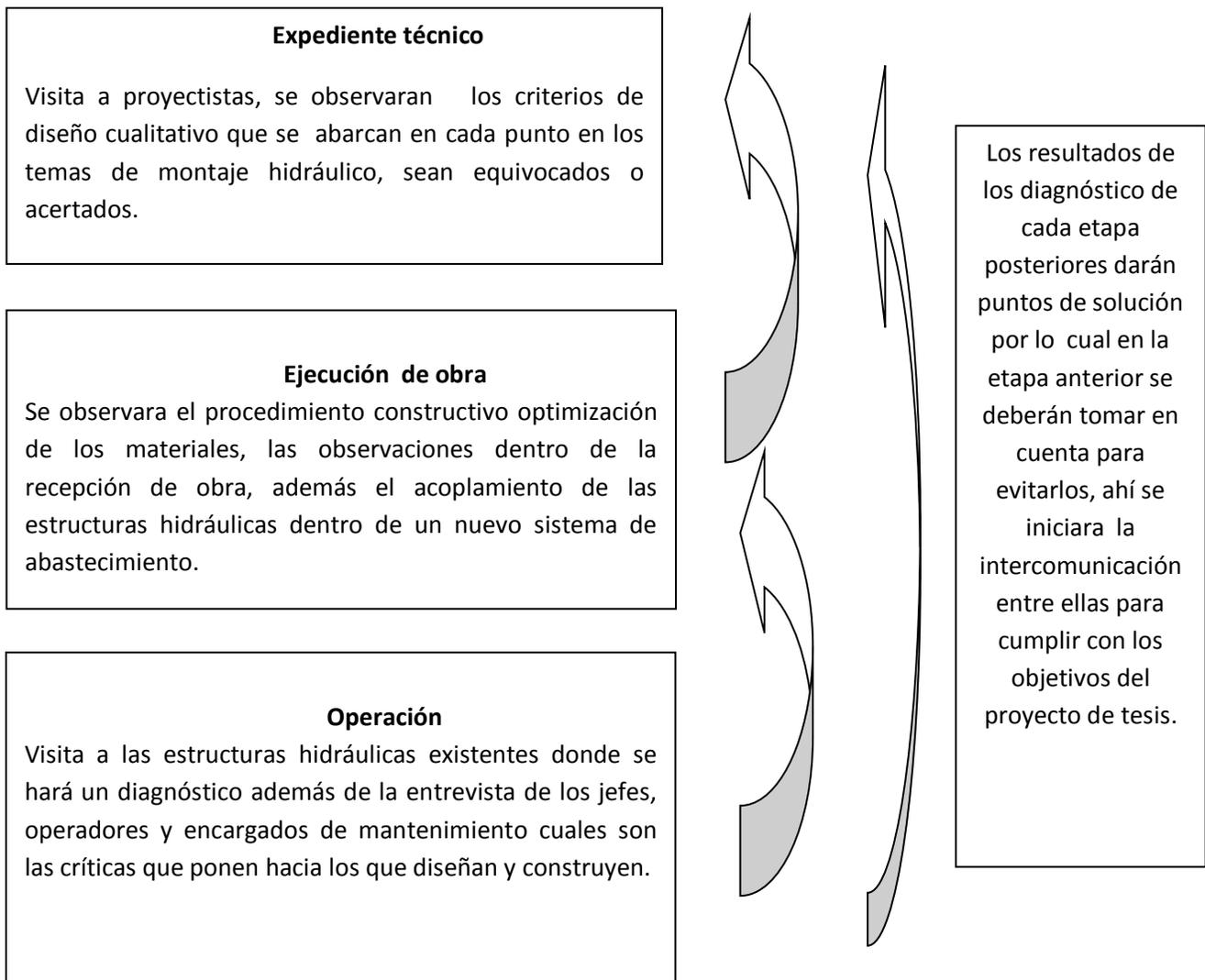


## **7.2 METODO DE RECOLECCION DE DATOS**

Antes de explicar los trabajos en cada etapa se tomara en cuenta lo siguiente:

- Primero se hará un diagnóstico de forma paralela en la elaboración de expedientes técnicos, obras en ejecución y estaciones existentes.
- Se hará una interrelación de todas las etapas para que al final la comunicación de estas tres etapas generen la solución para la propuesta de especificaciones técnicas.

**CUADRO Nº 03**



A continuación se hará una descripción del método para la recolección de los datos de investigación:

### **EXPEDIENTE TÉCNICO:**

- **MÉTODO**
  - Revisión de los planos de equipamiento hidráulico de las estructuras hidráulicas.
  - Revisión de las especificaciones técnicas.
  - Revisión de los criterios de diseño.
  
- **LUGAR:** empresas consultoras reconocidas que se están a cargo del expediente técnico para los siguientes proyectos:
  - Ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado del esquema Tambo Viejo y anexos.
  - Ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado para el esquema Ñaña – distrito Lurigancho – Chosica.
  
- **DURACIÓN:** 3 meses

### **EJECUCIÓN DE OBRA**

- **MÉTODO**
  - Visita a la ejecución de obras de equipamiento hidráulico, para lo cual se observara el procedimiento constructivo.
  - Revisión de las especificaciones técnicas de los equipos, materiales a utilizar.
  - Revisión de los planos de replanteo en obra.
  - Presencia en el arranque de un sistema de agua potable.
  - Presencia en la recepción de obra de un sistema de equipamiento hidráulico.
  
- **LUGAR:** Visita a diferentes obras de SEDAPAL ejecutadas por un tercero (contratista), los cuales son las siguientes obras:

- Ampliación del sistema de agua y alcantarillado en los distritos del cono sur paquete 2.
- Ampliación del sistema de agua y alcantarillado en los distritos del cono sur paquete 3.
- Ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado del esquema Tambo Viejo y anexos.
- Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Pillco Marca, provincia de Huánuco – Huánuco.

- **DURACIÓN:**1año

## **OPERACIÓN**

- **MÉTODO**

- Visita a diferentes estaciones para su evaluación.
- Extraer información de los ingenieros, operadores y controladores que están a cargo de las estaciones existentes de agua potable.

- **LUGAR:** Visita a las estaciones existentes de SEDAPAL, son las siguientes estaciones a nivel de los distritos de Lima:

- Estaciones existente en el distrito de Santa Anita.
- Estaciones existente en el distrito de Pachacamac, localidad de Manchay.
- Estaciones existentes en el distrito de Cieneguilla.
- Estaciones existentes en el distrito de Comas.
- Estaciones existentes en el distrito de Los Olivos.

- **DURACIÓN:**3 meses

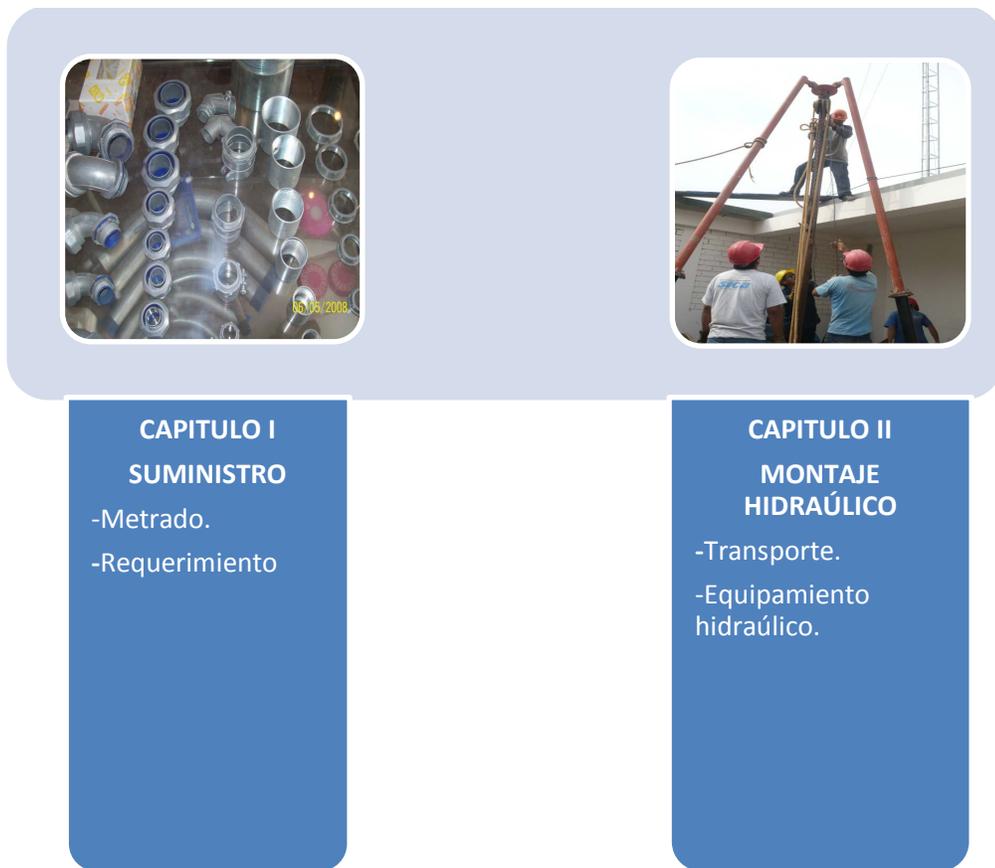
9. ELABORACION DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

## ELABORACION DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN PARA ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A continuación se detallará los aspectos técnicos que se deberían de tomar en cuenta en las etapas de suministro y construcción, lo cuales se plasmarán en los capítulos I y II; en los capítulos III, IV, V y VI se detalla las especificaciones de manera particular por tipo de estructura hidráulica los cuales son casetas de bombeo, cámaras de control, pozos tubulares y reservorios; respectivamente.

En el gráfico N°03 se observa gráficamente lo que se detallaran en los capítulos I y II, los cuales también se cumplirán para las estructuras hidráulicas de los capítulos III, IV, V y VI.

**GRAFICO N° 03**



**CAP - I**

**PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
DEL SUMINISTRO DE MATERIALES PARA LOS TRABAJOS DE  
EQUIPAMIENTO HIDRAULICO EN LAS ESTACIONES DE AGUA  
POTABLE**

**CAP – I: PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
DEL SUMINISTRO DE MATERIALES PARA LOS TRABAJOS DE  
EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LAS ESTACIONES DE AGUA POTABLE**

1. **METRADO:** El metrado en la ejecución es de bastante importancia ya que con ello se hace la verificación del metrado realizado en el proyecto, ya que producto del replanteo inicial o por un metrado mal realizado en el expediente técnico puede haber variado, además es importante revisar las especificaciones técnicas del proyecto, en cual se precisan las reglas que deben cumplir los productos a suministrar.

Una vez verificados los metrados, se harán las labores de suministro donde el área logística tendrá la mayor participación (compra de materiales). El área logística debe tener bastante comunicación con el área de producción (grupo a cargo de los trabajos de construcción), además el personal a cargo de los trabajos logísticos debe ser personal altamente calificado.

Es importante precisar que en el requerimiento no solo es importante tomar en cuenta parámetros cuantitativos o características dimensionales de los materiales o insumos, sino que además se deben tener en cuenta las normas con cual han sido fabricadas. Las normas de fabricación son las bases que nos refleja que los componentes hidráulicos cumplan con lo requerido en las especificaciones técnicas, además que en muchos casos los materiales sean congruentes entre sí por una misma norma de fabricación que garantizará posteriormente un óptimo montaje; a continuación se pasará a describir los detalles importantes ante la compra de los materiales a suministrar.

## 2. SUMINISTRO DE MATERIALES PARA LOS TRABAJOS DE EQUIPAMIENTO HIDRAÚLICO

**2.1 SUMINISTRO DE TUBERÍAS.-** Para el montaje hidráulico se utilizan actualmente en mayor escala las tuberías de acero y en menor escala tuberías de HFD, sobre el tema actualmente las Especificaciones Técnicas para Ejecución de Obras de Sedapal precisan lo siguiente:

*“Se deben utilizar tuberías de acero ASTM A-53 Gr A sin costura, Schelude 40 de 10 pulg”.*

La premisa anterior de las especificaciones es incorrecta ya que se está indicando el diámetro, pues el diámetro lo define el diseño; por otro lado según este trabajo de investigación las tuberías de acero generan mucho óxido, perturbando así la calidad del agua. El trabajo de investigación constato en obra y estaciones existentes que la tubería de acero perturba la calidad de agua, como es el caso de las siguientes estaciones:

### **Reservorio elevado RP-01 PIP 001 VES Villa el salvador**



FOTO N°01: En la cuba del reservorio se observa gran sedimentación de óxido dicho problema se encontró al eliminar el agua de la prueba hidráulica, al ubicar el punto de generación de óxido se encontró que era en la línea de impulsión material de acero SCH 40 sin costura, ya que es la

línea de ingreso al reservorio; por otro lado se trata de una estación nueva ya que se estaba realizando la prueba hidráulica, si se haría la evaluación a una estación existente la generación de oxidación sería mayor.

### Pozo tubular P-844 Tambo Viejo Cieneguilla



FOTO N°02: En la foto se observa la oxidación de las tuberías de descarga de 110 mm de acero de SCH 40, estas tuberías tienen solo un mes de instalación, sin embargo la corrosión de las tuberías es evidente.

### Pozo tubular P-844 Tambo Viejo Cieneguilla

Agujero producido por la corrosión de la tubería



FOTO N°03: En la foto se observa la oxidación de las tuberías de descarga de 110 mm de acero de SCH 40, estas tuberías tienen una antigüedad de instalación de un año sin embargo se tiene una alta corrosión de las tuberías inclusive se ha producido un agujero en la tubería.

### Resultado del análisis del agua subterránea en el pozo P-844

<b>Nombre del Pozo:</b>	844	<b>N° de Informe:</b>	022-2012-LEF
<b>Centro de Servicio:</b>	Ate		
<b>Muestreado por:</b>	Wilder Torres		
<b>Fecha de muestreo:</b>	10.01.12		

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE*
Conductividad	uS/cm	765	1500
pH		6.86	6.5 -8.5
Turbiedad	NTU	0.31	5
Dureza total	mg/L	298	500
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	12	50
Sulfatos	mg/L	132	250
Cloruros	mg/L	87	250

\* Límite Máximo Permisible establecido en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA

Calidad fisicoquímica satisfactoria

Se observa según los resultados de los análisis el agua de pozo tiene un PH de 6.86, además la características es del tipo de agua moderadamente dura y una moderada concentración de sulfatos, el cual es características de las agua subterráneas, sin embargo por el valor del que está en los límites permisibles de PH no le da característica al agua para ser altamente agresivo a la oxidación, con ello se verifica que el acero a pesar de estar en contacto con agua no agresiva a la oxidación causará alteraciones en la calidad del agua con el cual las tuberías de acero no cumplirían con la norma ANSI/NSF 61.

La solución a dicho problema es la utilización de tuberías de hierro dúctil ya que tienen mayor capacidad contra los ataques químicos en especial el de la oxidación, sin embargo se puede ver que la reglamentación nacional no se ha definido todavía la utilización del HFD como material indispensable para la utilización en agua potable, tal como se ha hecho en las normas internacionales (norma ANSI/NSF 61) por lo cual a continuación describiremos las recomendaciones que el reglamento debe tomar en cuanto la utilización del tipo de material en tuberías.

Para garantizar que no haya generación de oxidación en la tubería de HFD se recomienda el recubrimiento interno del tipo cementicio en base de las normas internacionales (AWWA C 104), este tipo de recubrimiento interno en especial es para prevenir la oxidación de la tubería de HFD en contacto con agua con cierto grado de acidez donde este material cementicio al tener componentes básicos neutraliza la acidez que contenga el líquido consiguiendo así una protección más adecuada.

Además de tener mejores propiedades ante al ataque químico se tienen mejores propiedades mecánicas a diferencia de la tubería de hierro fundido o tubería de acero, lo cual se puede observar en el siguiente cuadro:

**CUADRO Nº 04**

	<b>Tubería de hierro dúctil</b>	<b>Tubería de hierro fundido gris</b>	<b>Tubería de acero</b>
Resistencia a la tensión (N/mm <sup>2</sup> )	Min.420	150-260	min 40
Resistencia a la curvatura (N/mm <sup>2</sup> )	Min. 590	200-360	min 40
Módulo de elasticidad(N/mm <sup>2</sup> )	Aprox. 16 x 10 <sup>4</sup>	Aprox. 11 x 10 <sup>4</sup>	Aprox. 16 x 10 <sup>4</sup>
Dureza (HB)	Max 230	Max 230	Aprox. 14

Desde el punto de vista de desastre naturales la tubería de HFD según relevantes documentos de estudio en zonas sísmicas muestran: El rango de

daño/ kilometro para la tubería matriz de hierro dúctil es  $\frac{1}{4}$  menos que el hierro gris y  $\frac{1}{30}$  menos de algunos otros materiales de tuberías.

**2.2 REQUERIMIENTO DE ACCESORIOS.**- En la actualidad se tiene una gama de tipos accesorios dependiendo del uso y las demandas, por ello es importante tener conocimiento de las diferentes características de los accesorios como su función, condiciones de trabajo y el correcto nombre técnico de los accesorios, estos detalles se han descrito en el fundamento teórico de la tesis.

### **2.2.1 Material de fabricación**

El material a utilizar en los accesorios actualmente se ha normado a HFD dicha fabricación se da bajo la norma ISO 2351; la norma ISO 2531 no indica el recubrimiento interno con mortero de los accesorios, sin embargo no tiene sentido solo utilizar protección interna de mortero en las tuberías si se va producir óxido en los accesorios por ello para garantizar que no se produzca óxido en ningún punto de la línea es importante la utilización de accesorios con recubrimiento de mortero.



FOTO N°04: Accesorios con protección interna de mortero según la norma AWWA C 104

**2.2.2 Nombre técnico:** Los nombres técnicos de acorde a su función se han detallado en el fundamento teórico, sin embargo a continuación se verán ejemplos donde muchos profesionales no tienen el conocimiento del correcto nombre técnico de los accesorios.

**CASO 1.-** Absolución de consultas de parte de la entidad hacia el proveedor en el cual se podrá distinguir la falta de conocimientos en la denominación de materiales por parte de la entidad.

**Proveedor-pregunta:** ¿En vez de tubería de acero se podrá entregar tubería de hierro Dúctil y en vez de unión tipo dresser se podrá entregar coupling (para acoplar tubería de hierro dúctil /hierro dúctil)?  
**Entidad- respuesta:** Tienen que ser unión flexible dresser Tubo PVC de 4" (11 para tubo PVC y 2 para asbesto cemento) y diámetros de 90mm, 160mm y 200mm. Son para tubería PVC ISO.

**Observación:** Según lo que se detalla en el cuadro N°01 del fundamento teórico los accesorios utilizados para la unión de tubería

de hierro dúctil son los coupling o acople de amplio rango así como el proveedor lo menciona en la consulta, sin embargo la entidad da una respuesta muy equivocada, la unión flexible tipo dresser solo se utiliza para tubería de acero y no para tuberías de PVC, HFD u otro material.

**2.2.3 ACCESORIOS DE DESMONTAJE.-** según el fundamento teórico se puede observar que los accesorios de desmontajes en tuberías de acero son las uniones dresser (acero negro), accesorio de desmontaje que se ha utilizado con mayor frecuencia en las obras de saneamiento, sin embargo con la utilización de tuberías de hierro dúctil hasta 250 mm se utilizará uniones de amplio rango, para mayores diámetros de 250 mm se utilizará unión autoportante ya que facilita el desmontaje en tuberías y accesorios de gran peso.

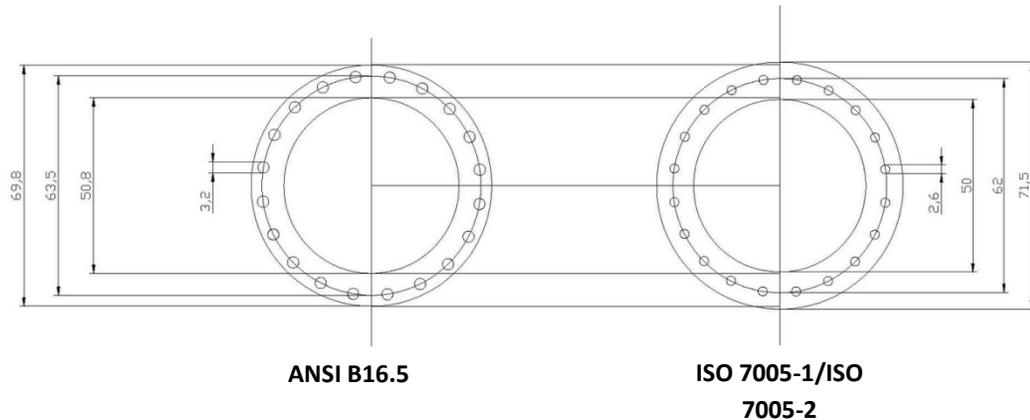
**2.3 Requerimiento de bridas.-**Para el requerimiento de bridas se debe tener en cuenta que los accesorios de HFD (Tee BBB; codo BB, Yee BB) son fabricados bajo norma ISO 2531:2009, cuya norma es utilizada en la normativa nacional. Dentro de la norma ISO 2531:2009 se indica que la fabricación de las juntas bridadas (bridas de hierro dúctil) son fabricados bajo la norma ISO7005-2, por lo cual las bridas a utilizar en los niples y equipos en el montaje hidráulico deben ser fabricados bajo la norma ISO7005-2, es importante precisar que también se tienen bridas de acero que están bajo la norma ISO 7005-1 las dimensiones de la brida son las mismas la diferencia se da en el tipo de material de la brida.

Las juntas bridadas de algunas marcas de equipos de importación como medidores de caudal, electrobombas, válvulas entre otros; son fabricadas bajo la norma ANSIB16.5, los cuales difieren en dimensión y distribución de las bridas de hierro dúctil fabricadas bajo la norma ISO7005-2, por ello en el

detalle de la selección de los equipos se recomienda indicar que las bridas deben cumplir la norma ISO 7005-2.

El acoplamiento entre equipos, accesorios, válvulas y niples no será posible si se tiene diferencias en la norma de fabricación de bridas de cada componente del árbol hidráulico; por lo cual se tendrá problemas en los trabajos desmontaje, ya sea en la etapa de construcción o mantenimiento, debido a la demora de los trabajos ya que habrá que solicitar cambio de las bridas a los proveedores.

**FIGURA N° 08**  
**Diferencia de bridas de la Norma**  
**ISO 7005-1/7005-2y ANSI B 16.5**



Nota: las medias en centímetros

En la figura N° 08 se puede apreciar la diferencia entre las Bidas ANSI B16.5 y las Bidas ISO 7005-1/ISO7005-2.

-Las Bidas ANSIB16.5 tienen el diámetro de los agujeros para los pernos más grande.

- Las Bridas ISO 7005-1/ISO7005-2 tiene el diámetro de los agujeros para los pernos más al centro.
- Las Bridas ANSI B16.5 se utilizan en Estados Unidos y en México.
- Las Bridas ISO 7005-1/ISO7005-2 se utilizan en Europa y en Sudamérica.
- Las dos tienen el mismo diámetro interior.

Nota: Las normas DIN 2501 (Norma Alemana) y EN 1092-2 (Norma Europea) se rigen bajo la norma ISO 7005-1/ISO 7005-2, es por ello que dentro de la norma DIN 2501 y EN 1092-2 se fabrican las bridas con las mismas características y dimensiones que las bridas fabricadas bajo la norma ISO 7005-1/ISO 7005-2.

Ya sean las bridas por si solas, bridas acopladas a los accesorios o equipos se deben verificar al momento de la entrega de materiales por parte del proveedor es importante verificar la norma de fabricación además de los defectos que puedan tener en la simetría y diámetros de los agujeros de la brida.

**2.4 Requerimiento de pernos.-** Para cada dimensión, y presiones de trabajo con que se seleccionan las tuberías y bridas se tendrán también dimensiones en los pernos a solicitar al momento de su compra, mayormente dentro del proyecto estos detalles no figuran ya sean en planos o especificaciones, por lo cual en esta tesis se recomendaría la colocación de estos datos, en el cuadro N° 05 se muestra la selección de pernos a comprar y el número de pernos por brida de acorde al diámetro y las presiones de trabajo.

## CUADRO Nº 05

Relación de selección de pernos Grado 5 por diámetro y clase de brida

PN10 | PN16 | PN25 | Material de Junta Brida |

DIÁMETRO (mm)	TIPO BRIDA	PERNOS POR JUNTA	DIÁMETRO PERNO SIN ARANDELAS (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO UNA ARANDELA (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO DOS ARANDELAS (pulgadas)	MEDIDAS EMPAQUE DE ANILLO (mm)	MEDIDAS EMPAQUE CARA COMPLETA (mm)
100	PN10	8	5/8 x 2-1/2	5/8 x 2-1/2	5/8 x 3	100 x 164	100 x 220
100	PN16	8	5/8 x 2-1/2	5/8 x 2-1/2	5/8 x 3	100 x 164	100 x 220
100	PN25	8	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	100 x 170	-
150	PN10	8	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	150 x 220	150 x 285
150	PN16	8	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	150 x 220	150 x 285
150	PN25	8	1 x 3	1 x 3-1/2	1 x 3-1/2	150 x 225	-
200	PN10	8	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	200 x 275	200 x 340
200	PN16	12	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	200 x 275	200 x 340
200	PN25	12	1 x 3-1/2	1 x 3-1/2	1 x 3-1/2	200 x 285	-
250	PN10	12	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3-1/2	250 x 330	250 x 400
250	PN16	12	1 x 3-1/2	1 x 3-1/2	1 x 4	250 x 330	250 x 400
250	PN25	12	1-1/8 x 3-1/2	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	250 x 342	-

DIÁMETRO (mm)	TIPO BRIDA	PERNOS POR JUNTA	DIÁMETRO PERNO SIN ARANDELAS (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO UNA ARANDELA (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO DOS ARANDELAS (pulgadas)	MEDIDAS EMPAQUE DE ANILLO (mm)	MEDIDAS EMPAQUE CARA COMPLETA (mm)
300	PN10	12	3/4 x 3	3/4 x 3-1/2	3/4 x 3-1/2	300 x 380	300 x 455
300	PN16	12	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	300 x 385	300 x 455
300	PN25	16	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	300 x 402	-
350	PN10	16	3/4 x 3	3/4 x 3-1/2	3/4 x 3-1/2	350 x 440	350 x 505
350	PN16	16	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	350 x 445	350 x 520
350	PN25	16	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	350 x 459	-
400	PN10	16	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	400 x 490	400 x 565
400	PN16	16	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	400 x 497	400 x 580
400	PN25	16	1-1/4 x 4-1/2	1-1/4 x 4-1/2	1-1/8 x 5	400 x 516	-
450	PN10	20	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	450 x 540	450 x 615
450	PN16	20	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	450 x 556	450 x 640
450	PN25	20	1-1/4 x 4-1/2	1-1/8 x 5	1-1/8 x 5	450 x 566	-

DIÁMETRO (mm)	TIPO BRIDA	PERNOS POR JUNTA	DIÁMETRO PERNO SIN ARANDELAS (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO UNA ARANDELA (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO DOS ARANDELAS (pulgadas)	MEDIDAS EMPAQUE DE ANILLO (mm)	MEDIDAS EMPAQUE CARA COMPLETA (mm)
500	PN10	20	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	500 x 595	500 x 670
500	PN16	20	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	500 x 619	500 x 715
500	PN25	20	1-1/8 x 5	1-1/8 x 5	1-1/8 x 5	500 x 626	-
600	PN10	20	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	600 x 697	600 x 780
600	PN16	20	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5	600 x 736	600 x 840
600	PN25	20	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 6	600 x 733	-
700	PN10	24	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	700 x 812	700 x 895
700	PN16	24	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5-1/2	1-1/4 x 5-1/2	700 x 835	700 x 910
700	PN25	24	1-1/2 x 6	1-1/2 x 6	1-1/2 x 6-1/2	700 x 835	-
800	PN10	24	1-1/8 x 4-1/2	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5	800 x 919	800 x 1015
800	PN16	24	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 6	800 x 913	800 x 1025

DIÁMETRO (mm)	TIPO BRIDA	PERNOS POR JUNTA	DIÁMETRO PERNO SIN ARANDELAS (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO UNA ARANDELA (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO DOS ARANDELAS (pulgadas)	MEDIDAS EMPAQUE DE ANILLO (mm)	MEDIDAS EMPAQUE CARA COMPLETA (mm)
800	PN25	24	1-3/4 x 6-1/2	1-3/4 x 5-1/2	1-3/4 x 7	800 x 944	-
900	PN10	28	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5-1/2	900 x 1019	900 x 1115
900	PN16	28	1-3/8 x 6	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 6	900 x 1013	900 x 1125
900	PN25	28	1-3/4 x 7	1-3/4 x 7	1-3/4 x 7-1/2	900 x 1044	-
1000	PN10	28	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5-1/2	1-1/4 x 5-1/2	1000 x 1126	1000 x 1230
1000	PN16	28	1-1/2 x 6	1-1/2 x 6-1/2	1-1/2 x 6-1/2	1000 x 1130	1000 x 1255
1000	PN25	28	2 x 7-1/2	2 x 7-1/2	2 x 8	1000 x 1157	-
1200	PN10	32	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 6	1-3/8 x 6	1200 x 1343	1200 x 1455
1200	PN16	32	1-3/4 x 7	1-3/4 x 7-1/2	1-3/4 x 7-1/2	1200 x 1344	1200 x 1485
1200	PN25	32	2 x 8-1/2	2 x 8-1/2	2 x 8-1/2	1200 x 1267	-

Fuente: ACIPCO International

**2.5 Requerimiento de soldadura.-** Para seleccionar el tipo de soldadura que se debe utilizar es importante los tipos de materiales que se han de soldar, en los trabajos de equipamiento hidráulico se utiliza la soldadura para habilitar niples bridados en el cual se suelda la tubería a la brida; a continuación se muestran en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 06**  
**Clase de soldadura a utilizar por el tipo material de la tubería.**

Ítem	Material de la tubería	Material de la brida	Tipo de soldadura	Utilización
1	Acero	Acero	Supercito 7018	Es el más utilizado en la actualidad.
2	<b>Hierro fundido dúctil (HFD)</b>	Acero	<b>Citofonte</b>	<b>Se utiliza pero en menor magnitud.</b>
3	Hierro fundido (HF)	Acero	Exsaniquel	Actualmente ya no se utiliza ya que las tuberías HF han sido reemplazadas por las de HFD.

Como se puede ver en el cuadro N° 06 las bridas comercialmente son de acero, se pueden encontrar bridas de HFD sin embargo en el caso de Perú no es comercial, hay que tomar en cuenta que el HF ya no es utilizado ya que por su estructura tiene menor resistencia mecánica que el HFD.

Los tipos de soldadura que se muestra en el cuadro son comerciales y tienen una función específica para cada tipo de material, dentro la visita técnica realizada a los diferentes proyectos en ejecución se ha visto que no se está utilizando adecuadamente el tipo de soldadura a continuación en el cuadro se mostrara las observaciones:

**CUADRO N° 07****Observaciones encontradas en obra sobre la habilitación de niples**

Ítem	Material de la tubería	Material de la brida	observación
1	Acero	Acero	-La soldadura a utilizar es el Supercito sin embargo se está utilizando en algunos casos soldadura Cellocord 6011, el cual es recomendada para el área de carpintería metálica. En instalaciones hidráulicas de baja presión donde se ha utilizado Cellocord posteriormente en el arranque y operación del sistema no se ha observado problemas, en cambio en líneas de alta presión se pueden observar fugas esto se debe a la baja penetración que tiene la soldadura Cellocord 6011 a diferencia del Supercito 7018.
2	Hierro fundido dúctil (HFD)	Acero	-La soldadura a utilizar es el Citofonte sin embargo hay casos extremos donde por falta de conocimiento del montajista se ha utilizado soldadura Cellocord o Supercito, producto por el cual la soldabilidad ha sido difícil pero siempre al final el colapso entre tubería y brida se da sí o sí. -Antiguamente se utilizaba el HF por el cual se utilizaba soldadura Exsaniquel, sin embargo actualmente muchos montajistas confunden los materiales de HF y HFD en vez de utilizar Citofonte utilizan Exsaniquel, por lo cual la soldabilidad es difícil.

-Para asegurar el óptimo trabajo en la habilitación de niples no solo depende del tipo de soldadura a utilizar si no también depende del soldador, de la máquina de soldar y el proceso en sí de la soldadura.

-Del cuadro N° 06 se observa que la normativa nacional se centra en la utilización de tuberías y bridas de acero para la habilitación de los niples bridados.

- La normativa internacional de acorde AWWA 21.51 especifica que solo se debe utilizar tuberías de HFD con protección interna de mortero, en cuanto a las bridas estas también debe ser de HFD. Esta reglamentación se valida con la investigación ya que en la visita a las estaciones existentes se observó que la tubería de acero a diferencias de las tuberías de HFD se oxidan, produciendo así contaminación en el agua, por lo cual en los trabajos de equipamiento hidráulico para abastecimiento de agua se tendrá que utilizar soldadura **Citofonte**.

De acuerdo al análisis que realizo en el capítulo I se tienen las siguientes especificaciones técnicas a proponer:

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SUMINISTRO DE MATERIALES PARA LOS TRABAJOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LAS ESTACIONES DE AGUA POTABLE**

1. Para la fabricación de nipples bridados de los equipamientos hidráulicos se utilizaran tuberías de HFD con recubrimiento interno de mortero fabricados bajo la norma ISO 2531:2009, los cuales deben ser bridados.
2. Los nipples bridados de HFD se pueden suministrar pre-dimensionados o podrán ser fabricados en obra.
3. Los accesorios a utilizar deben ser de HFD y bridados con protección interna de mortero, se debe verificar la simetría de los accesorios, la fabricación debe ser bajo la norma ISO 2531:2009.
4. Para el desmontaje en el equipamiento hidráulico hasta el diámetro de 250 mm se utilizara unión amplio rango y para diámetros mayores a 250 mm se utilizaran uniones autoportante.

5. La utilización de bridas para la fabricación de niples puede ser de material de acero el cual será fabricado bajo la norma ISO 7005-1 o ser de material HFD el cual será fabricado bajo la norma ISO 7005-2.
6. Las bridas de los accesorios, válvulas y equipos deben ser fabricadas bajo la norma ISO 7005-2 (bridas de hierro dúctil), también se aceptará bridas con la norma DIN 2501-2 y EN 1092-2 ya que están bajo la normativa de la ISO 7005-2.
7. Los pernos a utilizar en el equipamiento hidráulico para las estaciones de agua deben ser de grado 5, además con recubrimiento de zinc protección contra la oxidación.
8. La selección de los pernos se darán de acuerdo al diámetro y la presión de trabajo en el equipamiento hidráulico el cual se muestra en el cuadro del Anexo N° 01.
9. Las empaquetaduras deben de ser lona de vinilo.
10. La soldadura a utilizar en los trabajos de equipamiento hidráulico debe ser el Citofonte ya que su utilización es óptimo para la fabricación de niples bridados con tuberías de HFD.

**CAPÍTULO II**

**PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS  
GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE EQUIPAMIENTO  
HIDRAULICO EN LAS ESTACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE**

## **CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE EQUIPAMIENTO HIDRAULICO EN LAS ESTACIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

### **1. TRANSPORTE**

**1.1 Estructuras de almacenamiento y rebombeo.**-Actualmente dentro del reglamento de elaboración de proyectos de saneamiento se precisa que en toda caseta de rebombeo se debe tener fácil acceso a las maquinarias y personal de operación y mantenimiento, sin embargo en muchos reservorios de rebombeo construidos en los últimos proyectos de SEDAPAL no se han cumplido con el reglamento, producto de que en la fase de proyecto no se previó una vía de acceso carrosable, durante la ejecución se tendrán dificultades para construcción de las estructuras, sin embargo si el proyecto no lo indica no se considerara la vía de acceso carrosable, más adelante se tendrán problemas para la operación y mantenimiento.

**1.2 Reservorio terminales o de almacenamiento.**- El reglamento no exige vías de acceso para este tipo de reservorios por lo cual el transporte de materiales se realizan mediante acarreo, partida que debe se debe incluir en el presupuesto, sin embargo según lo visto en obra de ejecución se deben considerar vías de acceso carrosable para líneas mayores o iguales a 250 mm de diámetro, facilitando así los trabajos de construcción y mantenimiento.



FOTO N° 05: Se observa el acarreo de un niple de 200 mm ya que no se tiene vías de acceso por lo cual se debe considerar en el presupuesto el acarreo de los materiales.



FOTO N° 06: Vista del acarreo de niples de 200 mm ya habilitados hacia el reservorio RP-03 Cieneguilla



FOTO N°07: Otra vista del acarreo de niples ya habilitados de 200 mm hacia el reservorio RP-03 Cieneguilla.



FOTO N° 08: Otra vista del acarreo de niples de 200 mm ya habilitados donde se observa el ingreso de lo acarreado al reservorio RP-03 Cieneguilla.

## **2 CONSTRUCCION-EQUIPAMIENTO HIDRAULICO**

Una vez suministrado los materiales se inicia con los trabajos de construcción a esta partida se le llama equipamiento hidráulico o montaje hidráulico a continuación se describe los pasos que se deben tomar en esta etapa:

- 2.1 Habilitación del material.-Corte, soldadura de los niples bridados o conocidos como comúnmente en obra como manguitos.
- 2.2 Montaje hidráulico.- Armado de todo el árbol hidráulico niples bridados, equipos, válvulas y accesorios serán montados mediante juntas bridadas, juntas flexibles o de otro tipo.
- 2.3 Pruebas del sistema.-Una vez terminados los trabajos se tendrán hacer labores complementarias y de vital importancia para la puesta en servicio del sistema, estas labores de mayor importancia son las siguientes:
  - Prueba de Torques, para bridas ISO 7005-1/ISO 7005-2 de igual o mayor diámetro de 100 mm.
  - Prueba de desinfección
  - Prueba de arranque de bomba

**2.1 HABILITACION DE MATERIAL.**-Según lo investigado en los proyectos de saneamiento en la parte de equipamiento se da poco énfasis a los trabajos de la habilitación del material, por lo cual en esta parte de la tesis se reforzará la explicación que será de utilidad para que los diferentes profesionales relacionados a este rubro (proyectistas, contratistas y supervisores) tomen en cuenta estos detalles y criterios que se deben especificar en planos y especificaciones técnicas del expediente técnico ya que esta tesis es producto de un trabajo de campo.

**A. Fabricación de nipples bridados en campo.-** Para la fabricación de los nipples bridados se realiza corte y unión por soldadura, donde las tuberías de hierro dúctil serán soldadas a las bridas de acero o hierro fundido dúctil, el tipo de soldadura a utilizar será Citofonte, el cual es recomendable para soldar hierro dúctil. La habilitación de los nipples bridados se realizan en campo dichas labores son más sencillas ya que se definirán las longitudes en el campo y de acorde a ello se realizaran los cortes y soldaduras.

**B. Nipples pre-dimensionados.-** Los nipples pre-dimensionados son tuberías de HFD que son fundidos íntegramente con las bridas (fundición de tubería y brida en uno solo), en este caso el procedimiento constructivo debe tener en cuenta la exactitud en las medidas de los nipples bridados para encajar con precisión al momento de realizar los trabajos de montaje. Para definir la longitud de cada nipple bridado lo primero que se debe obtener son los datos de longitud de los accesorios, válvulas y equipos que se montarán en conjunto con los nipples, cada uno de estas componentes no son necesariamente las longitudes que se pueden obtener en los planos de proyecto, además que las longitudes de estas componentes varían de acorde al tipo de fabricante, por lo cual se debe tener definido de donde se compraran, sin embargo otro detalle es que en muchos casos estas componentes son de importación, hasta obtener estos equipos tenemos una demora de 1 a 2 meses, nos podríamos anticipar en pedir las dimensiones en una ficha técnica pero ello no es una garantía.

En proyectos recientes en nuestro país se ha observado que muchas consultoras (en especial consultoras extranjeras) al realizar sus expedientes técnicos precisan en sus especificaciones la utilización de tuberías de HFD pre-dimensionados, sin embargo en nuestro país no se fabrican tuberías de HFD como en otros países, en actualidad en Perú

se cuenta con una planta de fundición de HFD en los cuales solo fabrican accesorios, tapas y otros.

Las tuberías de HFD y las pre-dimensionadas en la mayoría se importan de china o de india (las más comerciales en Perú), para poder obtener tuberías de importación se tiene una demora mínima de 2 meses con todos estos detalles la obtención de tuberías HFD pre-dimensionadas se hace muy complicado.

**2.2 MONTAJE HIDRÁULICO.-** A continuación de acuerdo a lo visto en la investigación se darán casos importantes donde se ha realizado el montaje de manera incorrecta se darán las recomendaciones para la corrección de ellos y de porque deben ser corregidos.

- A.** Uno de los errores muy comunes en el equipamiento es la mala colocación de pernos, aquí se da en el pase del rebose, donde al sellar el cielorraso se impedirá la salida de pernos en una eventual desmontaje en el mantenimiento, por el cual se pidió la inmediata corrección al contratista (invertir los pernos).
- B.** La colocación de las bridas de fijación es de vital importancia, sin embargo se han visto en muchos casos que no son considerados, la brida de fijación cumple la función de fijar el equipamiento en ese punto además de transmitir las fuerzas de manera homogénea en todos los puntos del muro o techo, es importante recalcar que el anclaje no solo se debe utilizar concreto si no un aditivo epóxico para anclajes que garantice la unión entre concreto antiguo y la pieza de acero o HFD.

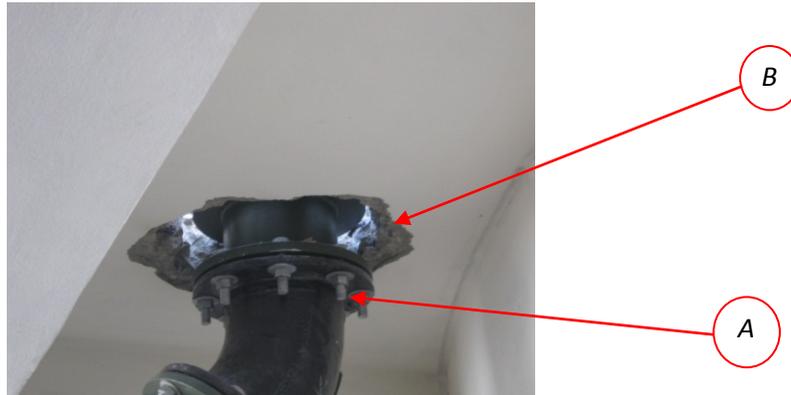


FOTO N° 09

- C.** Mala colocación de pernos en este caso es necesario invertir la posición de los pernos ya que en la ubicación de accesorio TEE BBB se proyecta un dado de apoyo, el cual impediría el desempernado para los trabajos de mantenimiento; en caso se deje los pernos en esa posición se tendrá que demoler o picar el dado de apoyo.

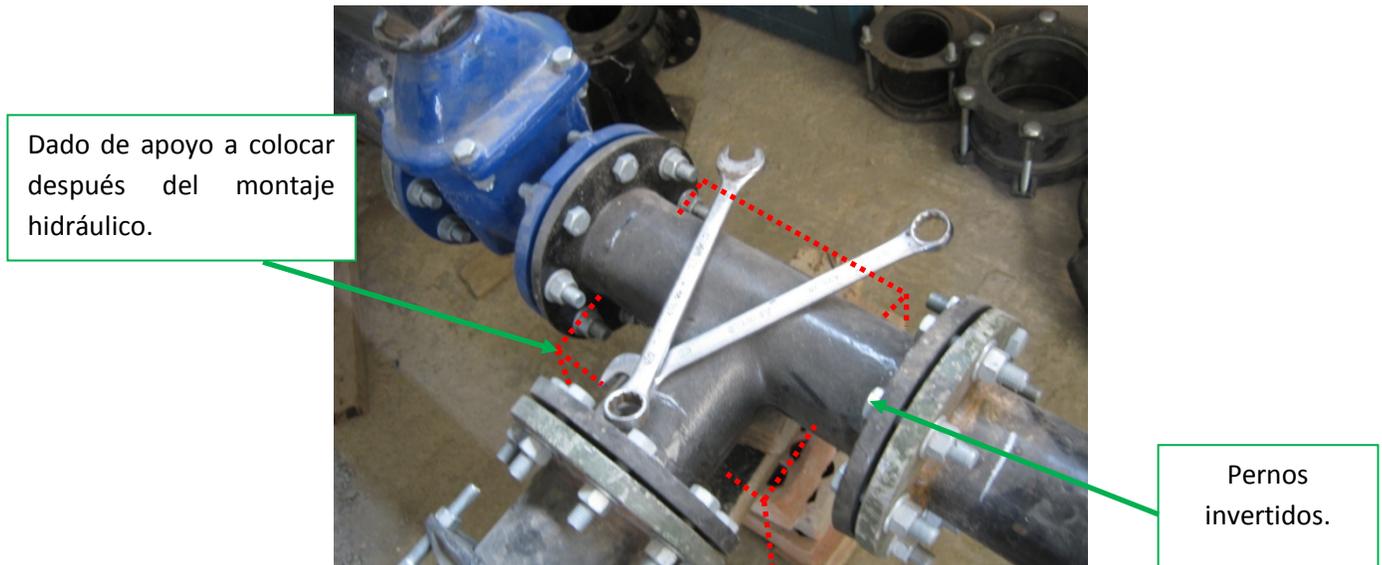


FOTO N° 10



FOTO N° 11



FOTO N° 12

En la Foto N° 11 y N° 12 se muestra el levantamiento de la observación descrita en la foto N° 12 donde se invirtieron los pernos por lo cual se continuaron con los trabajos de construcción de dados de apoyo.

- D.** En los trabajos de equipamiento se deben utilizar dados de apoyo con abrazaderas metálicas, no es recomendable la utilización de dados de anclaje ya que para los trabajos de mantenimiento o desmontaje se tendría que demoler el dado de anclaje, dificultando así los trabajos de mantenimiento. Se recomienda que el dado de apoyo cubra el 50% del perímetro inferior del tubo.



FOTO N° 13: En la foto se observa que la TEE BBB no está fijada en un dado de apoyo si no en un dado de anclaje, para algún trabajo eventual de mantenimiento se tendría que romper el dado de anclaje.



FOTO N° 14



FOTO N° 15

En la foto N° 14 y N° 15 foto se observa la utilización de una abrazadera sin embargo se ha fijado en un dado de anclaje y no de apoyo como es el que se recomienda, además se observa la mala colocación de los pernos.

- E. El borde libre desde un muro debe ser como mínimo de 20 cm para hacer el correcto soldado de las bridas, además para la colocación de pernos.



FOTO N° 16

- F. **INSTALACIÓN DE NIPLES.-** Para la instalación de los niples ya habilitados es importante considerar el medio donde serán instalados, para el montaje en cámaras las tuberías son superficiales sin embargo en los puntos de empalmes (tuberías del árbol hidráulico y líneas externas) las tuberías irán enterradas. La tubería de HFD que en relación a su durabilidad pueden ir en medios externos como suelo y agua el análisis es por ello que la historia habla por sí solo de sus diferentes aplicaciones, sin embargo para suelos agresivos esta ira forrada con una manga de polietileno en caso contrario de acorde a la investigación se hicieron el forrado de las tuberías con yute y pintado de alquitrán, también se puede utilizar el recubrimiento normal de planta de tipo asfáltico el cual proporciona un servicio muy bueno en la mayoría de los suelos comunes, otra alternativa es recubrir la tubería con 2 capas de base y 2 capas de pintura epóxica esto deja un mejor acabado sin embargo es más costoso.



FOTO N° 17 Y N°18: En la foto se puede observar que la tubería no ha sido protegida por lo cual el ataque químico del suelo por oxidación o incrustación en la tubería es evidente.



FOTO N°19: Empalmes de cámara de purga al equipamiento de la cámara, se observa que se ha realizado una protección apropiada (yute liquido asfalto y aditivo RC 250).

## 2.3 PRUEBAS DEL SISTEMA

**A. Prueba de Torques.-** Los valores de torque son presentados por el fabricante, estos valores se muestran en los cuadros N° 08 y N° 09 el cual depende de las dimensiones y presión de trabajo. En cuanto al tipo de material los valores de torque a aplicar son diferentes, por ejemplo los valores de torque a aplicar en los pernos son mayores a los aplicados en las empaquetaduras, de ello el contratista debe tomar en cuenta que se deben trabajar con los valores de torque de menor valor (empaquetaduras), ya que los valores de torque aplicados en los pernos causarían la ruptura de las empaquetaduras, sin embargo en muchas obras se ha visto la aplicación de valores de torque de manera equivocada en los cuales se aplicó los valores de torque de los pernos produciéndose el problema de rupturas en la empaquetadura.

Para hacer la prueba del torque se utiliza un instrumento conocido como torquímetro al momento de realizar la prueba de torque es importante tener personal calificado.

Se recomienda aplicar la prueba del torquímetro para bridas ISO 7005-1/ISO 7005-2 de igual o mayor diámetro de 100 mm.

### TORQUES DE APLICACIÓN PARA EMPAQUETADURAS

Torques a aplicar para un buen sellado en las juntas bridadas además se asegura que no habrá ruptura en las empaquetaduras.

#### CUADRO N° 08

##### Torques de aplicación para empaquetaduras de lona de vinilo

DN	Torques de apriete de los pernos para bridas	
	PN 10	PN 16
	<i>m.daN</i>	<i>m.daN</i>
40	4	4
50	4	4
60	4	4
65	4	4
80	4	4
100	4	4
125	4	4
150	4	5
200	5	6
250	6	14
300	6	12
350	6	13
400	10	17
450	12	17
500	16	28
600	18	31
700	20	35
800	36	49
1 000	38	66
1 100	39	69
1 200	51	97
1 400	62	114
1 500	72	150
1 600	87	154
1 800	Consultarnos	

El apriete de los pernos está destinado únicamente a comprimir la arandela y no tiene por objeto ejercer ningún esfuerzo de tracción sobre los elementos de la canalización.

Para el transporte de los fluidos industriales, el tipo de las arandelas de junta y los torques de apriete son diferentes. Consultarnos.

**CUADRO N° 09**  
**Torques de aplicación para pernos**

Tamaño de Tornillos		Rango de Torque	
mm	Pulg	m. daN	Lbs - Ft
<b>M 10</b>	3/8"	2– 2.8	15 - 22
<b>M 12</b>	1/2"	4– 6.4	30 - 48
<b>M 16</b>	5/8"	8– 11.5	60 - 85
<b>M 20</b>	3/4"	10 – 22	74 - 140
<b>M 24</b>	7/8"	17 – 26	125 - 180
<b>M 26</b>	1"	27.5 - 36	200 - 250

Fuente: BRL Pernos Import SAC

Del cuadro N° 08 y cuadro N° 09 se puede observar que los valores de torque aplicados para los pernos son mayores a lo que las empaquetaduras, por ejemplo para una brida de 100 mm de PN16 que utilizará según

selección perno de 5/8" (ver cuadro N° 05), en el cual se muestra que para la empaquetadura se necesita 4 m. da N y para el perno como mínimo 8 m. daN sin embargo si aplicaríamos este valor de torque se tendría la ruptura de la empaquetadura.

- B. Prueba de desinfección.-** Antes del funcionamiento del sistema es importante la desinfección de todas las tuberías del equipamiento el cual según reglamento se especifica con una dosis de 50 ppm y después de 24 horas la obtención de cloro residual de 5 ppm para dicha prueba se realizaran aperturas con la válvulas compuertas o mariposas.
- C. Prueba de arranque de electrobomba.-** Consiste en verificar todo el sistema, corregir, calibrar y arrancar hasta la puesta en funcionamiento de todo el sistemas el arranque no solo es trabajar en la electrobomba si no en todos las demás componentes como los tableros , sensores y válvulas para dejar el sistema en funcionamiento.

De acuerdo al análisis que realizo en el capítulo II se tienen las siguientes especificaciones técnicas a proponer:

**Capítulo II**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA EJECUCIÓN**  
**DE OBRAS DE EQUIPAMIENTO HIDRAULICO EN LAS ESTACIONES**  
**DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

1. Se debe considerar una vía de acceso carrosable de grúas y camionetas para estaciones hidráulicas que dentro de su equipamiento hidráulico tengan equipos de bombeo y en el caso que no tengan equipos de bombeo se deben considerar las vías de acceso carrosable para equipamientos de diámetros mayores a 250 m.
2. La separación mínima de las bridas con respecto a muros o techos debe ser como 20 cm, para facilitar los trabajos de mantenimiento.
3. Se debe considerar bridas de fijación en cruces de muro o techos y bridas rompeagua del cruce de cámara húmeda a cámara seca, las bridas de fijación podrán ser de acero y bridas rompeagua de hierro fundido dúctil.
4. Se tiene que prever que en los trabajos de montaje se deben instalar el sentido de los pernos tal que se eviten el picado o demolición de muros, techos o dados de apoyo para cuando en futuro se realice los trabajos de desmontaje y mantenimiento.
5. En las estaciones hidráulicas se deben considerar dados de apoyo y no dados de anclaje, el cual cubrirá 50% del perímetro de la parte inferior del tubo.

6. para la fijación del árbol hidráulico sobre los dados de apoyo se debe instalar abrazaderas metálicas protegidas con pintura epóxica los cuales se anclaran mediante pernos de expansión con pernos hacia los dados facilitando así el desmontaje para posteriores trabajos de mantenimiento.
7. Las tuberías que serán instaladas en contacto con el terreno deberán ser protegidas por una manga de polietileno o una protección de yute protegido con asfalto líquido o aditivo RC 250.
8. Los valores de aplicación de torques se darán según el cuadro del anexo N° 02, el cual es el valor que asegura la hermeticidad en el equipamiento hidráulico además de prever que no haya ruptura de las empaquetaduras.
9. La prueba de desinfección en el equipamiento hidráulico se debe realizar con una concentración del 50 ppm después de 24 horas se debe tener una concentración no menor de 5 ppm.

**CAP - III**

**PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS  
PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LAS CASETAS DE  
BOMBEO DE AGUA POTABLE**

### **CAP III: PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LAS CASETAS DE BOMBEO DE AGUA POTABLE**

Dentro de los proyectos se han observado bastante deficiencia en los planos de detalles hidráulicos, la raíz de este problema se origina por la existencia de los llamados planos típicos (la ubicación de accesorios en su mayoría tienen semejanza y la única diferencia es el tamaño de tuberías, válvulas y accesorios los cuales varían de acuerdo al cálculo hidráulico), los cuales son utilizados por los proyectistas donde no se hace mejoras o una revisión de todos los componentes de un sistema, tomando en cuenta que por más que el plano sea típico puede estar errado o desactualizado.

A continuación se mostrarán ejemplos de muchos casos donde se omite el criterio técnico para una buena operación posterior del sistema, en muchos de los casos se ha hecho participación directa en el proyecto, más que todo en la ejecución, donde se ha optimizado de acuerdo a la evaluación realizada en sistemas existentes.

**EJEMPLO N°01: Línea de impulsión.-** A continuación pondremos en tapete los errores en las líneas de impulsión dentro del equipamiento del árbol hidráulico en las etapas de proyecto ejecución que se han tenido en diferentes proyectos recientes de agua potable en la ciudad de Lima:

- Caso: Ampliación de redes de agua potable y alcantarillado en diversos distritos del cono sur - paquete 2
- Estación: **Cisterna cerro Verde PIP 022 VMT**

### En el proyecto

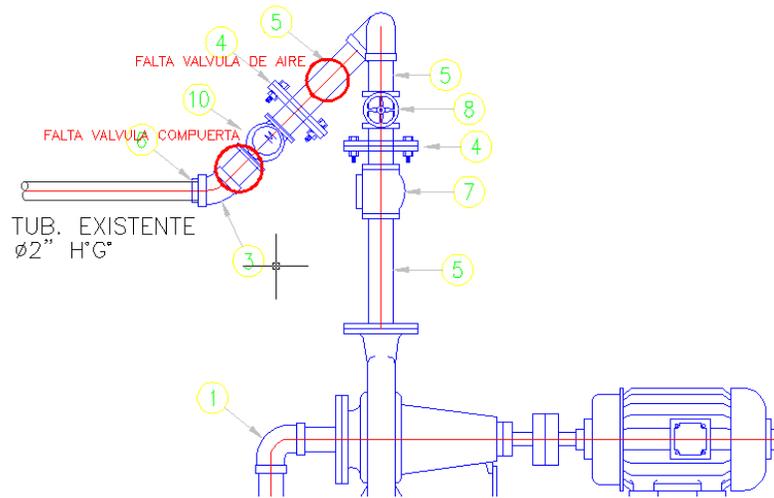


Fig. N° 09

### **Caso Ampliación de Redes de Agua Potable y Alcantarillado en Diversos Distritos del Cono Sur - Paquete 2**

CUADRO N° 10

OBSERVACIONES	CAUSAS
<p>- La omisión de una válvula compuerta después del caudalímetro es un error clásico en los planos de proyecto, en especial en las líneas de impulsión.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al desmontar el caudalímetro todo el líquido aguas arriba regresaría hacia la cámara de bombeo produciendo una inundación.</li> <li>• Para la calibración del caudalímetro se necesita tener un flujo de caudal cero a tubo lleno en la tubería, la válvula compuerta nos ayudara a solucionar estos problemas.</li> </ul>

<p>- <b>La omisión de la válvula de aire</b> para la eliminación del aire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La no eliminación del aire producirá interferencias en la medición del caudal,</li> <li>• Problemas de cavitación dentro de la línea de impulsión.</li> </ul>
<p>- <b>No se ha considerado un bypass de alivio</b> contra los problemas de golpe de ariete.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El árbol hidráulico es vulnerable a los golpes de ariete (sobrepresiones), por el cual podrían colapsar o tener menor tiempo de vida.</li> </ul>

### En la construcción y recepción

#### ANTES DEL LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

Desde el ingreso no se observa la medición del caudal, ingresar por el otro lado no es posible, dicho criterio debe ser tomado por el montajista y supervisor (esto no se detalla en los planos)



No se colocó la válvula compuerta ya que los planos del proyecto no se contemplaron. Se coloca una válvula tipo compuerta el cual ayudara para realizar los trabajos de mantenimiento

FOTO N°20

## DESPUES DEL LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES

Se colocó la válvula compuerta ya que fue observado a pesar que era responsabilidad del proyectista.

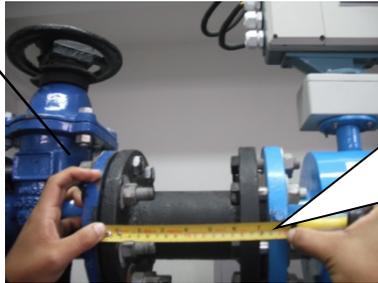


FOTO N°21

Sin embargo no se han colocado de acorde a las distancias antes y después del caudalimetro.

De acuerdo al fabricante son 5 veces el diámetro después del medidor de caudal y 2 veces el diámetro antes del medidor caudal para la puesta de otros accesorios (válvula compuerta, codos, etc.) ya que estos producirían turbulencia lo cual conlleva a la mala lectura del medidor de caudal.

En este caso se tenemos:

$DN_{\text{tubería}} = 80 \text{ mm}$

**1er accesorio aguas abajo (después del medidor de caudal)**

$= 5 \times DN_{\text{tubería}} = 5 \times 80 = 400 \text{ mm} = 40 \text{ cm}$

**1er accesorio aguas arriba (antes del medidor de caudal) =  $2 \times DN_{\text{tubería}}$**

$= 2 \times 80 = 160 \text{ mm} = 16 \text{ cm}$

En la foto N°21 se observa que aguas abajo se ha colocado una válvula compuerta 17,5 cm sin embargo se debería haber colocado a 40 cm, se solucionó el problema de insertar una válvula compuerta sin embargo no se insertó en a la distancia correcta desde el medidor de caudal.

**CUADRO N° 11**

OBSERVACIONES	OBSERVACION HECHA	RESPUESTA
<p>- <b>La omisión de una válvula compuerta</b> después del caudalímetro es un error clásico en los planos de proyecto, en especial en las líneas de impulsión.</p>	<p>Por la entidad</p>	<p>La contratista levanto la observación a pesar que en el proyecto no se contemplaba la ubicación de esta, le fue necesario para la calibración del medidor de caudal.</p>
<p>- No se observa los valores de caudal desde la parte del ingreso en el display del medidor de caudal.</p>	<p>Por la entidad</p>	<p>La contratista invirtió el display a pesar que en las especificaciones del fabricante no se recomendaban, sin embargo para estaciones de bombeo, en el cual se tengan vibraciones no se recomienda la ubicación de display en el árbol hidráulico.</p>
<p>- El medidor de caudal no tenía puerto de comunicación RS 485, el medidor contaba puerto de</p>	<p>Especialista electromecánico de la contratista</p>	<p>El contratista levanto la observación adicionando una tarjeta el cual realiza la conversión de datos de RS 232 a RS 485</p>

comunicación 232.		
- <b>No se ha considerado un bypass de alivio</b> contra los problemas de golpe de ariete.	Por la investigación	No se hizo observaciones por parte del comité de recepción tampoco la contratista levanto dicha observación.
- No se instaló el medidor de caudal con las distancias recomendadas por el fabricante.	Por la investigación	No se hizo observaciones por parte del comité de recepción tampoco la contratista levanto dicha observación.

### En la operación del sistema



FOTO N°22: La utilización de accesorios de unión rosca no es recomendable ya que realizada la evaluación se han observado fugas, sin embargo en las uniones bridadas no se han encontrado este tipo de problemas debido a la utilización de empaquetaduras que nos garantiza un sellado efectivo a las fugas además de tener rapidez en los trabajos de mantenimiento. La utilización de uniones unión rosca es recomendable para

diámetros menores como es el caso para las instalaciones sanitarias interiores.

### EJEMPLO N° 02.-Árbol hidráulico de bombeo con Electrobomba centrífuga multietápica vertical

- Caso: Ampliación de redes de agua potable y alcantarillado en diversos distritos del cono sur - paquete 2.
- Estación: Estación de bombeo R-6.

#### En el proyecto

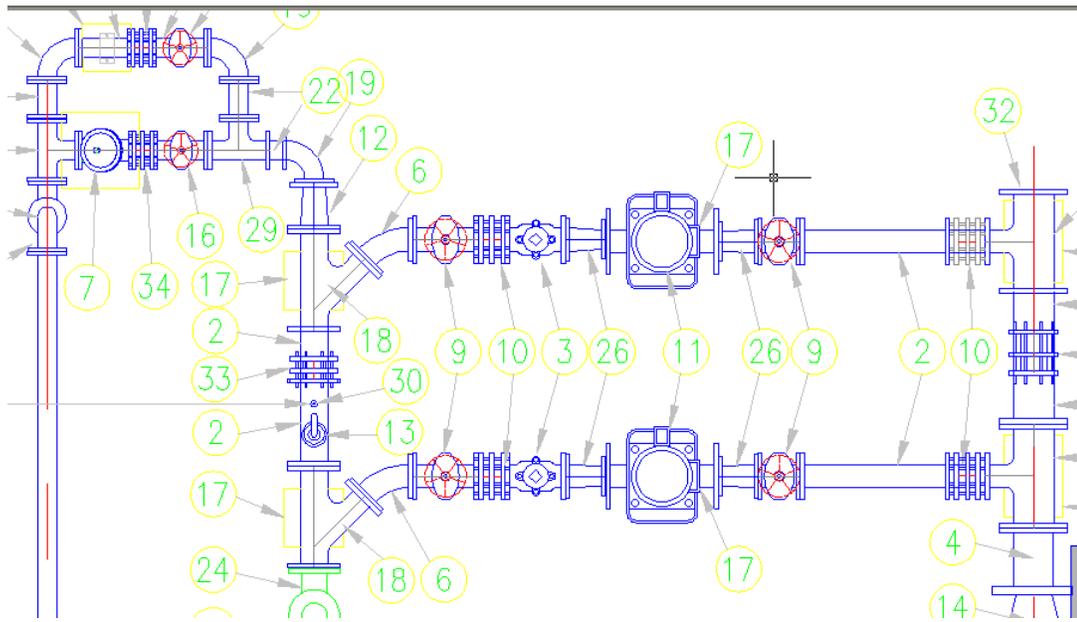


Fig. N° 10: Equipamiento hidráulico de bombeo en cual es importante precisar que antes y después de la electrobomba en instalaciones de succión negativa las reducciones son de diferente tipo, antes de la electrobomba reducción excéntrica que se usa para evitar la succión del aire y después reducción concéntrica.

## CUADRO N° 12

### INSTALACIONES HIDRAULICAS

N°	DESCRIPCION
1	CODO A 90° DE H°F* DE Ø300mm BRIDADO
2	NIPLE BRIDADO Ø100mm F°F*
3	VALVULA CHECK DE H°F* DE Ø100mm
4	NIPLE DE F°F* BRIDADO Ø150mm
5	UNION DRESSER F°F* Ø150mm
6	CODO A 45° DE F°F* B.B. Ø100mm
7	VALVULA ANTICIPADORA DE PRESION H°F* DE B.B
8	MEDIDOR DE CAUDAL MAGNETICO Ø100mm CON SALIDA ANALOGICA 4--20
9	VALVULA DE COMPUERTA F°F* Ø80mm
10	UNION AUTOPORTANTE Ø100mm
11	BOMBA VERTICAL MULTITAPICA P=4L/S Hm=99m
12	REDUCCION DE H°F* DE 100mm A 80 mm
13	VALVULA DE EXPULSION Y ADMISION DE AIRE DE 2" DE H°F*
14	REDUCCION Ø300mm X 150mm BRIDADO F°F*
15	RAMAL TE DE H°F* DE Ø150mm x 100mm BRIDADO
16	VALVULA DE COMPUERTA F°F* Ø80mm
17	DADO DE CONCRETO
18	RAMAL "Y" DE F°F* Ø100mm x 100mm
19	CODO A 90° DE H°F* DE Ø80mm BRIDADO
20	UNION AUTOPORTANTE Ø100mm
21	NIPLE BRIDA ESPIGA H°F Ø150mm
22	NIPLE BRIDADO Ø80mm
23	TUBO DE F°F* BRIDADO Ø100mm
24	CODO A 90° DE F°F* DE Ø100mm BRIDADO
25	TRANSICION F°F* BRIDA CAMPANA Ø100mm
26	REDUCCION DE H°F* DE Ø100mm
27	NIPLE BRIDA ESPIGA Ø80mm F°F*
28	UNION DRESSER F°F* Ø80mm
29	RAMAL T DE H°F* Ø80mm
30	MANOMETRO
31	TUBO DE F°F* BRIDADO Ø80mm
32	BRIDA CIEGA Ø150mm
33	UNION DRESSER F°F* Ø100mm
34	UNION AUTOPORTANTE Ø80mm

En la lista del cuadro N°12 se puede observar que los accesorios asignados son de hierro fundido, sin embargo actualmente el hierro fundido (FF) ha sido reemplazado por el hierro fundido dúctil (HFD), es necesario actualizar los planos típicos ya que es clásico copiar proyectos anteriores sin hacer los cambios respectivos.

CUADRO Nº 13

OBSERVACIONES	CAUSAS
<p>- Plano de proyecto donde el accesorio de codificación <b>26</b> del cuadro N°12 según la descripción en la relación de accesorios es una "REDUCCIÓN DE FF DE 100 mm", no se precisa si se trata de una reducción excéntrica o concéntrica, es importante indicar que en instalaciones de succión negativa se debe colocar antes de la electrobomba una reducción excéntrica y después de la electrobomba una reducción concéntrica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al colocar una reducción concéntrica antes de la bomba se genera turbulencia teniendo ingreso de aire el cual puede generar cavitación en el equipo de bombeo, por lo cual utilizar una reducción excéntrica es la mejor manera de evitar estas turbulencias.</li> </ul>
<p>- En la lista de metrados del plano se indica que el tipo de material es de Hierro Fundido (FF), sin embargo dicho material ya no es recomendado para los accesorios que forma parte del equipamiento hidráulico, actualmente ha sido reemplazado por el Hierro fundido dúctil (HFD).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En este caso si en plano figura la utilización de accesorios de FF el contratista tendría la posibilidad de utilizar dichos accesorios de este tipo de material, siendo el equipamiento más vulnerable a colapsos en caso de sistemas de alta presión ya que el FF no tiene la misma capacidad mecánica de FFD.</li> </ul>

**En la construcción, recepción y operación**

No se ha colocado reducción excéntrica antes de la electrobomba.



FOTO N° 23

**CUADRO N° 14**

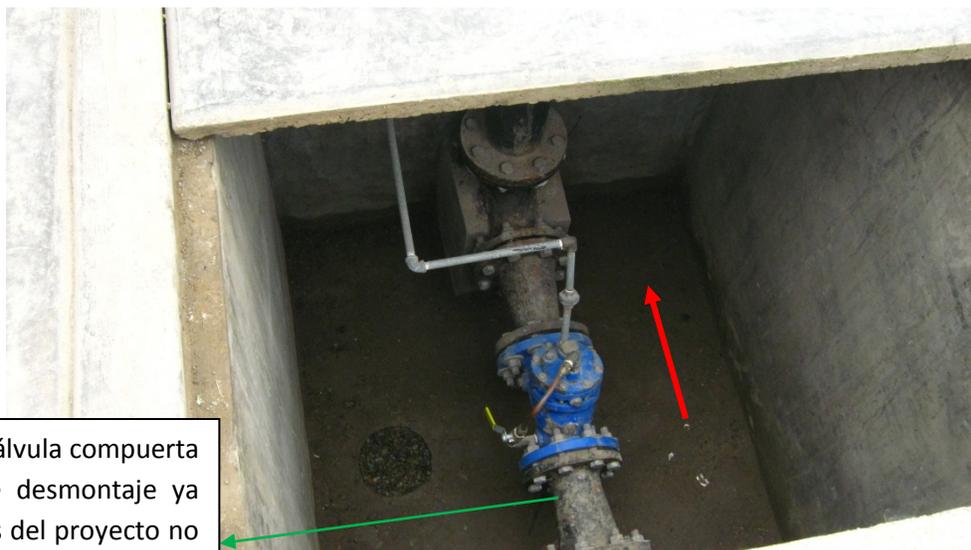
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>OBSERVACION HECHA</b>	<b>RESPUESTA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- No se ha colocado reducción excéntrica antes de la electrobomba</li> </ul>	Por la investigación	La entidad no puso observación en cuanto al defecto, hay que recalcar que este tipo de defecto es clásico en los proyectos y casetas existentes, por lo visto la entidad le toma poca importancia al tema hidráulico.

### **EJEMPLO N° 03.-Árbol hidráulico en la línea de alimentación a cisterna.**

- Caso: Ampliación de redes de agua potable y alcantarillado en diversos distritos del cono sur - paquete 2 y 3.
- Estación: Cisterna CP-1 José Gálvez Villa maría del triunfo.  
Cisterna CP-1 Julio C. Tello Villa el salvador.

#### **En el proyecto**

### **Caso Ampliación de Redes de Agua Potable y Alcantarillado en Diversos Distritos del Cono Sur - Paquete 3**



No se colocó la válvula compuerta ni una unión de desmontaje ya que en los planos del proyecto no se contemplaron.

FOTO N° 24: Aquí en la línea de alimentación a la cisterna no se contempló la ubicación de una válvula compuerta aguas arriba de la válvula flotadora, la ubicación de la válvula compuerta es importante para el mantenimiento de la válvula flotadora ya que se necesitara cerrar el flujo aguas arriba, con la omisión de la válvula compuerta se tendrá la inundación de la caja de control. Otro accesorio que se omitió es la ubicación de un acople flexible con el cual se facilitara los trabajo de desmontaje.

**Caso Ampliación de Redes de Agua Potable y Alcantarillado en Diversos  
Distritos del Cono Sur - Paquete 2**



FOTO N° 25: Dentro del mismo proyecto se observó que en las instalaciones hidráulicas de la línea de alimentación de otra cisterna si se ha considerado la ubicación de una válvula compuerta y un acople flexible, total inconcordancia en un mismo proyecto como se observa en la foto N° 25. Según los ejemplos anteriores se observa una vez más que no se da la importancia pertinente a los temas de equipamiento cuando se ejecutan los proyectos además que las instituciones que las supervisan no están capacitadas para dicha labor.

De acuerdo al análisis que realizo en el capítulo III se tienen las siguientes especificaciones técnicas a proponer:

**CAP - III**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS PROYECTOS DE**  
**EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LAS CASETAS DE BOMBEO DE AGUA**  
**POTABLE**

1. En las estaciones de bombeo se deben utilizar uniones bridadas (brida, empaquetadura y pernos) con ello se garantiza un sellado efectivo ante posibles fugas.
2. En el ingreso de alimentación de la estación de bombeo se debe considerar una válvula flotadora para el control de nivel, dicha válvula flotadora debe ir complementado con una válvula de cierre o apertura (compuerta o mariposa) además de sus respectivos accesorios de desmontaje (unión amplio rango o unión autoportante), para los probables trabajos de mantenimiento, todo este equipamiento de control de nivel debe estar alojada en una caja de control.
3. Se debe colocar una reducción excéntrica antes de la electrobomba, la excentricidad en el accesorio evitará las turbulencias que producen generación de aire, con ello no se tendrá problemas de cavitación en el equipo de bombeo además de evitar problemas de desgaste en los impulsores del equipo de bombeo.
4. Se debe instalar una válvula de aire de triple efecto por los siguientes motivos:
  - Evitar las burbujas de aire durante el funcionamiento del sistema para no tener problemas de cavitación en el equipamiento hidráulico y la tubería de impulsión.
  - Evitar las burbujas de aire para evitar interferencias en la medición del caudal, por lo cual la válvula de aire debe ir ubicado antes del medidor de caudal.

- Expulsar y admitir aire en grandes cantidades durante la parada y arranque del equipo de bombeo.
5. Se debe considerar 5 veces el diámetro después del medidor de caudal y 2 veces el diámetro antes del medidor caudal para la puesta de otros accesorios (válvula compuerta, codos, etc.) ya que estos producirían turbulencia lo cual conlleva a la mala lectura del medidor de caudal, se pueden considerar otras distancias si el fabricante lo considera dentro de sus especificaciones del medidor de caudal.
  6. En las estaciones de bombeo se debe utilizar medidores de caudal del tipo remoto ya que el amplificador (display) no debería ir en el árbol hidráulico, las vibraciones causarían interferencias en la medición del display.
  7. Se debe considerar un medidor de caudal electromagnético con medición simultánea de caudal instantáneo y acumulado (totalizador).
  8. El medidor de caudal debe tener protocolo profibus DP, este protocolo es más confiable además de mandar consignas de caudal, transmite valores de diagnóstico del equipo.
  9. En una estación de bombeo se debe considerar un bypass de alivio, en el cual se deberá utilizar válvula anticipadora de onda para así evitar contra los golpes de ariete.
  10. En las estaciones de bombeo se deben instalar válvulas que sectoricen el equipamiento hidráulico de la línea de impulsión esta válvula debe ir ubicado dentro de la estación de bombeo, además es necesario para la calibración del medidor de caudal, siempre su ubicación va después del medidor de caudal.

**CAP - IV**

**PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS  
PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LAS CÁMARAS DE  
CONTROL DE AGUA POTABLE**

## CAP IV: PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LAS CÁMARS DE CONTROL DE AGUA POTABLE

De la misma manera dentro las cámaras se tienen los mismos problemas técnicos como anteriormente lo hemos visto en las casetas de bombeo.

A continuación se mostrarán ejemplos de muchos casos donde se omite el criterio técnico para una buena operación posterior del sistema, en muchos de los casos se ha hecho participación directa en el proyecto y más que todo en la ejecución donde se ha optimizado de acorde a la evaluación realizada en sistemas existentes.

### EJEMPLO N° 01.-Árbol hidráulico de la cámara de reunión

Caso: Ampliación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Esquema Tambo Viejo y Anexos- Cieneguilla.

Estación: Cámara de reunión

#### En el proyecto

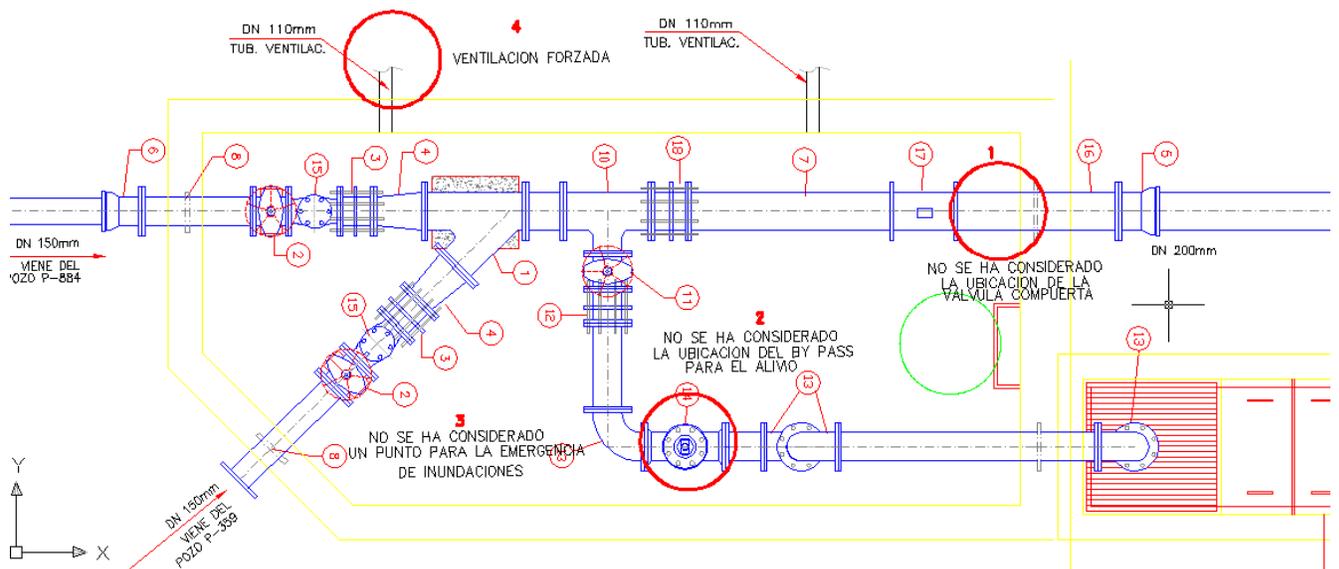


Fig. N° 11

**LEYENDA**

1. YEE 200 x 200 HFD BBB PN 16.
2. VÁLVULA COMPUERTA 150 mm HFD BB PN 16.
3. UNIÓN AUTOPORTANTE 150 mm HFD PN 16.
4. REDUCCIÓN 200x150 mm HFD BB PN 16.
5. TRANSICION BRIDA CAMPANA 200 mm HFD B PN 16.
6. TRANSICION BRIDA CAMPANA 150 mm HFD B PN 16.
7. NIPLE 150 mm BB HFD PN 16.
8. BRIDA DE ACERO DE FIJACIÓN 150 mm.
9. BRIDA DE ACERO DE FIJACIÓN 200 mm.
10. TEE 200x 150 mm BBB HFD PN 16.
11. VÁLVULA COMPUERTA 150 mm HFD BB PN 16.
12. UNIÓN AUTOPORTANTE 150 mm HFD PN 16.
13. CODO 150x90º mm HFD BB PN 16.
14. VÁLVULA ANTICIPADORA DE GOLPE DE ARIETE 150 mm HFD BB PN 16.
15. VÁLVULA DE CIERRE LENTO 150 mm HFD BB PN 16.
16. NIPLE 200 mm BB HFD PN 16.
17. MEDIDOR DE CAUDAL ELECTROMECAÁNICO 200 mm BB HFD PN 16.
18. UNIÓN AUTOPORTANTE 200 mm HFD PN 16.

Aquí se tienen las siguientes observaciones

**CUADRO Nº 15**

OBSERVACIONES	CAUSAS
<p>- 1. Falta la valvula compuerta</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La omisión de esta válvula traería problemas cuando se realice el mantenimiento del medidor de caudal u otros componentes de la cámara justamente sirve para sectorizar de la línea de impulsión aguas arriba, por lo cual si se requiere realizar el mantenimiento del medidor de caudal originaríamos que todo</li> </ul>

	<p>el agua de la línea de impulsión regrese a la cámara.</p>
<p>- 2. No se ha considerado el by pass para la valvula de alivio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En un eventual mantenimiento de la válvula de alivio se tendría que utilizar el alivio de manera manual mediante un bypass se solucionario dicho percance.</li> </ul>
<p>- 3. No se ha previsto colocar puntos para evitar la inundacion</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se trata de una cámara enterrada además que dentro de ella se cuenta con un medidor de caudal además de un tablero de distribución, estos aparatos eléctricos serian dañados si se tiene cualquier inundación.</li> </ul>
<p>- 4.No se ha previsto ventilación forzada mediante un extrator de aire.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualmente la automatización que se tienen en las cámaras demanda la utilización de equipos electrónicos además de tableros de control, por lo cual las condiciones donde los equipos trabajen deben estar acondicionados a cierta temperatura y humedad por lo cual una ventilación simple con tuberías no es suficiente para darles las condiciones de trabajo.</li> </ul>

**En la construcción y recepción**

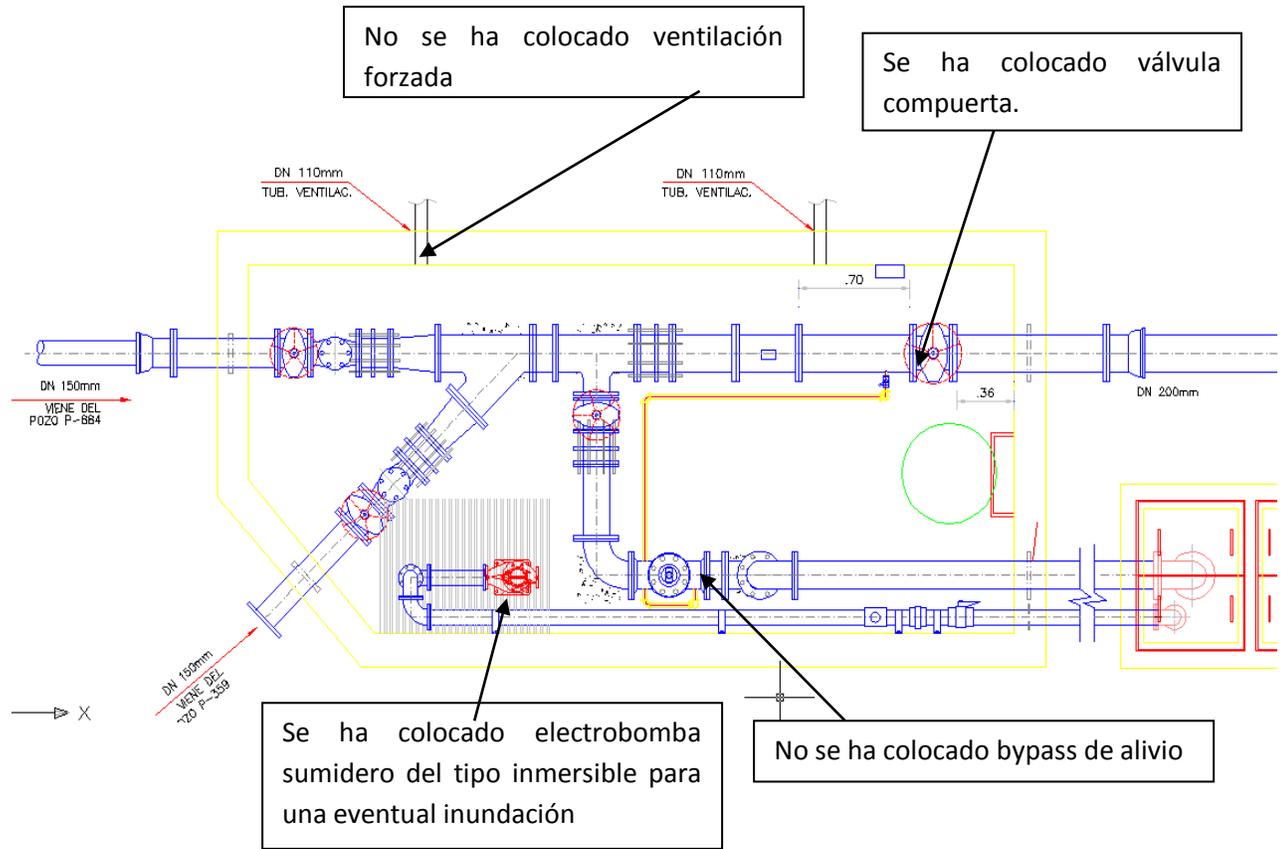


Fig. Nº 12

**CUADRO Nº 16**

OBSERVACIONES	OBSERVACION HECHA	RESPUESTA
- Falta la valvula compuerta	Por la investigación	El expediente fue aprobado a pesar de que no se contempló la ubicación de la válvula compuerta sin embargo en el replanteo inicial se sugirió la ubicación de dicha válvula la cual fue aprobada satisfactoriamente.

<p>- No se ha considerado by pass para valvula anticipadora de golpe de ariete y alivio.</p>	<p>Por la investigación</p>	<p>El expediente fue aprobado a pesar de que no se contempló el bypass, sin embargo a pesar de la sugerencia no se pudo adicionar el bypass ya que se necesitaba mayor espacio dentro de la cámara, algo que no se consiguió ya que la cámara tenía que ser más grande y se haría las modificaciones en arquitectura.</p>
<p>- No se ha previsto colocar puntos para evitar la inundacion</p>	<p>Por la investigación</p>	<p>De igual manera se aprobó el expediente sin haber previsto un punto contra la inundación, sin embargo en el replanteo inicial se adiciono una electrobomba sumidero del tipo inmersible con su respectivo árbol hidráulico, a pesar de que el presupuesto no figuraba, sin embargo para acelerar la recepción y tener la satisfacción de la entidad la constructora asumió dicho costo.</p>
<p>- No se ha previsto ventilación forzada mediante un extractor de aire tipo industrial.</p>	<p>Por la investigación</p>	<p>Se aprobó en el expediente sin haber previsto la ventilación forzada en este caso la constructora no lo adiciono en el replanteo ya que el equipo extractor de aire tiene un alto costo además que en el presupuesto no figuraba dicho equipo.</p>

**EJEMPLO N° 02.-Árbol hidráulico de cámara scada**

Caso: “Ampliación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del esquema San Juan Macias y Anexos - I Etapa”

Estación: Cámara scada

**En el proyecto**



FOTO N°26



FOTO N°27: Se observa el sumidero de la cámara enterrada, este tipo de sumidero que trabaja como drenaje no podrá evitar una inundación ya que la línea transporta 120 lps, si se hubiese un colapso irrepentino dentro de la cámara se tendría la inundación eminentemente.

Aquí se tienen las siguientes observaciones en el proyecto.

**CUADRO N° 17**

OBSERVACIONES	CAUSAS
<p>No se ha previsto colocar puntos para evitar la inundación. <b>Se necesita la instalación de una electrobomba sumidero del tipo sumergible o inmersible.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una inundación dentro de esta cámara, donde la tubería transporta 120 lps en promedio de caudal, inundaría la cámara dañando así los equipos eléctricos e hidráulicos (medidor de caudal y extractor de aire)</li> </ul>

**En la construcción y recepción**

FOTO N°28: Display de medidor de caudal invertida

**CUADRO N° 18**

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>OBSERVACION HECHA</b>	<b>RESPUESTA</b>
No se ha previsto colocar puntos para evitar la inundacion.	Por la investigaci3n	Ya que en los planos de proyecto aprobado en el expediente no figuraba la instalaci3n de una bomba sumidero la contratista no se ha visto obligado a la instalaci3n de ello.
El display de medidor de caudal esta invertido por lo cual es imposible tener visibilidad apropiada a los valores de caudal instant3neo y acumulado.	Por la entidad	

De acuerdo al análisis que realizo en el capítulo IV se tienen las siguientes especificaciones técnicas a proponer:

**CAP - IV**  
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS PROYECTOS DE**  
**EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LAS CÁMARAS DE CONTROL DE AGUA**  
**POTABLE**

1. Tanto como en el ingreso y la salida de la cámara se contemplará la instalación de válvulas de acorde al diámetro se deberán especificar para que sea una válvula compuerta o mariposa.
2. Dentro de las cámaras subterráneas que cuentan con instrumentación electrónica es necesario la instalación de una electrobomba sumidero del tipo inmersible, el cual debe ir integrada con un sensor de inundación.
3. Se debe considerar ventilación forzada (equipo inyector y extractor de aire) en cámaras donde se tenga instrumentación eléctrica.
4. Se debe considerar una válvula anticipadora de onda en las cámaras, para lo cual también se debe considerar un bypass necesario para el alivio manual en caso se tenga la válvula anticipadora en mantenimiento.
5. En cámaras de sectorización de control es necesario independizar la cámara de válvulas con la cámara de control eléctrico.
6. Se puede utilizar medidor de caudal electromagnético tipo compacto.

**CAP - V**  
**PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS**  
**PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LOS POZOS TUBULARES**



Motobomba antigua para pozo tubular de marca alemana - Distrito de Cieneguilla.

## **CAP V: PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LOS POZOS TUBULARES**

De la misma manera dentro las casetas de pozos tubulares se tienen los mismos problemas técnicos como anteriormente lo hemos visto en las cámaras de control.

A continuación se mostraran ejemplos de muchos casos donde se omite el criterio técnico para una buena operación posterior del sistema, en muchos de los casos se ha hecho participación directa en el proyecto y ejecución, donde se ha optimizado de acorde a la evaluación realizada en sistemas en ejecución y existentes.

Se indicará la optimización de las siguientes componentes:

1. Optimización de la caseta de válvulas y cloro.
2. Optimización en el equipamiento hidráulico.
  - 2.1 Optimización en la electrobomba
  - 2.2 Optimización en el árbol hidráulico
  - 2.3 Optimización en el equipamiento del equipo de cloración

### **1. OPTIMIZACIÓN EN LA CASETA DE VÁLVULAS Y CLORO.**

Se deben tener criterios importantes para el diseño de una caseta de válvulas en el cual se debe considerar lo siguiente:

- El ambiente del equipamiento hidráulico y eléctrico del sistema de bombeo debe ser independiente del ambiente donde ira alojado los balones de gas y sus dispositivos complementarios.
- En cuanto a la caseta de válvulas se debe tener requerimientos especiales para el diseño arquitectónico de la caseta principal ya que ello debe facilitar los trabajos de mantenimiento y operación.
- En cuanto a la caseta de cloro se debe prever la ventilación adecuada para evitar accidentes por posibles fugas de gas.

**1.1 OPTIMIZACIÓN EN LA CASETA DE VÁLVULAS.-** Los requerimientos en la arquitectura para la operación en la caseta de válvulas superficiales son las siguientes:

- Se debe disponer de ingreso libre de la maquinaria de perforación hasta la boca del pozo para lo cual la puerta de ingreso debe ser como mínimo de 4m de ancho.
- Radio de giro para montaje y desmontaje en la boca del pozo será de una radio de acción de 1.90 m como mínimo.
- Para el mantenimiento correctivo el Radio de giro debe ser como mínimo de 1.50 m.
- Se debe contar con losas removibles para la protección del equipo de bombeo en su funcionamiento.

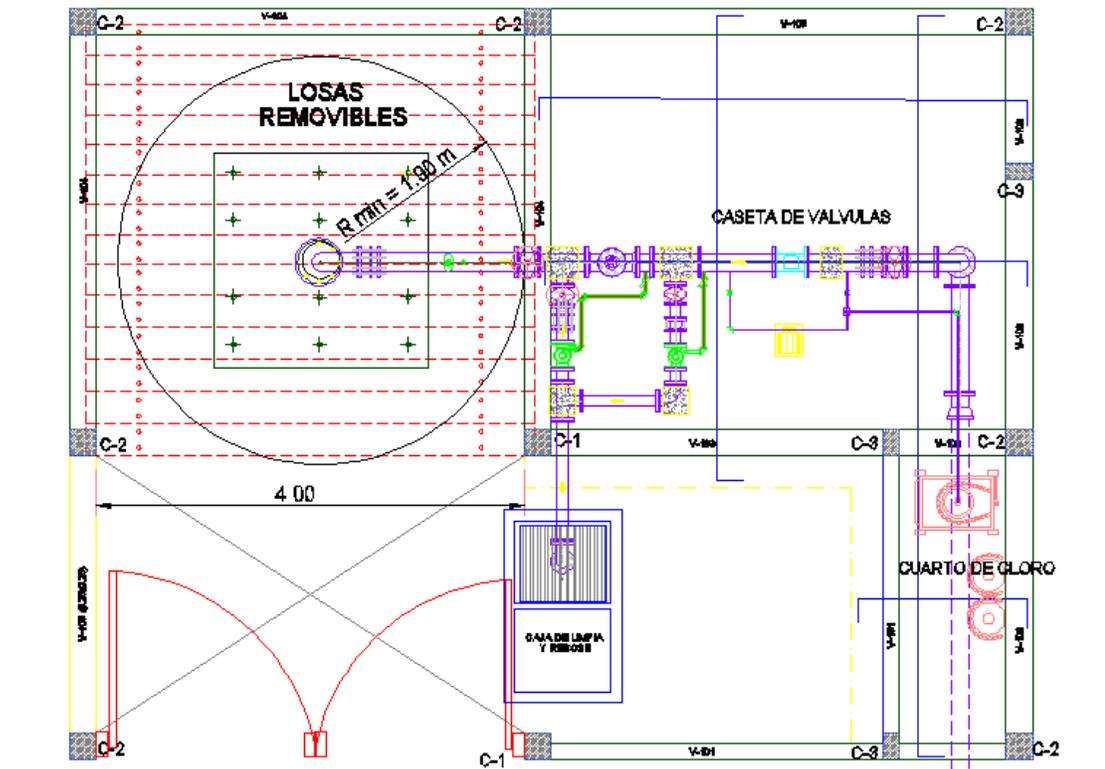


Fig. N° 13

- Se distingue en la fig. N° 13 que la puerta de ingreso debe ser como mínimo 4 metros para el ingreso de las maquinarias.
- Hacia el ingreso de la boca del pozo no se debe proyectar ninguna loza maciza o loza aligerada o viga para que haya libre acceso, todo debe estar cubierta solo con losas removibles, además que hacia los laterales y la parte posterior de la boca del pozo se debe tener como mínimo 1.90 de radio de giro libre para las maniobras indicadas anteriormente.

**Casos en casetas existentes donde no se ha respetado los requerimientos arquitectónicos para facilitar el mantenimiento.**



Viga pedaltada en caseta

FOTO N°29



FOTO N°30

En la foto de la caseta del pozo PP-2 del esquema Manchay, se puede distinguir que la viga pedaltada se encuentra a un costado de la boca del pozo, por lo cual la caseta no cumple con los requerimientos anteriormente mencionados.

**1.2 OPTIMIZACIÓN EN LA CASETA DE CLORO.-** Para una adecuada ventilación ya sí prever accidentes en caso de fugas de cloro gaseoso se debe tener presente los siguientes requerimientos de la arquitectura de una caseta de cloro:

- Se debe considerar ventilación inferior mediante ventanillas en el muro de la caseta, el cual estará a la altura del piso, ya que el gas cloro tiende a depositarse en el suelo por su mayor peso que el aire.
- En la puerta se debe considerar rejillas inferiores, ya que el gas cloro tiende a depositarse en el suelo por su mayor peso que el aire; además la puerta de ingreso a la caseta de cloro se debe abrir hacia afuera.

- Se debe considerar un ventanilla de inspección entre la caseta de válvulas y de cloro para observar las lecturas que se tienen en el rotámetro el cual es el instrumento de medición de cloro en la parte del dosificador.



FOTO N°31

Ventanillas para la ventilación inferior en el muro de caseta de cloro



FOTO N°32

Rejilla para la ventilación inferior en la puerta de ingreso a la caseta de cloro.



FOTO N°33

Ventanilla para inspección de la medición del dosificador entre la caseta de válvulas y caseta de cloro.

## 2. OPTIMIZACIÓN DEL EQUIPAMIENTO HIDRAULICO

### 2.1 OPTIMIZACIÓN EN LA ELECTROBOMBA PARA POZO TUBULAR

**A. ELECTROBOMBA SUMERGIBLE.**-En este caso motor y bomba van sumergidas en el pozo.A continuación mostramos las ventajas y desventajas en cada uno de ellos de acorde a la investigación.

### **VENTAJAS**

- Es más compacto por cual se necesita menor área de las casetas para su instalación.
- El montaje es más fácil que en la electrobomba de turbina vertical.
- Es imposible que este propenso a robos.
- Produce menos ruido, por lo cual menores molestias.
- No necesita lubricación ya que se encuentra sumergida en el agua.
- Se posee una camiseta de enfriamiento el cual favorece en regular las altas temperaturas en el motor.

### **DESVENTAJAS**

- En una eventual falla del motor para su mantenimiento hay que desmontar todas las tuberías de descarga.
- Falta de conocimiento por personal técnico en mantenimiento de estos equipos en el caso del Perú.

**B. ELECTROBOMBA DE TURBINA VERTICAL.**- En este caso el motor es superficial el cual mediante un eje de transmisión se encuentra unida a la bomba la cual si se encuentra sumergida.

### **VENTAJAS**

- En una eventual falla del motor para su mantenimiento no es necesario desmontar todas las tuberías de descarga.
- Bastante conocimiento por personal técnico en mantenimiento de estos equipos en el caso del Perú.

## **DESVENTAJAS**

- Mayor área de las casetas para su instalación.
- Produce mayor ruido, por lo cual mayores molestias.
- Necesita un mecanismo de lubricación más costoso que la electrobomba sumergible.

## **C. INSTALACION DE ELECTROBOMBAS SUMERGIBLES – TURBINA VERTICAL**

Para la instalación de una electrobomba es importante la información de las condiciones de equipamiento hidráulico de la electrobomba, dicha información se obtiene de la coordinación realizada con el especialista de aguas subterráneas responsable de la etapa de perforación del pozo. Se debe tener en cuenta las siguientes condiciones de equipamiento hidráulico:

- Rectitud del pozo
- Contar con los valores óptimos de caudal y HDT del equipo a instalar el cual se obtiene de las pruebas de bombeo, aforo del pozo y las demandas del diseño hidráulico; los valores óptimos de caudal y HDT deben garantizar una buena explotación del pozo.
- Mediante el desarrollo del pozo se debe asegurar que el pozo esté libre de arenas (turbiedad 0).

Además se deben entregar la siguiente información:

- Se nos debe dar información del perfil del pozo donde se observen los tramos de tubería ciega y filtros, esta información lo debe brindar el constructor del pozo.

Con la información entregada por el equipo de perforación

- Se debe considerar que el nivel del equipo de bombeo como mínimo debe estar 15 m debajo del nivel dinámico del pozo para asegurarnos que el equipo en ningún caso debe bombear en vacío además debe estar como mínimo 3 m por encima del fondo del pozo para no arrastrar sedimentos, lo cual es recomendado por los fabricantes de equipos de bombeo en pozo.
- El equipo de bombeo debe estar en tramo de tubería ciega para que al bombear no absorba arena lo cual produciría el arenamiento del equipo, en especial la canastilla que está por debajo de los tazones por donde hace ingreso el agua.

**Perfil de pozo tubular donde se muestran tramos de tubería ciega y rejilla**

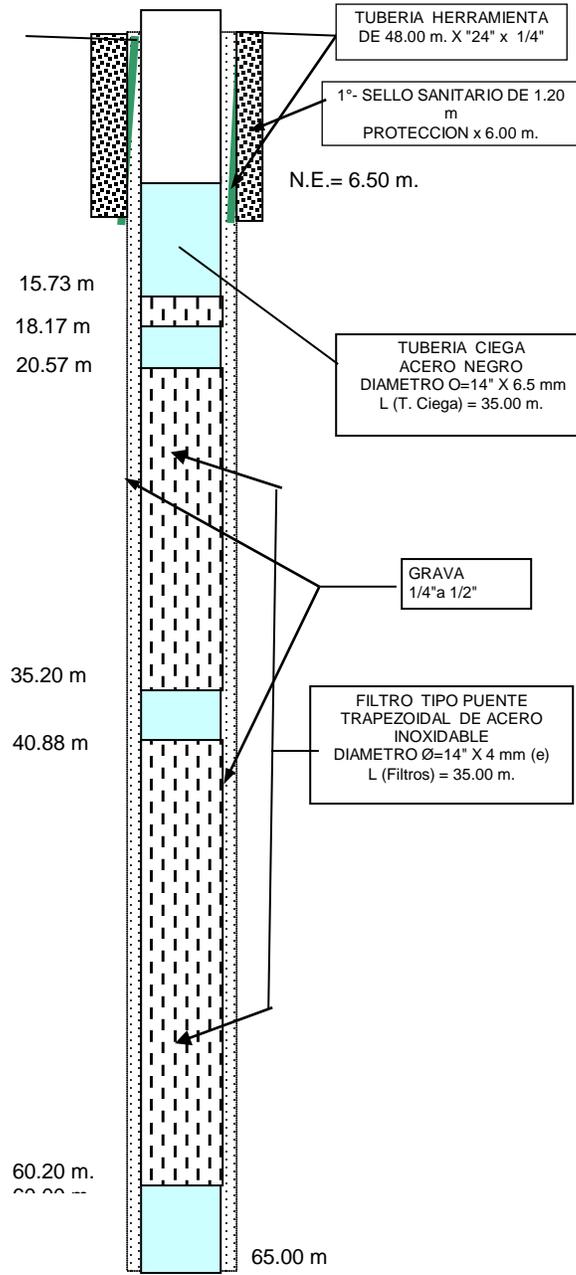


Fig. Nº 14

### Perfil de las condiciones de equipamiento hidráulico

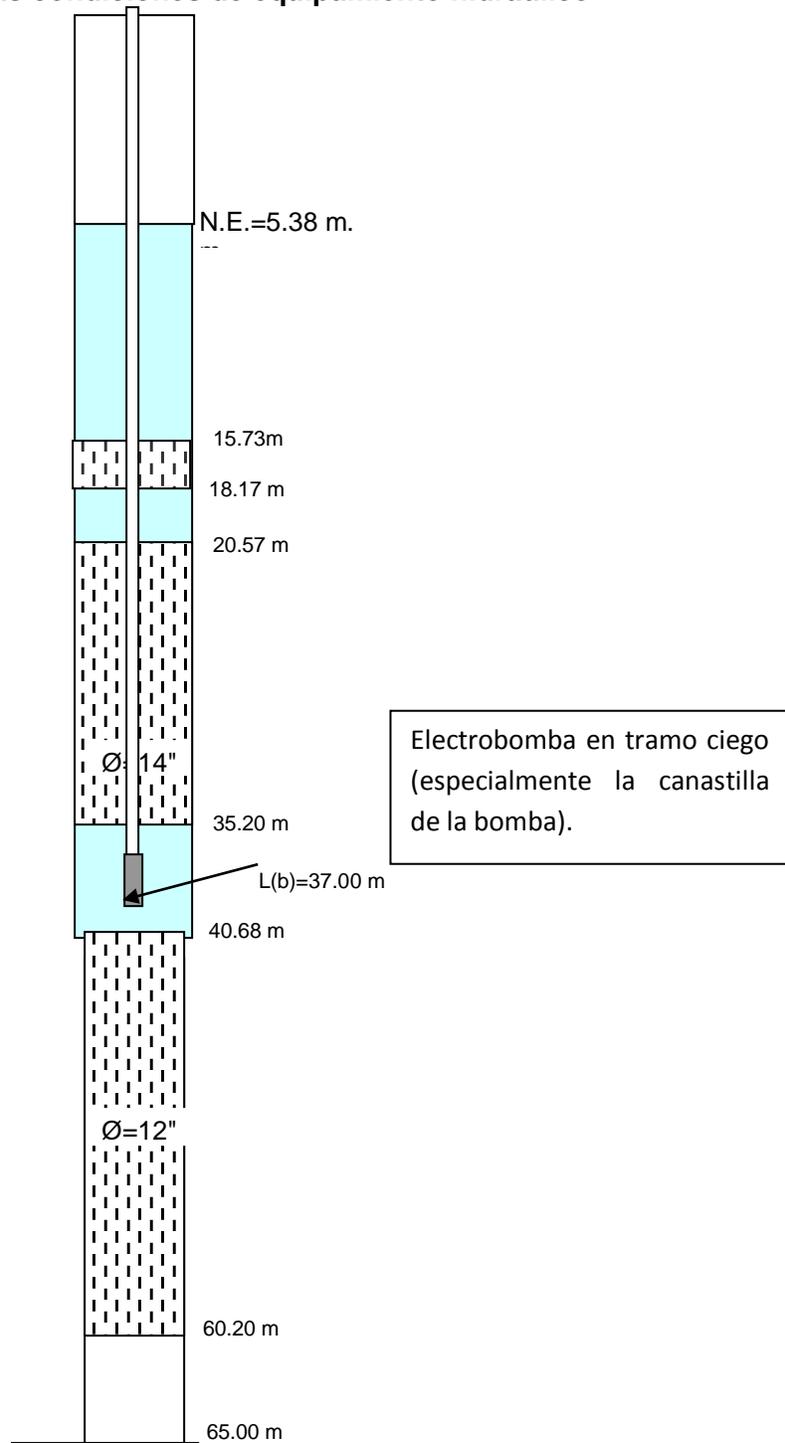


Fig. N° 15

## **2.2 OPTIMIZACIÓN EN ÁRBOL HIDRÁULICO**

### **2.2.1 VÁLVULAS**

**A. VÁLVULAS DE REGULACIÓN Y HERMETIZACIÓN:** Dentro de la caseta de un pozo tubular se debe contar con dos válvulas mariposas.

**A.1 Válvula de regulación.-** La ubicación de la válvula de control de regulación debe ser primera en la ubicación después de la electrobomba ya que cumplirá la función de regulación de caudal, la función de regulación se da por los siguientes casos:

- Al momento de arranque de la bomba es importante la regulación del caudal, el cual mediante la estrangulación se va variando el HDT, de acuerdo a la curva de selección de la electrobomba.
- Regular el caudal ya sea por mayor demanda o menor demanda del punto de abastecimiento.

**A.2 Válvula de hermetización o sectorización.-** La importancia de la válvula es la sectorización del árbol hidráulico con respecto a línea de impulsión esta sectorización es importante para los siguientes casos:

- Mantenimiento del árbol hidráulico.
- Calibración del medidor de caudal.

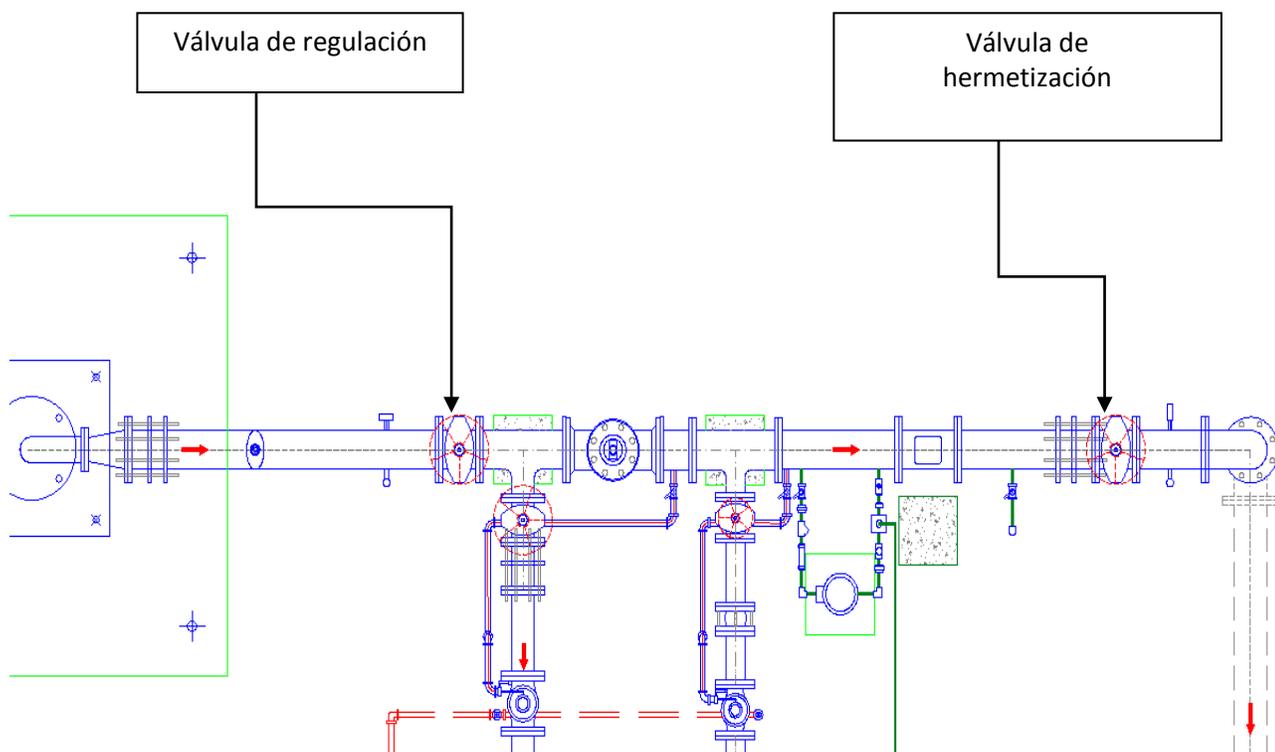


Fig. N° 16: En muchos proyectos se obvia la ubicación de la válvula de regulación.

### B. VÁLVULAS DE CONTROL DE BOMBA PARA POZO PROFUNDO:

La válvula de control de bombas de pozo profundo tiene por función proteger al árbol hidráulico y la tubería de impulsión de los golpes causados por el arranque y parada de la electrobomba, además de eliminar impurezas que se pueden tener al momento de arranque (arena en la columna del pozo).



Fig. N° 17: Válvula de control de bombas de pozo profundo.

A continuación se mostrarán detalles del funcionamiento de la válvula de control de bombas de pozo profundo y los motivos por lo que se deben tener en cuenta estos pasos los cuales tienen como objetivo optimizar el funcionamiento operacional en los pozos.

#### Secuencia de operación clásica de una válvula de control de bombas de pozo profundo

#### CUADRO N° 19

Paso	Estado de la electrobomba	Estado de la válvula	Motivo
1	Electrobomba apagada	totalmente abierta (*)	
2	Arranca la electrobomba	La válvula se encuentra abierta en un periodo corto por lo cual el agua se dirige a la línea de purga de ahí se cierra para que el agua	El tiempo en que válvula debe encontrarse abierta (**) es para realizar el purgado de todas las

		se dirija a la línea de impulsión.	impurezas (arenas y otros), con el cual se asegura el bombeo de agua en óptimas condiciones hacia el punto a abastecer.
3	Electrobomba en plena operación.	La válvula se encuentra totalmente cerrada ya que el agua a bombear va por la línea de impulsión.	
4	Electrobomba antes de apagarse.	La válvula se apertura.	Esta apertura se da para que el sistema no sufra golpes bruscos por el apagado de la electrobomba, es decir la electrobomba se aísla del árbol hidráulico.
5	Electrobomba apagada	totalmente abierta (*)	Se vuelve a repetir el mismo funcionamiento.
6	Falla eléctrica	La válvula de control al tener funcionamiento eléctrico dejaría de trabajar en condiciones donde se sufra una falla eléctrica.	Para ello se debe contar con una válvula anticipadora de golpe de ariete ya que su funcionamiento es netamente hidráulico donde se controla el golpe de ariete sin la necesidad de contar con energía eléctrica.

(\*) Se precisará la modificación de este paso en el cuadro N° 19, con el cual algunos operadores buscan solucionar el problema del ingreso de insectos o roedores.

(\*\*) El tiempo en que la válvula se encontrara abierta desde el inicio que arranca la electrobomba se define de acorde a la calidad del agua, para ello la válvula se debe cerrar totalmente una vez que se asegure que el agua tenga una turbiedad de 0 UNT.

Esta función es la operación clásica de una válvula de control de bombas donde el fabricante ofrece este tipo de lógica, sin embargo las entidades como en este caso Sedapal tiene otros criterios a los cuales se hacen algunas modificaciones a este funcionamiento de la válvula, sin embargo algunos criterios dados por el área operativa de Sedapal u otras EPSs son complicadas o equivocadas; a continuación se mostraran cuadros donde se da modificaciones complicadas o equivocadas:

### **Modificación complicada de la secuencia de operación válvula de control de bombas pozo profundo**

**CUADRO N° 20**

<b>Paso</b>	<b>Estado de la electrobomba</b>	<b>Modificación</b>	<b>motivo</b>
<b>1</b>	Electrobomba apagada.	Se debe mantener cerrada la válvula de control de bomba en el momento que la bomba está apagada.	La válvula de control debe estar cerrada para que no haya ingreso de roedores o insectos y no tener así la contaminación de la fuente.
<b>2</b>	Antes del arranque de la electrobomba.	Apertura de la válvula de control.	El tiempo en que válvula debe encontrarse abierta (**) es para realizar el purgado de todas las impurezas (arenas y otros), con el cual se asegura el bombeo de agua en óptimas condiciones hacia el punto a abastecer

3	Arranca la electrobomba	No hay modificación.	
4	Electrobomba en plena operación.	No hay modificación.	
5	Electrobomba antes de apagarse.	No hay modificación	
6	Electrobomba apagada	Una vez apagada la electrobomba la válvula de control debe cerrarse.	Como en el caso 1.
7	Falla eléctrica	No hay modificación.	

Para poder conseguir estas modificaciones hay que cambiar la morfología, conexionado y programación de la lógica de la válvula por lo cual es importante que los fabricantes de las válvulas se acomoden a esta solicitud que optimiza el criterio de funcionamiento de la válvula.

**Modificación errónea de la secuencia de operación de la válvula de control de bombas**

**CUADRO N° 21**

<b>Paso</b>	<b>Estado de la electrobomba</b>	<b>Modificación</b>	<b>validez</b>
1	Electrobomba apagada.	Se debe mantener cerrada la válvula de control de bomba en el momento que la bomba está apagada.	Válido.
2	Antes del arranque de la electrobomba.	La válvula sigue cerrada.	No es válido, ya que la válvula antes del arranque debe abrirse para eliminar el agua estancada en la columna (agua con arena).
3	Arranca la electrobomba	La válvula sigue cerrada por un corto tiempo, hasta tomar presión la válvula recién se abre, esta se mantiene abierta según el tiempo de apertura que se programó.	No es válido, ya que en un instante se está bombeando agua con arena.
4	Electrobomba en plena operación.	La válvula se mantiene cerrada.	Válido.
5	Electrobomba antes de	La válvula se mantiene cerrada.	No es válido.

	apagarse.		
6	Electrobomba apagada	La válvula se encuentra cerrada.	Válido.
7	Falla eléctrica	No hay modificación.	Valido.

**Solución válida para no modificar la operación válvula de control de bombas pozo profundo**

Sin embargo según se continuaba con el desarrollo de la investigación se observó que la modificación del funcionamiento de la válvula de control de bombas de pozo profundo sería complicar la solución. La utilización de una válvula clapeta en la salida de la purga a la caja de limpia es la solución más simple ya que esta válvula se encontraría cerrada en el momento que la válvula de control de bombas de pozo profundo se encuentre aperturado; y cuando la electrobomba arranque la válvula clapeta se abriría conjuntamente con el cierre lento de la válvula de control de bomba de pozo profundo.

Utilizar la válvula clapeta a diferencia de modificar el funcionamiento de operación de la válvula control de bombas de pozo profundo es la solución más rápida y económica.



Fig. N° 18.- Válvula clapeta

### **Funcionamiento mecánico y condiciones hidráulicas de una válvula de control de bombas de pozo profundo**

El funcionamiento mecánico de la válvula de control de bombas de pozo profundo depende de una condición eléctrica y una condición hidráulica, para la condición eléctrica se cuenta con un solenoide y la condición hidráulica se cuenta con la presión de la línea de impulsión (conexión hidráulica según fig. N° 19), a continuación mostraremos la importancia de cumplir con las dos condiciones para el funcionamiento de válvula de control de bombas de pozo profundo.

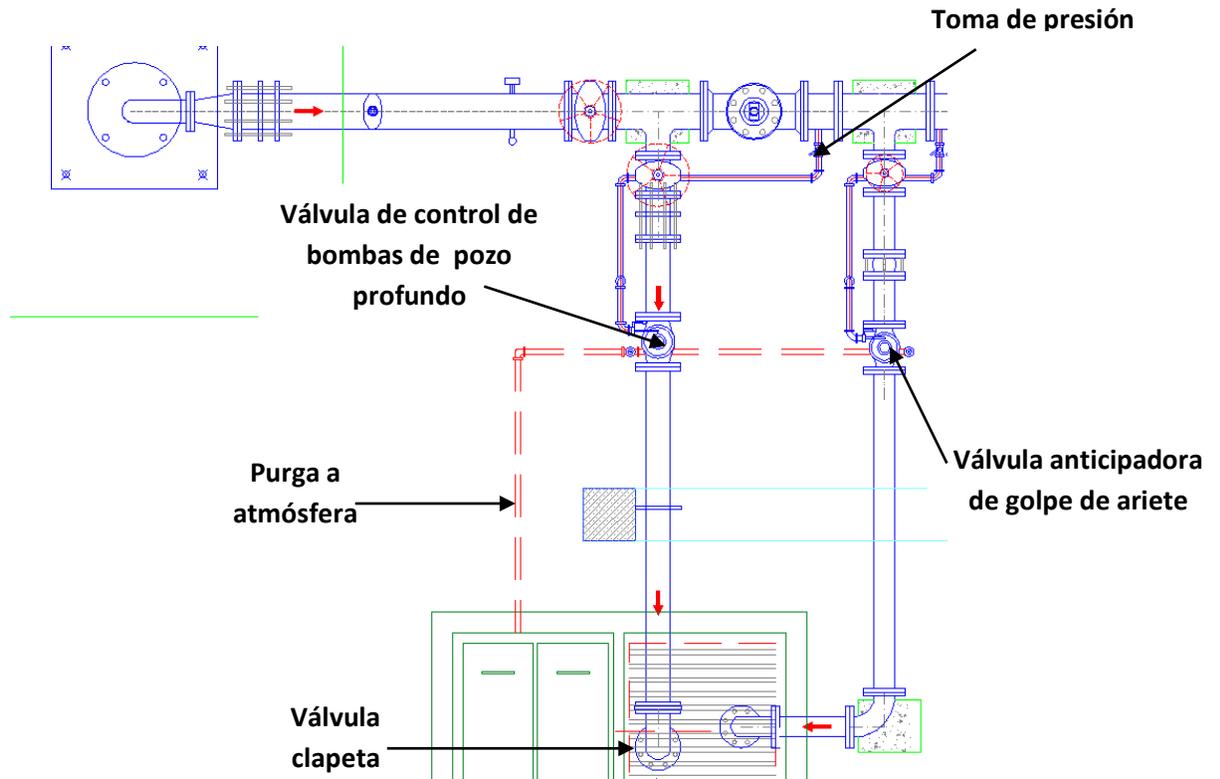


Fig. N° 19: En la figura se observa la ubicación de la válvula de control de bombas, con la conexión hidráulica a la línea de impulsión además de la purga a la atmósfera

### Funcionamiento 1-electrobomba apagada

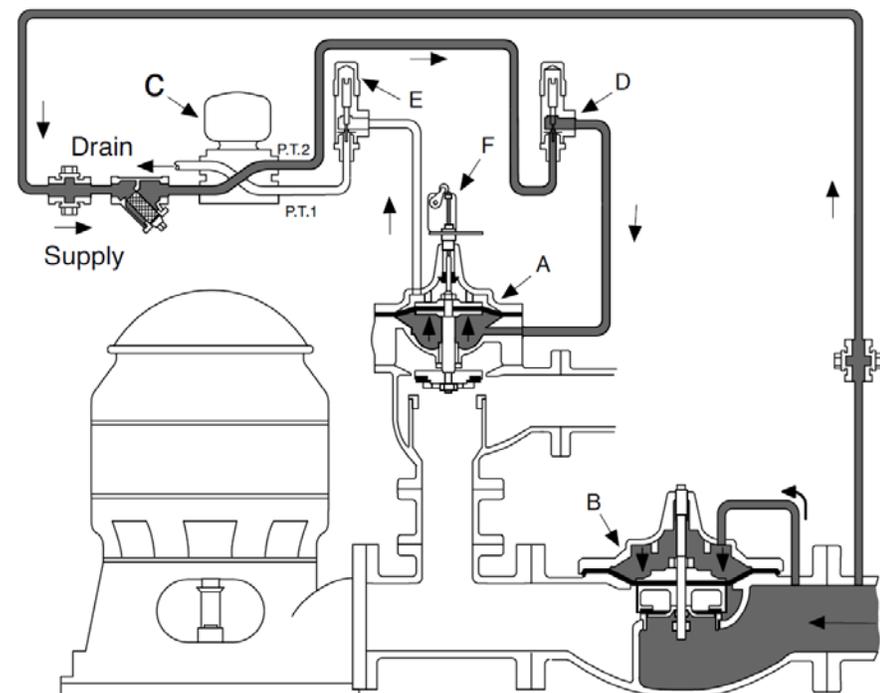


Fig. N° 20

Donde

A: Válvula de control de bomba de pozo profundo.

B: Válvula check.

C: solenoide des-energizado.

D y E: Controles de velocidad.

F: Ensemble del interruptor.

De la fig. N° 20 se tiene el solenoide C des-energizado y la presión estática que hay en la línea actúa sobre la cámara inferior de la válvula A por lo cual la válvula de control se mantiene abierta. La presión en la línea es asegurada por la retención en la válvula check B.

### Funcionamiento 2-ciclo de encendido

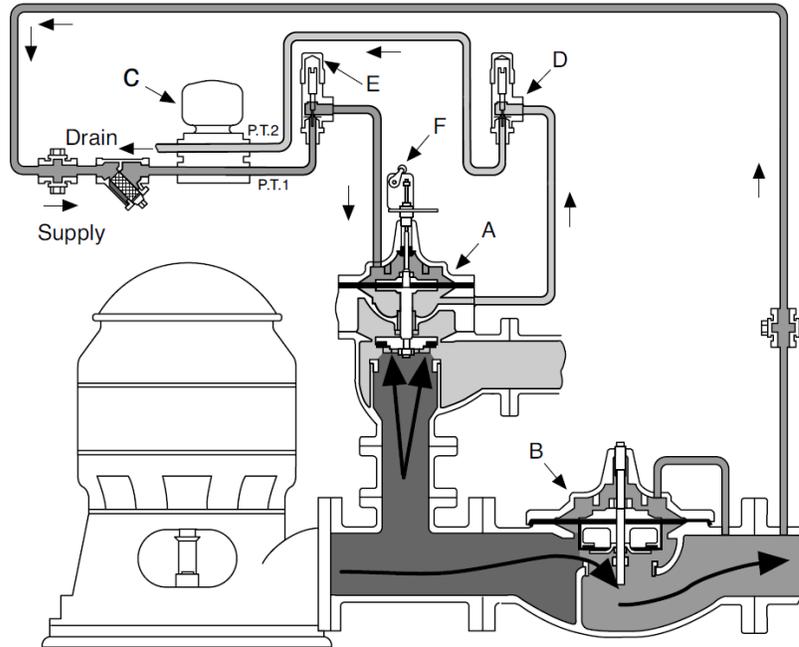


Fig. N° 21

Donde

A: Válvula de control de bomba de pozo profundo.

B: Válvula check.

C: solenoide energizado.

D y E: Controles de velocidad.

F: Ensamble del interruptor.

De la fig. N° 21 para las condiciones eléctricas el solenoide C se energiza después del arranque y purgado del pozo, con este cambio del solenoide C, la línea de presión (tomada de la línea impulsión) actúa llenando la cámara superior con lo cual el diafragma cierra la válvula, el flujo de la cámara inferior es eliminado a la atmosfera. Una vez cerrado la válvula de control A el flujo se dirige hacia la línea de impulsión abriendo la válvula check B.

### Funcionamiento 3-ciclo de apagado

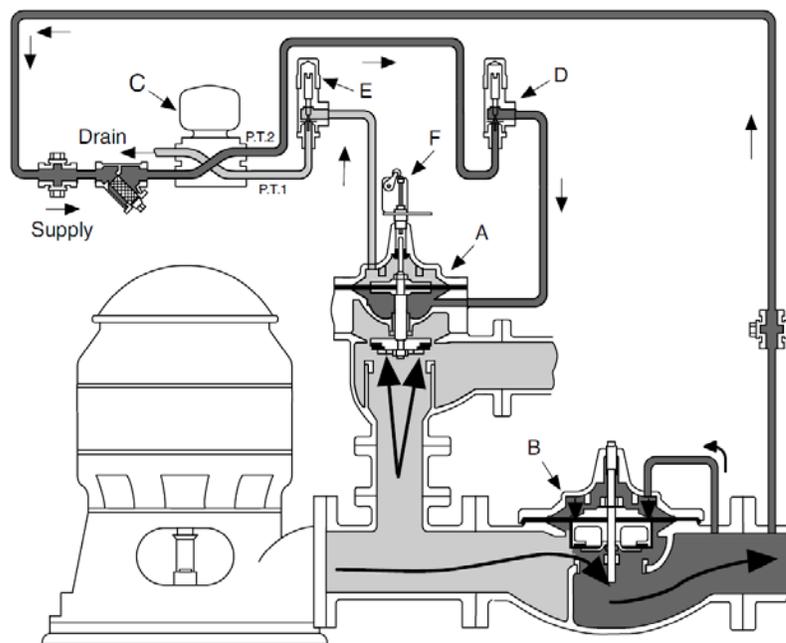


Fig. N° 22

Donde

A: Válvula de control de bomba de pozo profundo

B: Válvula check

C: solenoide des-energizado

D y E: Controles de velocidad

F: Ensamble del interruptor

De la fig. N° 22 antes de que la electrobomba se apague, para las condiciones eléctricas el solenoide se des-energiza, por lo cual la presión de la línea de impulsión ingresara a la parte inferior de la válvula de control A, abriéndose así la válvula de control A, una vez abierta la válvula el interruptor de limite F apaga la bomba.

### **Observaciones importantes para la válvula de control de bombas de pozo profundo**

- Dentro de las condiciones para que una válvula de control cumpla su función se debe prever que se tenga las condiciones hidráulicas, para ello se debe asegurar que siempre se contará con presión estática en la línea de impulsión.
- Es necesario precisar que al momento de realizar el requerimiento se debe tener en conocimiento de que una válvula de control de bomba y una válvula de control de bomba de pozo profundo son diferentes por su tipo de operación y morfología, ya que en muchos casos al realizar el requerimiento no se precisa ello, motivo por el cual en vez de instalar la válvula de control de bomba de pozo profundo se ha instalado una de control de bomba, la válvula de control de bombas se instalan en caso de estaciones de bombeo.

### C. VÁLVULA ANTICIPADORA DEL GOLPE DE ARIETE

La utilización de la válvula de alivio ha sido reemplazada por la válvula anticipadora de golpe de ariete por su mejor participación en la eliminación del golpe de ariete.

Qué sucede que esta válvula cuenta con dos pilotos un piloto que puede detectar la caída de presión momento en el cual se abre ante de recibir los picos de presión que se dan por el golpe de ariete.

**CUADRO Nº 21**

<b>Válvula anticipadora de onda de golpe de ariete</b>	<b>Válvula de alivio</b>
Al detectar la caída de presión la válvula se abre por lo cual una vez que los picos de presión del golpe de ariete lleguen la válvula ya se encuentra abierta.	Se abre al detectar los picos de presión del golpe es decir es decir que se abre con la fuerza de sobrepresión.
Cuenta con dos pilotos, un piloto de alta presión y otro piloto de baja presión.	Cuenta con un solo piloto, que es el piloto de alta presión
Al anticiparse al golpe de ariete el conjunto válvula - árbol hidráulico no percibe las sobrepresiones del golpe de ariete.	En un pequeño instante el conjunto válvula – árbol hidráulico recibe las sobrepresiones.
El tiempo de vida de la válvula y otros componentes será mayor, además que los trabajos de mantenimiento son menos frecuentes.	El tiempo de vida de la válvula y otros componentes es menor, además que los trabajos de mantenimiento son más frecuentes.
Se necesita personal más capacitado.	Personal menos capacitado.
Es más costoso que la válvula de alivio hasta en un 70 por ciento más.	Más económico.

**Comportamiento del golpe de ariete para una línea de impulsión con pendiente positiva**

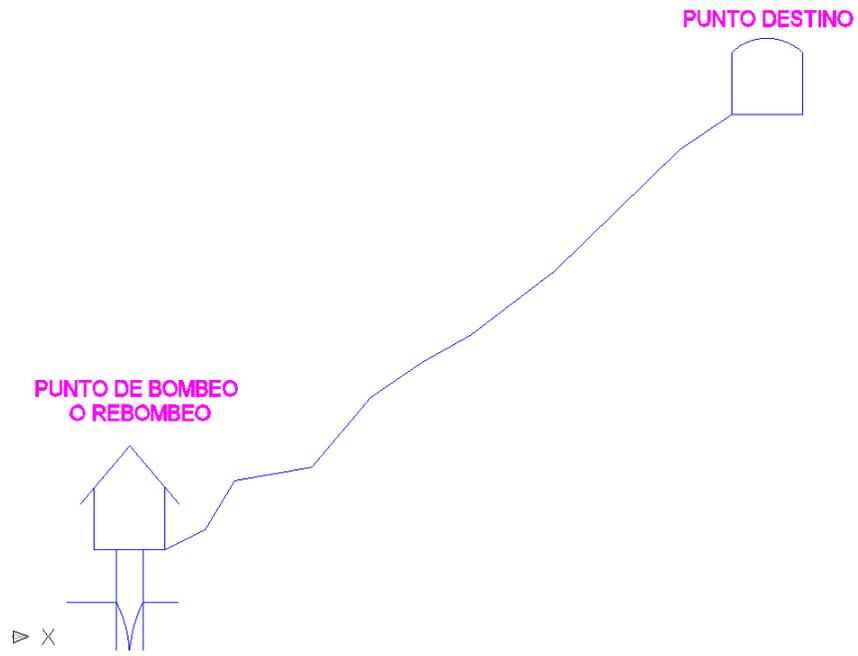


Fig. N° 23

## Comportamiento del golpe de ariete para una línea de impulsión con pendiente positiva

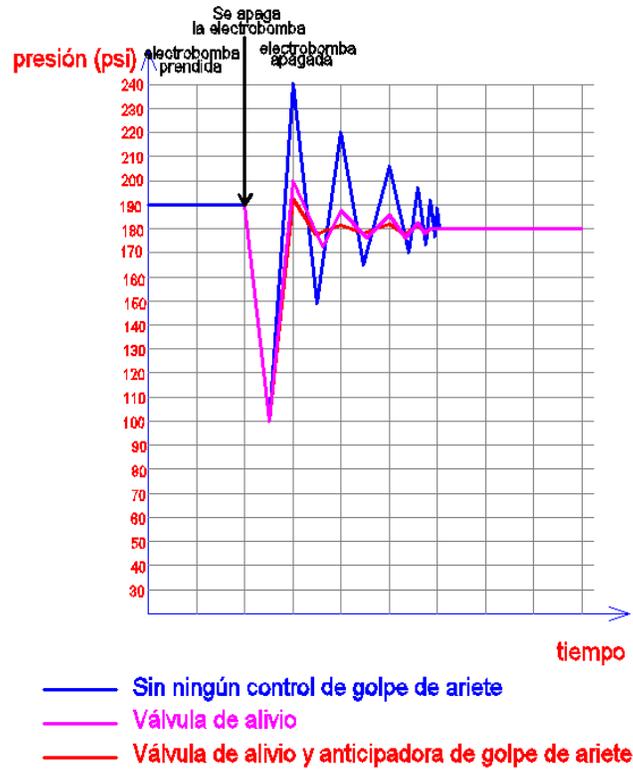


Fig. N° 24

**Comportamiento del golpe de ariete par a una línea de impulsión que inicia con pendiente negativa**

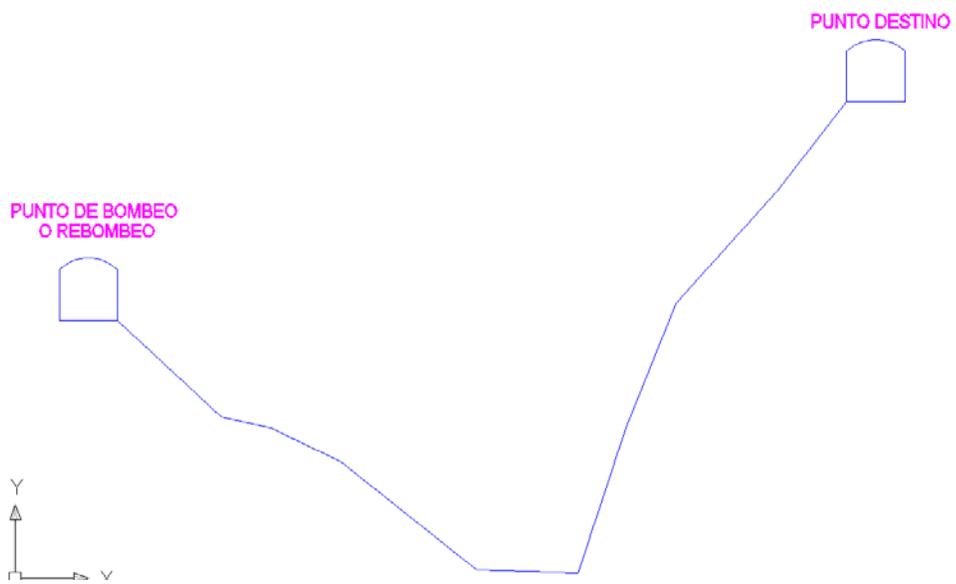


Fig. N° 25

Comportamiento del golpe de ariete par a una línea de impulsión que inicia con pendiente negativa

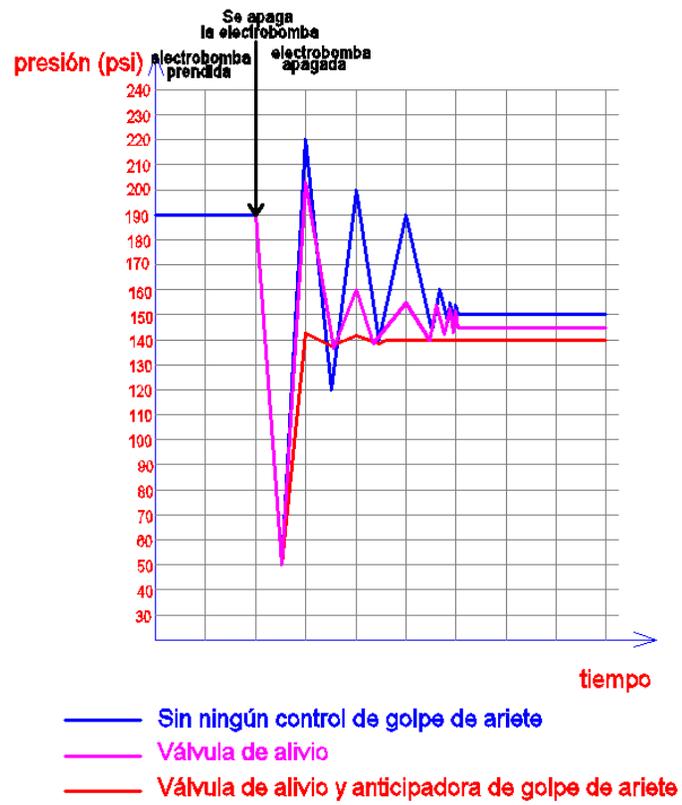


Fig. N° 26

#### D. VÁLVULA ANTIRETORNO DE CIERRE LENTO

La válvula antiretorno o check de cierre lento es una buena opción para el reemplazo de la válvula de cierre rápido en este caso el área operativa está recomendando la utilización de la válvula sin embargo por el momento no se ha reglamentado, a continuación mostraremos las diferencias:

**CUADRO N° 22**

Válvula antiretorno de cierre lento	Válvula antiretorno de cierre rápido
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor pérdida de carga.</li> <li>- Al tener el cierre lento se prevé los problemas del golpe de ariete, ya que se amortigua los golpes de las sobrepresiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor pérdida de carga el doble de cierre lento.</li> <li>- Mayor posibilidad de sufrir golpe de ariete.</li> </ul>

Por ejemplo en una línea de árbol hidráulico de 150 mm de diámetro donde se tiene una check de cierre lento la pérdida de carga es aproximadamente 1 psi en cambio en una línea del mismo diámetro que tiene una válvula check de cierre rápido la pérdida de carga es de 2 psi

#### 2.2.2 CONJUNTO VÁLVULA DE CONTROL DE BOMBA DE POZO PROFUNDO – ANTICIPADORA DE GOLPE DE ARIETE

Hay casos donde la purga de la válvula de control de bombas y la anticipadora se juntan en una sola línea hacia la caja de rebose, el cual no es recomendable para facilitar los trabajos de operación (calibración y mantenimiento de las válvulas).

Para comprobar que las válvulas (control de bomba y anticipadora de onda) se encuentren calibradas se debe observar salida de agua solo en el momento de arranque y parada de la electrobomba, el cual es indicador de que se está eliminando las sobrepresiones; por ello si se tendría la salida de las válvulas juntas en la línea de purga no se podría saber exactamente cuál de las válvulas se encuentra descalibrada, de la misma manera si las válvulas compuertas que acompañan a la válvulas de control estarían fallando no se identificaría fácilmente la válvula compuerta que estaría fallando, por ello es mejor independizar las salidas a la caja de purga.

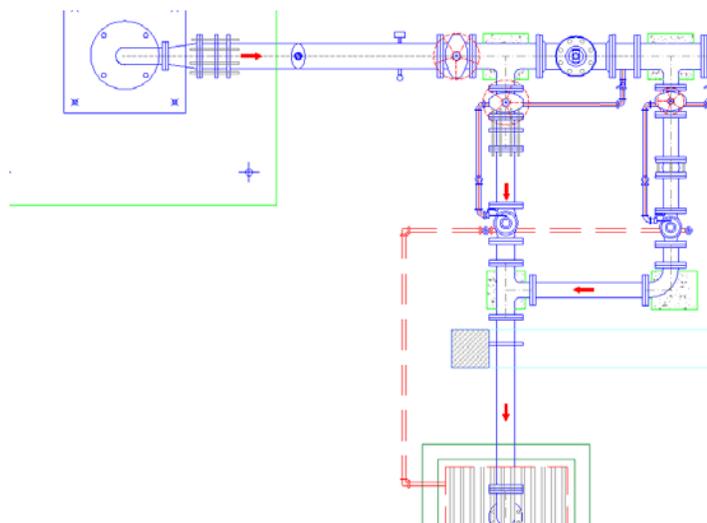


Fig. N° 27: Derivación de las válvulas de control y anticipadora se juntan en una sola, el cual no es valido

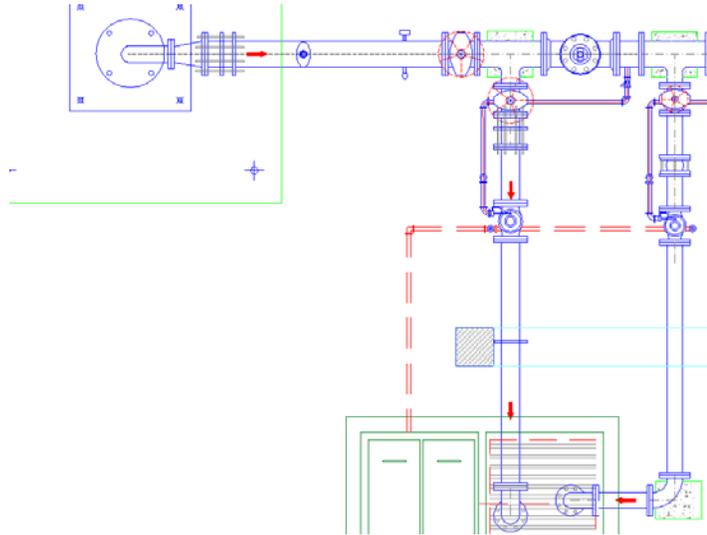


Fig. N° 28: Derivación de las válvulas de control y anticipadora de manera independiente el cual si es válido.

### 2.2.3 SENSOR DE PRESIÓN Y MANÓMETRO.-

Se debe contar para la medición de presión con un sensor piezométrico y un manómetro, el sensor está configurado dentro de la automatización del sistema y si tiene alguna falla se tendrá de contingencia el manómetro.

Dentro del árbol hidráulico de un pozo tubular, es importante la colocación de 2 puntos de toma de presión, una para la detección de la presión de descarga y otro para la detección de presión en la línea de impulsión, los cuales son diferentes por los siguientes motivos:

- Cuando la electrobomba está bombeando la presión en la primera toma (presión de descarga) es mayor aproximadamente de 1 a 2 psi que el segundo punto de presión (presión de línea), esta pequeña pérdida de carga es producido por las tuberías, válvulas y accesorios.
- Cuando la electrobomba está apagada la presión en la primera toma (presión de descarga) baja a 0 psi por la apertura de válvula de control, en cuanto al segundo punto de toma (presión de línea) el valor que se detecta es la presión de la columna estática producido por el agua

estancada en la línea de impulsión, esta diferencia de presiones se da por la presencia de la válvula de retención o check el cual obstruye el flujo inverso del agua cuando la electrobomba está apagada, notándose así la sectorización de las dos tomas de presión.

Es importante la colocación de 2 puntos de toma de presión, los cuales son para la medición de la presión de descarga y la presión en el inicio de la línea de impulsión.

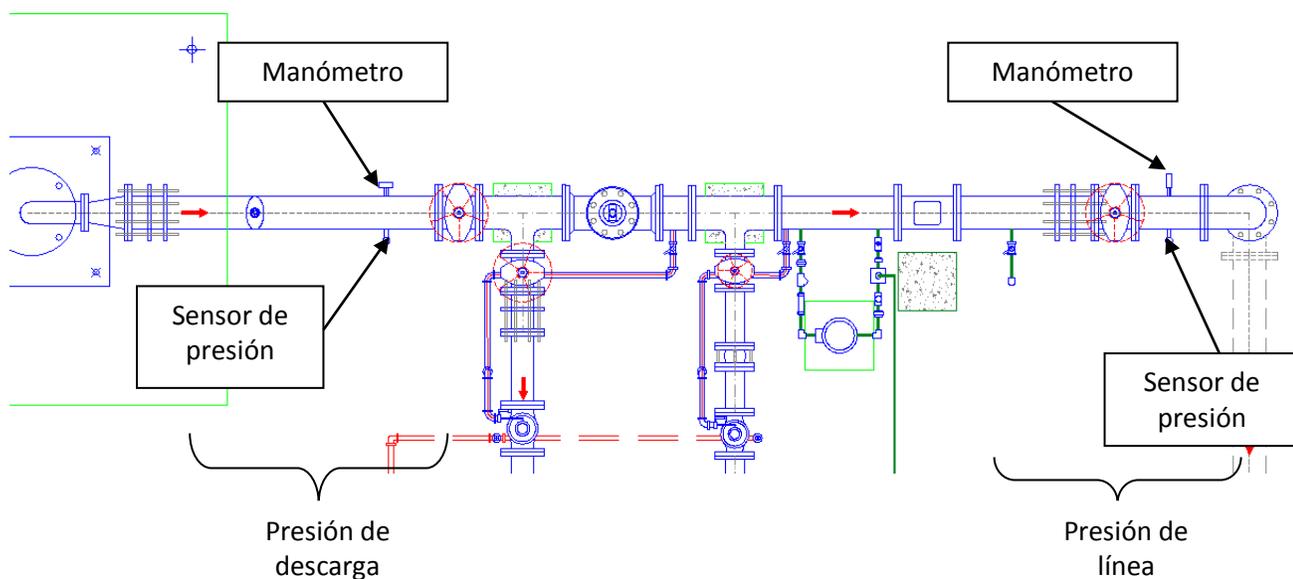


Fig. N° 29

**2.2.4 TUBERÍA PARA COLOCACIÓN DE SONDA.-** Es importante la colocación de tubería de  $\frac{3}{4}$ " por donde ingresarán los sensores de nivel para la medición del nivel estático y dinámico del pozo, la colocación se hará un metro sobre la rejilla de succión según recomendación de la parte operativa dada por Sedapal.

**2.3 OPTIMIZACIÓN EN EL EQUIPAMIENTO DEL EQUIPO DE CLORACIÓN.-** A continuación se mostraran los criterios adecuado para optimizar el equipamiento hidráulico en la caseta de cloración:

**2.3.1 TIPO DE CONEXIÓN EN LA CLORACIÓN.-** Para el requerimiento del equipo de cloración es importante tener datos del proyecto los cuales serán entregados al proveedor para la selección del tipo de equipo de cloración a continuación realizaremos el detalle de ellos enfocados en el tema de investigación en el cual la conexión típica es Instalación tipo by-pass (succión y descarga en la misma línea).

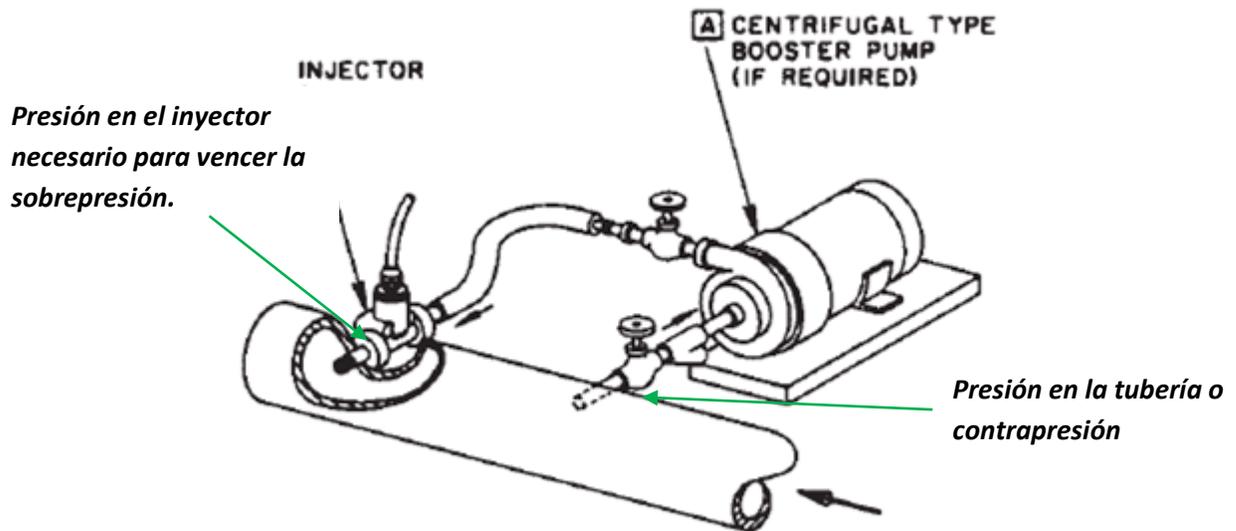


Fig. N° 30: Instalación tipo bypass, cloración al vacío

### 2.3.2 SELECCIÓN DEL DOSIFICADOR

La selección de dosificador y la dosis de aplicación son definidas en el proyecto el cual se define según la siguiente fórmula:

**DOSIS A APLICAR =QxDx0.19**

- Con la dosis a aplicar se obtendrá la dosis de aplicación además se obtendrá la selección del dosificador comercial que es el valor inmediato superior a la dosis a aplicar que está en las siguientes unidades lb/24h ó PPD.
- Q en lps.
- D en PPM o mg/l.
- el factor de 0.19 se da por la conversión de mg/s a lb/24h.

Los valores comerciales en dosificadores son los siguientes 10 PPD, 25 PPD, 50 PPD, 100 PPD.

**2.3.3 SELECCIÓN DE LA ELECTROBOMBA BOOSTER****2.3.3.1 Selección de electrobomba booster Líneas de baja presión:**

Se considera líneas de baja presión donde la contrapresión es menor a 140 psi, para la selección de la electrobomba se debe tener los siguientes datos:

- Valor de la presión en el árbol de descarga (presión de succión o contrapresión) definida de acorde al HDT definida en el proyecto.
- Valor comercial del dosificador.
- Con estos datos se ubicarán las características hidráulicas en la curva característica la electrobomba.

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de baja presión  
Para un dosificador de 10 PPD**

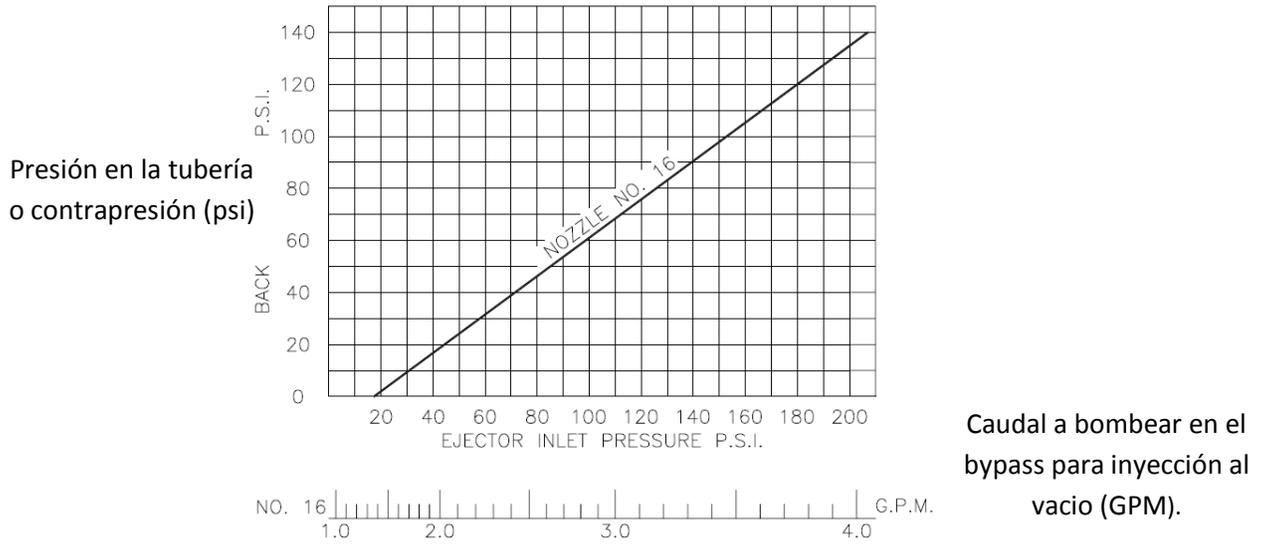


Fig. Nº 31: Presión en el inyector necesario para vencer la contrapresión(Psi).

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de baja presión  
Para un dosificador de 25 PPD**

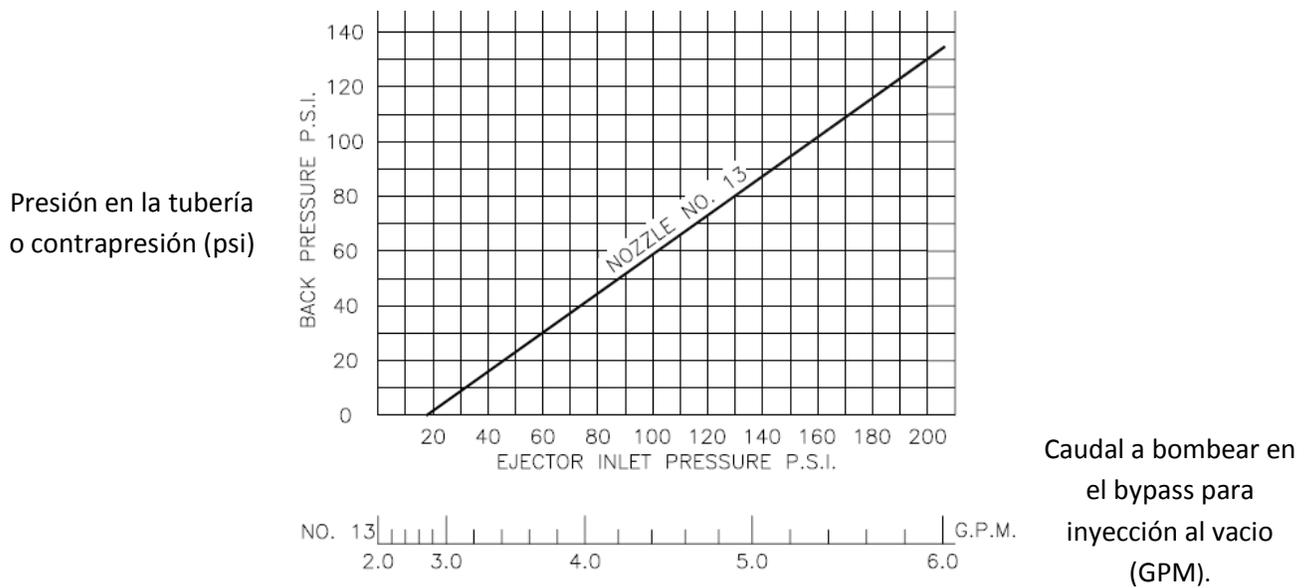
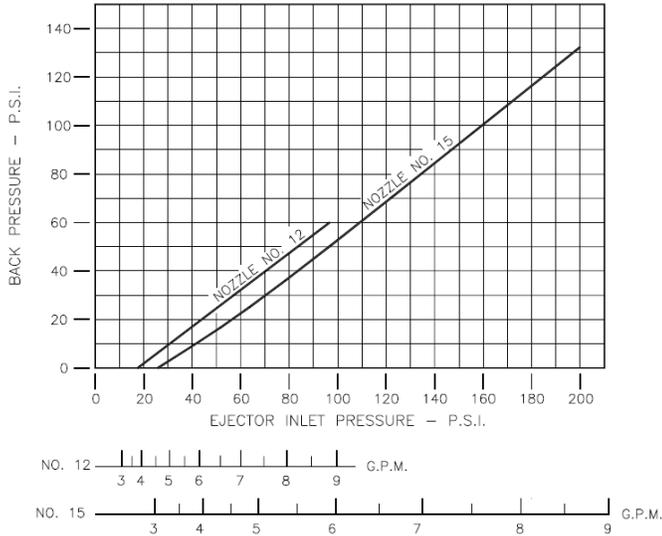


Fig. N° 32: Presión en el inyector necesario para vencer la contrapresión(Psi).

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de baja presión  
Para un dosificador de 50 PPD**

Presión en la tubería  
o contrapresión (psi)

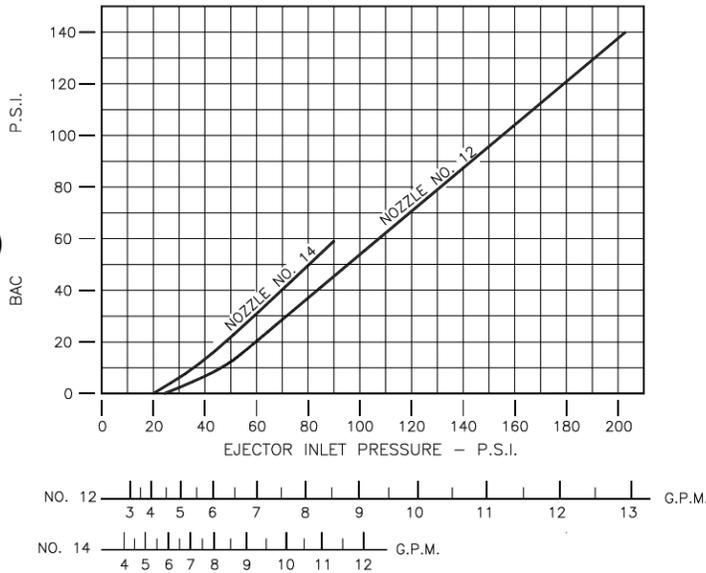


Caudal a bombear en el  
bypass para inyección al  
vacío (GPM).

Fig. N° 33: Presión en el inyector necesario para vencer la contrapresión (Psi).

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de baja presión  
Para un dosificador de 100 PPD**

Presión en la  
tubería o  
contrapresión (psi)



Caudal a bombear  
en el bypass para  
inyección al vacío  
(GPM).

Fig. N° 34: Presión en el inyector necesario para vencer la contrapresión (Psi)

### 2.3.3.2 Selección de electrobomba booster en líneas de alta presión:

Se considera líneas de alta presión donde la contrapresión es mayor o igual a 140 psi, para la selección de la electrobomba se debe tener los siguientes datos:

- Valor de la presión en el árbol de descarga (presión de succión o contrapresión) definida de acorde al HDT definida en el proyecto.
- Valor comercial del dosificador.
- Con estos datos se ubicarán las características hidráulicas en la curva característica la electrobomba.

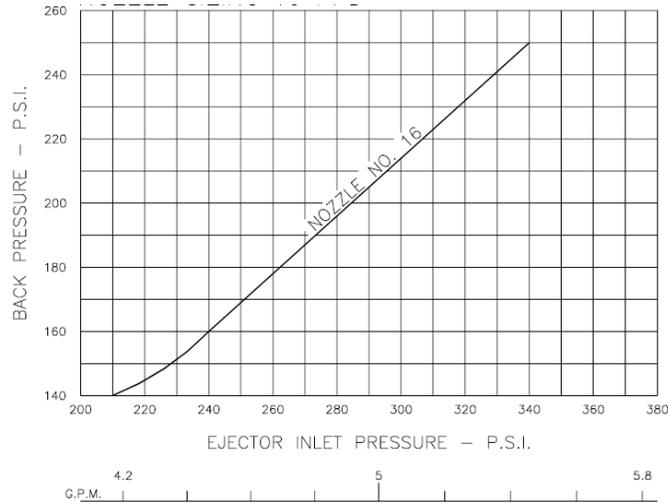
Es importante precisar que para líneas de alta presión se recomienda utilizar electrobomba booster centrífuga vertical ya que son óptimos para impulsar altas presiones, a diferencia de las electrobombas centrífuga horizontal; las electrobombas centrífugas verticales multietápicas es la opción para solucionar los temas de las contrapresiones altas.



FOTO N° 34: Electroboomba booster de alta presión.

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de alta presión  
Para un dosificador de 10 PPD**

Presión en la tubería  
o contrapresión (psi)

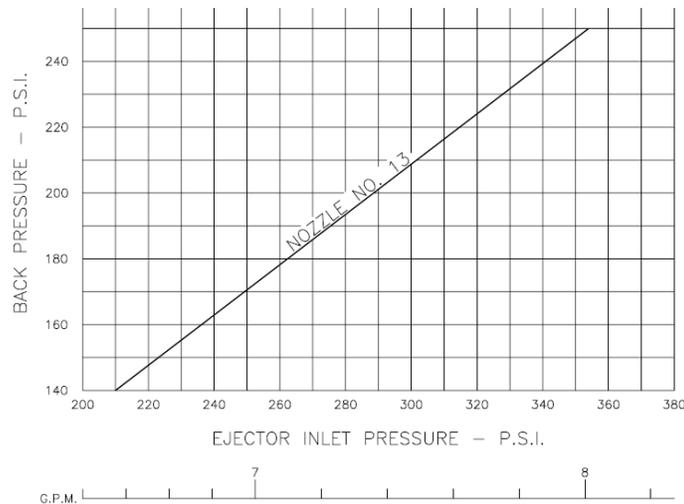


Caudal a bombear  
en el bypass para  
inyección al vacío  
(GPM).

Fig. N° 35: Presión en el inyector necesario para vencer la contrapresión (Psi).

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de alta presión  
Para un dosificador de 25 PPD**

Presión en la  
tubería o  
contrapresión (psi).



Caudal a bombear  
en el bypass para  
inyección al vacío  
(GPM).

Fig. N° 36: Presión en el inyector necesario para vencer la contrapresión(Psi).

**2.3.4 SELECCIÓN DEL INYECTOR:** Para la selección del inyector se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Presión de en el punto de descarga en el árbol hidráulico definida en el proyecto.
- HDT de la electrobomba booster definida en el proyecto.

Se debe sumar la presión aportada de la electrobomba más la presión en el punto de descarga, de acorde a la suma se busca el valor inmediato superior comercial; además de acorde a la sobrepresión se definirá si el inyector será del tipo de baja presión (menor a 140 psi) o alta presión (mayor a 140 psi).

**2.3.5 SELECCIÓN DEL MANÓMETRO:** De acuerdo al cuadro N° 23 se seleccionará el manómetro, este valor de manómetro debe estar en el intervalo de  $\frac{3}{4}$  la presión de los valores comerciales de los manómetros.

**CUADRO N° 23**

<b>RANGO DE PRESIÓN EN PSI ( VALORES COMERCIALES)</b>	<b>(3/4)x Rango de trabajo</b>
0-15	0-11,25
0-30	0-22,5
0-60	0-45
0-100	0-75
0-150	0-112,5
0-200	0-150
0-300	0-225
0-350	0-262,5

0-400	0-300
-------	-------

### 2.3.6 CASOS DE SELECCIÓN DE EQUIPOS DE CLORACIÓN:

A continuación mostraremos casos de la selección de los equipos de cloración en obras realizadas en los diferentes conos de lima:

#### Ejemplo N °01: Pozo tubular PP-3 esquema Ñaña

##### PARA EL DOSIFICADOR

Dosis de aplicación definida en el proyecto el cual se define según la siguiente fórmula:

$$\text{DOSIS A APLICAR} = Q \times D \times 0.19$$

- Con la dosis a aplicar se obtendrá la dosis comercial que es el valor inmediato superior a la dosis a aplicar que está en las siguientes unidades lb/24h.
- $Q = 33$  lps.
- $D = 1.5$  mg/l.
- El factor de 0.19 se da por la conversión de mg/s a lb/24h.

$$\text{DOSIS A APLICAR} = 33 \times 1.5 \times 0.19 = 9.45 \cong 10 \text{ lb/24h ó PPD}$$

En el cálculo de la dosis a aplicar se obtiene un valor de 10 PPD con este resultado se hará la dosificación en la operación del sistema, sin embargo para elegir el tipo de dosificador se tienen valores comerciales de 10 PPD, 25 PPD, 50 PPD, 100 PPD; de acuerdo a esos valores comerciales se utilizara un dosificador que sería el inmediato superior que es de **10 PPD**.

##### PARA LA ELECTROBOMBA BOOSTER

- Presión en el árbol de descarga (contrapresión)=60 m = 85. 32 psi
- En este caso utilizamos la curva para seleccionar el equipo booster para líneas de baja presión y de 10 PPD de dosificación.

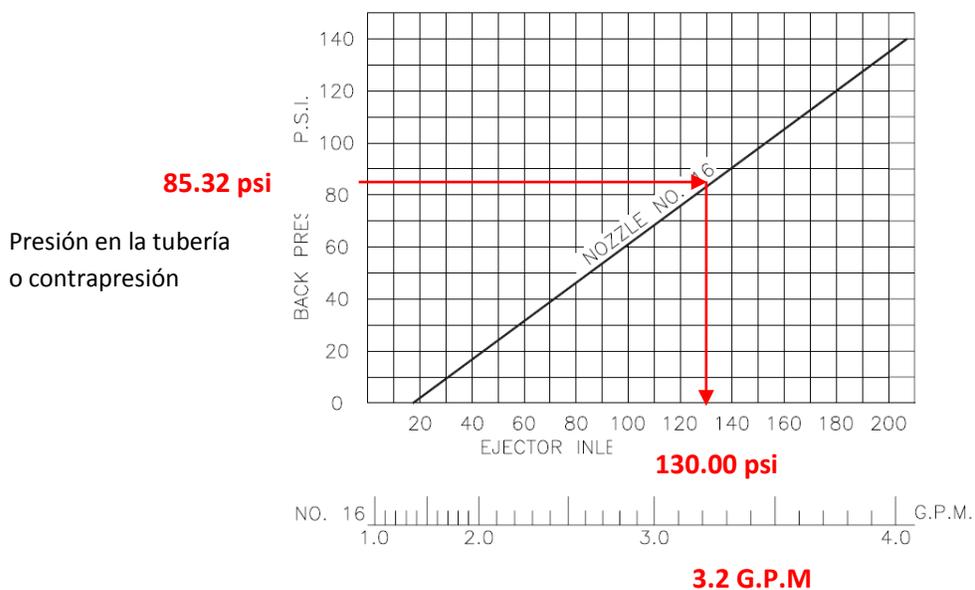


Fig. N° 37: Presión en el inyector necesario para vencer la contrapresión.

- De la figura N° 37 se obtiene que para generar vacío se debe obtener una presión en el inyector de 130 psi, por lo cual la bomba debe adicionar la siguiente presión:  

$$\text{HDT bomba} = P_{\text{inyector}} - P_{\text{tubería}} + H_f$$

$$\text{HDT bomba} = 130 - 85.32 + 4 = 48.68 \text{ psi} = 34.3 \text{ m}$$
- El caudal que se obtiene de la curva es el siguiente:  

$$Q = 3.2 \text{ GPM} = 0.20 \text{ LPS}$$
- Por lo cual la electrobomba debe tener las siguientes características hidráulicas:  

$$\text{HDT} = 35 \text{ m con un caudal } Q = 0.20 \text{ lps.}$$

### PARA EL INYECTOR

Se tienen los siguientes datos:

- Presión en el árbol de descarga= $HDT-ND-h_f=60\text{ m} = 85.32\text{ psi}$
- Presión aportada por electrobomba booster = $35\text{ m} = 49.7\text{ psi}$
- Presión en inyector =  $85.32 + 49.7=135.02\text{ psi}$ .

La selección del inyector debe ser de baja presión ya que la presión de aplicación es de 135.02 por lo cual **el inyector debe ser de 200 psi** y si tiene una contrapresión de 85.32 psi se debe comprar del siguiente **rango de 0 hasta 140 psi**.

### PARA EL MANÓMETRO

Se tienen los siguientes datos:

- Presión en el árbol de descarga= $60\text{ m} = 85.32\text{ psi}$
- Presión aportada por electrobomba booster = $80\text{ m} = 113.76\text{ psi}$
- Presión en manómetro =  $85.32 + 113.76=199.08\text{ psi}$

**CUADRO Nº 24**

<b>RANGO DE PRESION EN PSI ( VALORES COMERCIALES)</b>	<b>(3/4)x Rango de trabajo</b>	<b>SELECCIÓN</b>
0-15	0-11,25	
0-30	0-22,5	
0-60	0-45	
0-100	0-75	
0-150	0-112,5	
0-200	0-150	
<b>0-300</b>	<b>0-225</b>	<b>Rango seleccionado</b>
0-350	0-262,5	
0-400	0-300	

Según el cuadro N° 24 la presión en el manómetro es de 199.08 por lo cual según la tabla se encuentra dentro del de 0-225 psi para lo cual se necesita un manómetro de 0-300 PSI.

#### PARA EL SENSOR PIEZOMETRICO DE PRESION

Se tienen los siguientes datos:

- Presión en el árbol de descarga=60 m = 85.32 psi=6 bar
- Presión aportada por electrobomba booster =80 m = 113.76 psi = 8 bar
- Presión en manómetro = 85.32 + 113.76=199.08 psi = 14 bar

**CUADRO N° 25**

RANGO DE PRESION EN BAR ( VALORES COMERCIALES)	SELECCIÓN
0-1	
0-10	
0-16	
0-25	
0-150	
0-200	
0-300	Rango seleccionado
0-350	
0-400	

La presión en el manómetro es de 199.08 por lo cual según la tabla se encuentra dentro del de 0-225 psi para lo cual se necesita un manómetro de 0-300 PSI.

## ACCESORIOS DE CONEXIÓN A ELECTROBOMBA BOOSTER



FOTO N° 35

**Antes de la electrobomba booster** los accesorios soportaran una presión de 60 m equivalente 85.32 PSI que es la presión que se transmite del árbol por lo cual los accesorios recomendados a utilizar serían los siguientes:

- Accesorios de FG o bronce (válvula de bola, codo, filtro, unión universal) el cual trabaja hasta presiones de 150 psi.
- Manguera reforzada es importante su colocación para que sirva de amortiguamiento para el golpe de ariete, no puede ser muy largo ya que no tendríamos estabilidad en la conexión.

**Después de la electrobomba booster y antes del inyector** se tendrá una presión de 199 psi según los cálculos anteriores, por lo cual se tendrá que utilizar tubería de acero inoxidable ya que comercialmente los accesorios de FG trabajan hasta 150 psi, por lo cual se utilizara accesorios de acero inoxidable que trabajan hasta 3000 psi.

**Después del inyector** el agua se mezcla con el cloro por lo cual los accesorios a colocar deben ser de un material que no sufra ante los ataques de cloro (corrosión), además que soporte la alta presión en este caso de 199 psi o 140 m, por lo cual se colocara los siguientes accesorios:

- Válvula de bola de PVC que soporte la corrosión contra el cloro además debe ser pesado de clase PN15 (tipo gris) el cual soportara la alta presión de 140 m.
- Difusor de PVC que se inserte internamente por una copla soldable a la tubería principal del árbol hidráulico, este debe ingresar hasta el eje de la tubería.



FOTO N° 36: Válvula de bola gris para gran presión y soporte al ataque químico

### Ejemplo N °02: Pozo tubular P-359 esquema Tambo Viejo Cieneguilla

#### PARA EL DOSIFICADOR

Dosis de aplicación definida en el proyecto el cual se define según la siguiente fórmula:

$$\text{DOSIS A APLICAR} = Q \times D \times 0.19$$

- Con la dosis a aplicar se obtendrá la dosis comercial que es el valor inmediato superior a la dosis a aplicar que está en las siguientes unidades lb/24h o PPD
- $Q = 19.5$  lps.
- $D = 1$  mg/l.
- el factor de 0.19 se da por la conversión de mg/s a lb/24h.

**DOSIS A APLICAR =  $19.5 \times 1 \times 0.19 = 3.71 \cong 4$  lb/24h ó PPD**

En el cálculo de la dosis a aplicar se obtiene un valor de 4 PPD con este resultado se hará la dosificación en la operación del sistema, sin embargo para elegir el tipo de dosificador se tienen valores comerciales de 10 PPD, 25 PPD, 50 PPD, 100 PPD; de acuerdo a esos valores comerciales se utilizara un dosificador que sería el inmediato superior que es de **10 PPD**.

**PARA LA ELECTROBOMBA BOOSTER**

- Presión en el árbol de descarga (contrapresión)=131.8 m = 187.46 psi
- En este caso utilizamos la curva para seleccionar el equipo booster para líneas de alta presión y de 10 PPD de dosificación.

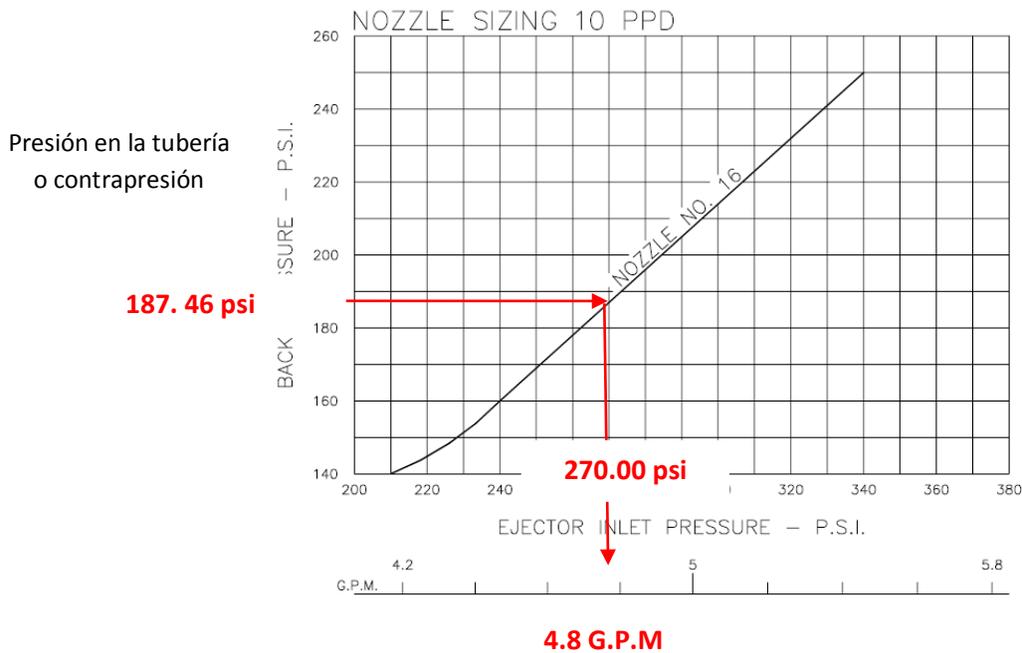


Fig. N° 38: Presión en el inyector necesario para vencer la contrapresión

- De la figura N° 38 se obtiene que para generar vacío se debe obtener una presión en el inyector de 270 psi, por lo cual la bomba debe adicionar la siguiente presión

$$\text{HDT bomba} = P_{\text{inyector}} - P_{\text{tubería}} + H_f$$

HDT bomba =  $270 - 187.46 + 4 = 84.54$  psi = 59.5 m

- El caudal que se obtiene de la curva es el siguiente:  
Q=4.8 GPM = 0.30 LPS
- Por lo cual la electrobomba debe tener las siguientes características hidráulicas  
HDT = **59.5 m** con un caudal Q=**0.30 lps**.

### PARA EL INYECTOR

Para el caso del pozo 359 se tendrán los siguientes datos

- Presión en el árbol de descarga (contrapresión) = 131.8 m = 187.46 psi
- Presión aportada por electrobomba booster = 63 m = 89.59 psi
- Presión en el inyector =  $187.46 + 89.59 = 237.05$  psi

La selección del inyector debe ser de alta presión ya que la presión de aplicación es de 237.05 por lo cual **el inyector debe ser de 300 psi** y si tiene una contrapresión de 187.46 psi se debe comprar del siguiente **rango entre 140 y 260 psi**.

### PARA EL MANÓMETRO

Para el caso del pozo 359 se tendrán los siguientes datos

- Presión en el árbol de descarga = 131.8 m = 187.46 psi
- Presión aportada por electrobomba booster = 63 m = 89.59 psi
- Presión en manómetro =  $187.46 + 89.59 = 237.05$  psi

**CUADRO Nº 26**

<b>RANGO DE PRESION EN PSI ( VALORES COMERCIALES)</b>	<b>(3/4)x Rango de trabajo</b>	<b>SELECCIÓN</b>
0-15	0-11,25	
0-30	0-22,5	
0-60	0-45	
0-100	0-75	

0-150	0-112,5	
0-200	0-150	
0-300	0-225	
0-350	0-262,5	Rango seleccionado
0-400	0-300	

La presión en el manómetro es de 237.05 por lo cual según la tabla se encuentra dentro del rango 0-262,5 psi para lo cual se necesita un manómetro de 0-350 psi.

### **ACCESORIOS DE CONEXIÓN A ELECTROBOMBA BOOSTER**

**Antes de la electrobomba booster** los accesorios soportaran una presión de 131.8 m equivalente 187.46 PSI que es la presión que se transmite del árbol por lo cual los accesorios recomendados a utilizar serían los siguientes:

- Accesorios de acero inoxidable (válvula de bola, codo, filtro, unión universal), no se utilizara de ninguna manera accesorios de FG ya que los accesorios de FG trabajan solo hasta presiones de 150 psi.
- Manguera reforzada de polietileno es importante su colocación para que sirva de amortiguamiento para el golpe de ariete, no puede ser muy largo ya que no tendríamos estabilidad en la conexión.

**Después de la electrobomba booster y antes del inyector** se tendrá una presión de 237.05 psi según los cálculos anteriores, por lo cual se tendrá que utilizar tubería de acero inoxidable ya que comercialmente los accesorios de FG trabajan hasta 150 psi, por lo cual se utilizara accesorios de acero inoxidable que trabajan hasta 3000 psi.

**Después del inyector** el agua se mezcla con el cloro por lo cual los accesorios a colocar deben ser de un material que soporte los ataques de cloro (corrosión),

además de soportar la alta presión en este caso de 237.05 psi o 194.8 m, por lo cual se colocara los siguientes accesorios:

- No se podrá utilizar válvula de bola de PVC este material podrá tener la capacidad de soportar la corrosión contra el cloro, pero no se encontrara en el mercado accesorios de PVC que trabajen con 237.05 psi o 194.8 m, por lo cual el mercado presenta un nuevo accesorio llamado **el ensamble conector especial BM-111** el cual externamente es de bronce el cual tiene la capacidad de soportar hasta 500 psi e internamente viene forrado de PVC para el ataque químico del cloro.
- Difusor de PVC que se inserta internamente por una copla soldable conector a la tubería principal del árbol hidráulico, además es alojada por el ensamble, el difusor debe ingresar hasta el eje de la tubería.

### Ejemplo N °03: Pozo tubular P-844 esquema Tambo Viejo Cieneguilla

#### PARA EL DOSIFICADOR

Dosis de aplicación definida en el proyecto el cual se define según la siguiente fórmula:

$$\text{DOSIS A APLICAR} = Q \times D \times 0.19$$

- Con la dosis a aplicar se obtendrá la dosis comercial que es el valor inmediato superior a la dosis a aplicar que está en las siguientes unidades lb/24h o PPD
- $Q = 19.5$  lps.
- $D = 1$  mg/l.
- el factor de 0.19 se da por la conversión de mg/s a lb/24h.

$$\text{DOSIS A APLICAR} = 19.5 \times 1 \times 0.19 = 3.71 \cong 4 \text{ lb/24h ó PPD}$$

En el cálculo de la dosis a aplicar se obtiene un valor de 4 PPD con este resultado se hará la dosificación en la operación del sistema, sin embargo para elegir el tipo

de dosificador se tienen valores comerciales de 10 PPD, 25 PPD, 50 PPD, 100 PPD; de acuerdo a esos valores comerciales se utilizara un dosificador que sería el inmediato superior que es de **10 PPD**.

### PARA LA ELECTROBOMBA BOOSTER

- Presión en el árbol de descarga (contrapresión)=162.3 m = 230.79 psi
- En este caso utilizamos la curva para seleccionar el equipo booster para líneas de alta presión y de 10 PPD de dosificación.

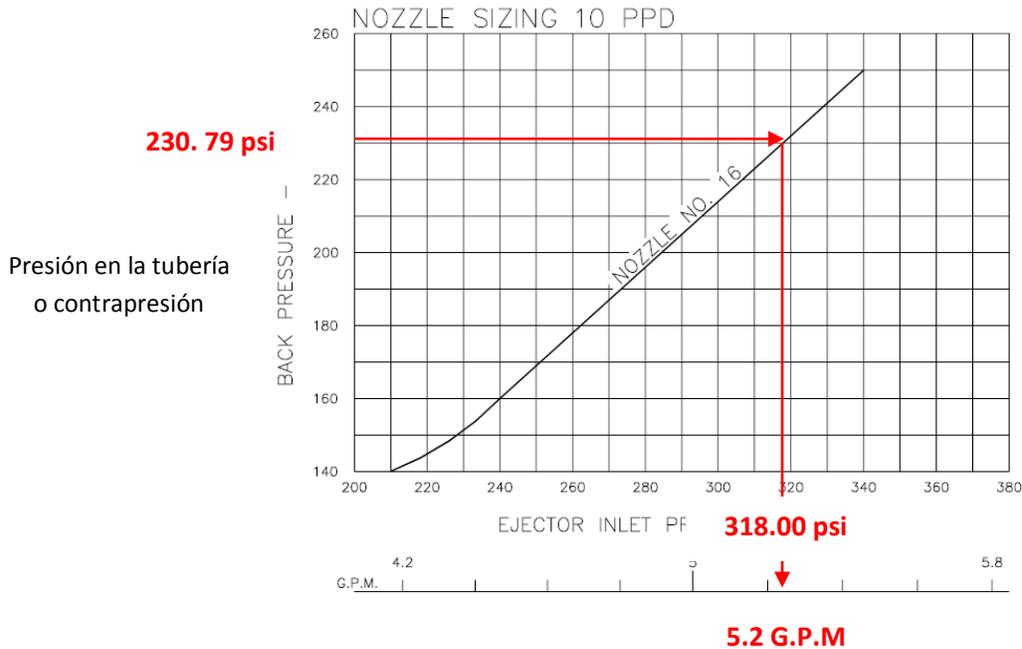


Fig. N° 39: Presión en el inyector necesario para vencer la contrapresión

- De la figura N° 39 se obtiene que para generar vacío se debe obtener una presión en el inyector de 270 psi, por lo cual la bomba debe adicionar la siguiente presión

$$\text{HDT bomba} = P_{\text{inyector}} - P_{\text{tubería}} + H_f$$

$$\text{HDT bomba} = 318 - 230.79 + 4 = 91.21 \text{ psi} = 65 \text{ m}$$

- El caudal que se obtiene de la curva es el siguiente:  
Q=5.2 GPM =0.35 LPS
- Por lo cual la electrobomba debe tener las siguientes características hidráulicas  
HDT =**65 m** con un caudal Q=**0.35lps**.

### PARA EL INYECTOR

Para el caso del pozo 844 se tendrán los siguientes datos

- Presión en el árbol de descarga=162.3 m = 230.79 psi
- Presión aportada por electrobomba booster =63 m = 89.59 psi
- Presión en el inyector = 230.79 + 89.59=320.38 psi

La selección del inyector debe ser de alta presión ya que la presión de aplicación es de 320,38 por lo cual **el inyector debe ser de 350 psi** y si tiene una contrapresión de 230.79 psi se debe comprar del siguiente **rango entre 140 y 260 psi**.

### PARA EL MANÓMETRO

Para el caso del pozo 844 se tendrán los siguientes datos

- Presión en el árbol de descarga=162.3 m = 230.79 psi
- Presión aportada por electrobomba booster =63 m = 89.59 psi
- Presión en manómetro = 230.79 + 89.59=320.38 psi

**CUADRO Nº 27**

<b>RANGO DE PRESION EN PSI ( VALORES COMERCIALES)</b>	<b>(3/4)x Rango de trabajo</b>	<b>SELECCIÓN</b>
0-15	0-11,25	
0-30	0-22,5	
0-60	0-45	
0-100	0-75	
0-150	0-112,5	

0-200	0-150	
0-300	0-225	
0-350	0-262,5	
0-400	0-300	
0-450	0-337,5	Rango seleccionado

La presión en el manómetro es de 320.38 por lo cual según la tabla se encuentra dentro del rango 0-337,5 psi para lo cual se necesita un manómetro de 0-450 psi.

### ACCESORIOS DE CONEXIÓN A ELECTROBOMBA BOOSTER

**Antes de la electrobomba booster** los accesorios soportaran una presión de 162.3 m equivalente 230.79 PSI que es la presión que se transmite del árbol por lo cual los accesorios recomendados a utilizar serían los siguientes:

- Accesorios de acero inoxidable (válvula de bola, codo, filtro, unión universal), no se utilizara de ninguna manera accesorios de FG ya que los accesorios de FG trabajan solo hasta presiones de 150 psi.
- Manguera reforzada de polietileno es importante su colocación para que sirva de amortiguamiento para el golpe de ariete, no puede ser muy largo ya que no tendríamos estabilidad en la conexión.

**Después de la electrobomba booster y antes del inyector** se tendrá una presión de 320.38 psi según los cálculos anteriores, por lo cual se tendrá que utilizar tubería de acero inoxidable ya que comercialmente los accesorios de FG trabajan hasta 150 psi, por lo cual se utilizara accesorios de acero inoxidable que trabajan hasta 3000 psi.

**Después del inyector** el agua se mezcla con el cloro por lo cual los accesorios a colocar deben ser de un material que soporte los ataques de cloro (corrosión),

además de soportar la alta presión en este caso de 320.38 psi o 225.3 m, por lo cual se colocara los siguientes accesorios:

- No se podrá utilizar válvula de bola de PVC este material podrá tener la capacidad de soportar la corrosión contra el cloro, pero no se encontrara en el mercado accesorios de PVC que trabajen con 320.38 psi o 225.3 m, por lo cual el mercado presenta un nuevo accesorio llamado **el ensamble conector especial BM-111**(ver foto N° 37) el cual externamente es de bronce el cual tiene la capacidad de soportar hasta 500 psi e internamente viene forrado de PVC para el ataque químico del cloro.
- Difusor de PVC que se inserta internamente por una copla soldable conector a la tubería principal del árbol hidráulico, además es alojada por el ensamble, el difusor debe ingresar hasta el eje de la tubería.



FOTO N° 37: Ensamble conector especial BM-111 armado ya con el difusor e inyector lista para su instalación.

### 2.3.7 OTRAS CONSIDERACIONES EN LA INSTALACION DE EQUIPO DEL EQUIPO DE CLORACIÓN

Válvula de bola del tipo gris de PVC el cual se debe instalar después de la electrobomba Booster



Válvula de bola  
tipo gris

FOTO N° 38



FOTO N° 39



FOTO N° 40: La instalación de la bomba booster centrifuga horizontal en lo óptimo debe ser alineado al punto de inyección, con ello disminuimos la utilización de accesorios para evitar las pérdidas de carga el objetivo es de mantener la presión de salida hacia el inyector para generar el vacío.

### **2.3.8 EQUIPOS COMPLEMENTARIOS**

Dentro de la caseta de cloro según la investigación se deben tener los siguientes equipos que se complementaran al equipamiento clásico de cloración al vacío, con el objetivo de la automatización de la cloración.

**2.3.8.1 INTERCAMBIADOR AUTOMÁTICO.-** El intercambiador de cloro realiza el cambio automático del balón vacío hacia el balón contenido con cloro, asegurándose así que en ningún momento se dejará de clorar el agua a suministrar, en estas condiciones es innecesario la presencia de personal para dicho cambio, garantizado así que no tendrá problemas en la continuidad de la cloración por ausencia del personal que opera el sistema.



FOTO N° 41: Intercambiador automático

**2.3.8.2 BALANZA ELECTRÓNICA.-** Aunque no se ha reglamentado la colocación de balanzas electrónicas para los pozos de bombeo actualmente SEDAPAL está requiriendo de una manera especial la utilización de ello, el tipo de balanza electrónica se conoce comercialmente como celdas de carga.

La utilización de la celda de carga optimizará los trabajos de operación, desde un centro de control mediante el sistema Scada se podrá visualizar los pesos que se tienen en los balones. En la programación de la automatización cuando la celda de carga detecta que ambos balones de encuentran vacíos el sistema de automatización realizará de manera automática la parada de la electrobomba dejando así de bombear agua sin cloro.



FOTO N° 42: Celda de carga para el peso de balones de cloro.

De acuerdo al análisis que realizo en el capítulo V se tienen las siguientes especificaciones técnicas a proponer:

## **CAP V**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LOS POZOS TUBULARES**

#### **Requerimientos en la arquitectura en la caseta de válvulas superficiales**

1. El ambiente del que aloja el equipamiento hidráulico - eléctrico del sistema de bombeo debe ser independiente del ambiente donde ira alojado los balones de gas y sus dispositivos complementarios.
2. Se debe disponer de ingreso libre de la maquinaria de perforación hasta la boca del pozo para lo cual la puerta de ingreso debe ser como mínimo de 4m de ancho.

3. Radio de giro para montaje y desmontaje en la boca del pozo será de una radio de acción de 1.90 m como mínimo.
4. Para el mantenimiento correctivo el Radio de giro debe ser como mínimo de 1.50 m.
5. Se debe contar con losas removibles para la protección del equipo de bombeo en su funcionamiento, los cuales deben un tipo de seguridad interna contra robos.
6. Hacia el ingreso de la boca del pozo no se debe proyectar ninguna loza maciza o loza aligerada o viga para que haya libre acceso, todo debe estar cubierta solo con losas removibles.

#### **Requerimientos en la arquitectura para la caseta de cloro.**

7. Se debe considerar ventilación inferior mediante ventanillas en el muro de la caseta, el cual estará a la altura del piso, ya que el gas cloro tiende a depositarse en el suelo por su mayor peso que el aire.
8. En la puerta se debe considerar rejillas inferiores, ya que el gas cloro tiende a depositarse en el suelo por su mayor peso que el aire; además la puerta de ingreso a la caseta de cloro se debe abrir hacia afuera.
9. Se debe considerar un ventanilla de inspección entre la caseta de válvulas y de cloro para observar las lecturas que se tienen en el rotámetro el cual es el instrumento de medición de cloro en la parte del dosificador.

### **Electrobomba para pozo tubular**

10. Para pozos tubulares que se encuentran en zonas urbanas se utilizará electrobomba sumergible, en caso de pozos tubulares alejados con un mínimo de 200 m de las zonas de vivencia se considerara electrobomba de turbina vertical.

11. Para la instalación de una electrobomba es importante la información de las condiciones de equipamiento hidráulico de la electrobomba, dicha información se obtiene de la coordinación realizada con el especialista de aguas subterráneas responsable de la etapa de perforación del pozo. Se deben tener en cuenta las siguientes condiciones de equipamiento hidráulico:

- Rectitud del pozo
- Tener el visto bueno mediante las pruebas de bombeo o aforo del pozo, donde el caudal y HDT del equipo a instalar serán las óptimas para una buena explotación del pozo.
- Mediante el desarrollo del pozo se debe asegurar que el pozo está limpio de arena.
- Contar con la información del perfil del pozo donde se observen los tramos de tubería ciega y filtros.

12. Con la información entregada por el equipo de perforación

- Se debe considerar que el nivel del equipo de bombeo como mínimo debe estar 15 m debajo del nivel dinámico del pozo para asegurarnos que el equipo en ningún caso debe bombear en vacío además debe estar como mínimo 3 m por encima del fondo del pozo para no arrastrar sedimentos.
- El equipo de bombeo debe estar en tramo de tubería ciega para que al bombear no absorba arena lo cual produciría el arenamiento del

equipo, en especial la canastilla que está por debajo de los tazones por donde hace ingreso el agua.

### **Árbol hidráulico**

13. Dentro del árbol hidráulico de un pozo tubular para el operación manual se debe contar con dos válvulas las cuales son las siguientes:

**Válvula de regulación.**- La ubicación de la válvula de regulación debe ser primera en la ubicación después de la electrobomba ya que cumplirá la función de regulación de caudal, la función de regulación se da por los siguientes casos:

-Al momento de arranque de la bomba es importante la regulación del caudal, el cual mediante la estrangulación se va variando el HDT, de acuerdo a la curva de selección de la electrobomba.

-Regular el caudal ya sea por mayor demanda o menor demanda del punto de abastecimiento.

**Válvula de hermetización o sectorización.**- La importancia de la válvula es la sectorización del árbol hidráulico con respecto a línea de impulsión esta sectorización es importante para los siguientes casos:

- Mantenimiento del árbol hidráulico.

- Calibración del medidor de caudal.

14. Se deberá considerar una válvula de control de bomba para pozo profundo.

La válvula de control de bombas de pozo profundo tiene por función proteger al árbol hidráulico y la tubería de impulsión de los golpes causados por el arranque y parada de la electrobomba, además de eliminar impurezas que se pueden tener al momento de arranque (arena en la columna del pozo).

15. El funcionamiento de la válvula de control de pozo profundo debe tener la secuencia de operación según el cuadro del anexo N° 03.

16. El tiempo en que la válvula se encontrará abierta desde el inicio que arranca la electrobomba se define de acorde a la calidad del agua, para ello la válvula se debe cerrar totalmente una vez que se asegure que el agua tenga una turbiedad de 0 UNT, este tiempo se definirá en el arranque del sistema, además de llevar un monitoreo continuo de la turbiedad del agua.
17. Se considerará la utilización de una válvula clapeta en la salida de la purga hacia la caja de limpia, necesaria para evitar el ingreso de insectos o roedores hacia el pozo cuando la válvula de control de bombas se encuentre abierta.
18. Los accesorios que detectan la presión para la operación de la válvula de control de bombas y anticipadora de onda deben ser de acero inoxidable.
19. Para la válvula de control cumpla con su función de manera óptima se preverá tener condiciones hidráulicas y eléctricas, la condición hidráulica consiste en tener presión estática en la línea de impulsión y para la condición eléctrica se cuenta con un solenoide el cual trabaja de acorde al arranque y parada de la electrobomba.
20. Es necesario precisar que al momento de realizar el requerimiento se debe tener conocimiento de que una válvula de control de bomba y una válvula de control de bomba de pozo profundo son diferentes por su tipo de operación y morfología, ya que en muchos casos al realizar el requerimiento no se precisa ello, motivo por el cual en vez de instalar la válvula de control de bomba de pozo profundo se llega a instalar una válvula de control de bomba, la válvula de control de bombas se instalan en caso de cisternas.
21. Se considerará la utilización de la válvula anticipadora de onda, ya que para eliminar los golpes de ariete la válvula se encontrará abierta antes de la

llegada de la sobrepresión, ello porque la apertura de la válvula se da con la caída de presión al momento de la parada de la electrobomba.

22. Se utilizará válvula antiretorno o check de cierre lento para evitar el regreso del flujo de la línea de la impulsión, con la válvula antiretorno de cierre lento se tienen menores pérdidas de carga y mayor amortiguamiento ante las sobrepresiones a diferencia de la válvulas antiretorno de cierra rápido que no prevén dichos problemas.
23. La purga de la válvula de control de bombas y anticipadora debe tener salida a la caja de purga de manera independiente según lo que se considera en la instalación típica del anexo N° 04.
24. Se debe contar para la medición de presión con un sensor piezométrico y un manómetro, el sensor está configurado dentro de la automatización del sistema y si tiene alguna falla en el sensor se tendrá de contingencia el manómetro.
25. Es importante la colocación de 2 puntos de toma de presión, los cuales son para la medición de la presión de descarga y la presión en el inicio de la línea de impulsión, la ubicación de los puntos de toma de presión se debe considerar de acorde a la instalación típica del anexo N° 05.
26. Es importante la colocación de tubería de  $\frac{3}{4}$ " por donde ingresaran los sensores de nivel para la medición del nivel estático y dinámico del pozo, la colocación se hará un metro sobre la rejilla de succión.

### **Equipo de cloración**

27. La conexión que se debe tener para la cloración será la instalación tipo by-pass o cloración al vacío donde la succión y descarga se conectan en la misma línea.

28. La selección de dosificador y la dosis de aplicación son definidas en el proyecto el cual se define según la siguiente fórmula:

$$\text{DOSIS A APLICAR} = Q \times D \times 0.19$$

- Con la dosis a aplicar se obtendrá la dosis de aplicación además se obtendrá la selección del dosificador comercial que es el valor inmediato superior a la dosis a aplicar que está en las siguientes unidades lb/24h ó PPD.

- Q en lps.

-D en PPM o mg/l.

-el factor de 0.19 se da por la conversión de mg/s a lb/24h.

Los valores comerciales en dosificadores son los siguientes 10 PPD, 25 PPD, 50 PPD, 100 PPD.

29. Selección de electrobomba booster dependen de presión en línea para lo cual se considera líneas de baja presión donde la contrapresión es menor a 140 psi, y línea de alta presión cuando la contrapresión es mayor de 140 psi.

30. Para la selección de la electrobomba booster en líneas de baja presión se debe tener los siguientes datos:

- Valor de la presión en el árbol de descarga (presión de succión o contrapresión) definida de acorde al HDT definida en el proyecto.
- Valor comercial del dosificador.
- Con estos datos se ubicará en las gráficas del anexo N° 06 los parámetros hidráulicos característica la electrobomba.

La electrobomba puede ser del tipo centrifuga horizontal y vertical.

31. Para la selección de la electrobomba booster en líneas de alta presión se debe tener los siguientes datos:

- Valor de la presión en el árbol de descarga (presión de succión o contrapresión) definida de acorde al HDT definida en el proyecto.
- Valor comercial del dosificador.
- Con estos datos se ubicará en las gráficas del anexo N° 07 los parámetros hidráulicos característica la electrobomba.

La electrobomba debe ser del tipo centrifuga vertical.

32. Para la selección del inyector se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Presión de en el punto de descarga en el árbol hidráulico definida en el proyecto.
- HDT de la electrobomba booster definida en el proyecto.

Se debe sumar la presión aportada por la electrobomba más la presión en el punto de descarga del árbol hidráulico con este valor se realizará el requerimiento al valor comercial.

33. De acuerdo al cuadro del anexo N° 08 se seleccionará el rango del manómetro, este valor de rango de trabajo del manómetro debe estar en el intervalo de  $\frac{3}{4}$  la presión de los valores comerciales de los manómetros.

34. Se debe considerar unas válvulas de bola antes y después de la electrobomba booster para facilitar los trabajos de mantenimiento en el equipo de cloración, la válvula de bola que se ubica después de la electrobomba booster debe ser de material termoplástico, tipo gris y pesado el cual es resistente a los ataques químicos del cloro.

35. Los accesorios de conexión del by-pass que se encuentran antes de la electrobomba deben ser de Fierro galvanizado o de bronce y los accesorios que se ubican después de la electrobomba deben ser de acero inoxidable para garantizar la resistencia al ataque químico y la alta presión el cual se da porque hay una adicional de presión aportada la bomba.
36. Para líneas de alta presión no se podrá utilizar válvula de bola termoplástica tipo gris a el cual tiene resistencia al ataque químico del cloro, sin embargo no tendrá soporte a la alta presión por ello se utilizara **el ensamble conector especial BM-111**; el ensamble es de material de bronce que tiene la capacidad de soportar hasta 500 psi e internamente viene forrado de PVC para el ataque químico del cloro.
37. Se debe considerar un difusor de PVC que se inserta internamente a la tubería principal del árbol hidráulico, el cual estará dentro del ensamble conector especial BM-111, el difusor debe ingresar hasta el eje de la tubería.
38. Para una mejora con el sistema de automatización dentro de la caseta de cloro se deben tener los siguientes equipos y accesorios que se complementaran al equipamiento clásico de cloración al vacío que se tiene en los pozos:
- **INTERCAMBIADOR AUTOMÁTICO.**- El intercambiador de cloro realiza el cambio automático del balón vacío hacia el balón contenido con cloro, asegurándose así que en ningún momento se dejará de clorar el agua a suministrar.
  - **BALANZA ELECTRÓNICA.**- Utilizar balanza electrónica del tipo celda de carga, ya que la estación estará conectado al Scada desde un centro de control se podrá visualizar los pesos que se tienen en los balones.

**CAP – VI**  
**PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS**  
**PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LOS RESERVORIOS**  
**DE AGUA POTABLE.**

## **PLANTEAMIENTO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LOS RESERVORIOS**

De la misma manera dentro del equipamiento de los reservorios se tienen los mismos problemas técnicos como anteriormente se ha visto en los otros tipos de estructuras.

A continuación se mostraran ejemplos de muchos casos donde se omite el criterio técnico para una buena operación posterior del sistema, en muchos de los casos se ha hecho participación directa en el proyecto y más que todo en la ejecución donde se ha optimizado de acorde a la evaluación realizada en sistemas existentes.

### **1. LINEA DE ADUCCIÓN EN RESERVORIOS**

**1.1 UNIÓN DE DESMONTAJE.-** Describiremos la correcta ubicación de una unión de desmontaje con el siguiente ejemplo:

Caso: Ampliación y Mejoramiento de los Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado del Esquema Tambo Viejo y Anexos- Cieneguilla y esquema Amauta y reservorio existente Santa Anita.

Estación: Reservorio línea de aducción RP-2 y RP-3.

En el proyecto

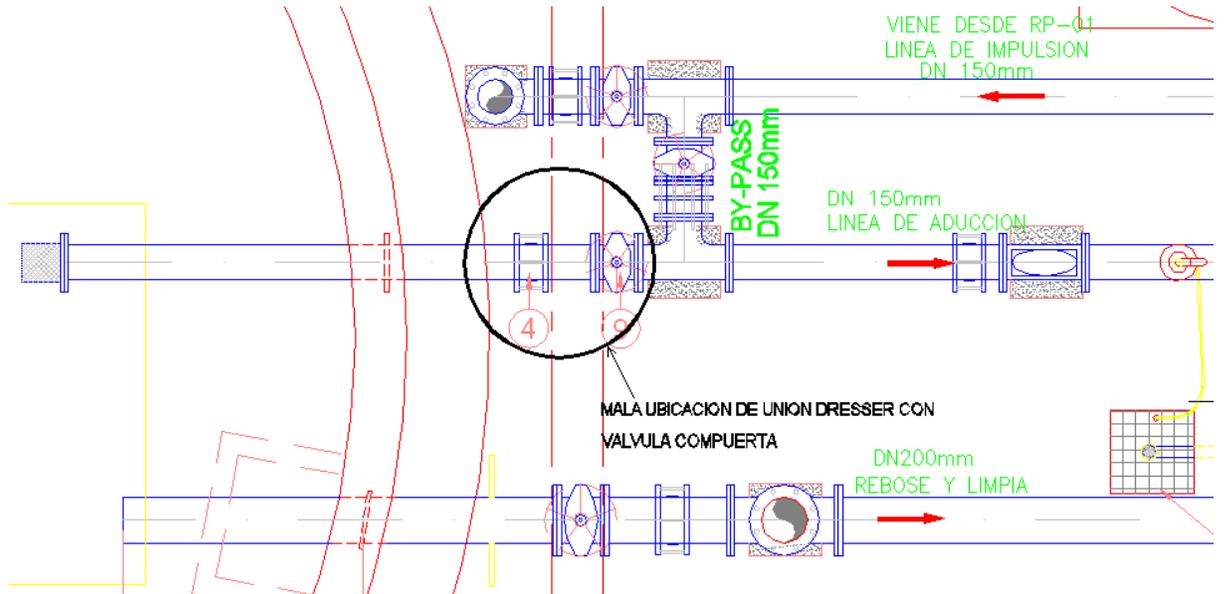


Fig. N° 40: Vista de planta en el plano de proyecto reservorio RP-02 Tambo Viejo Cieneguilla

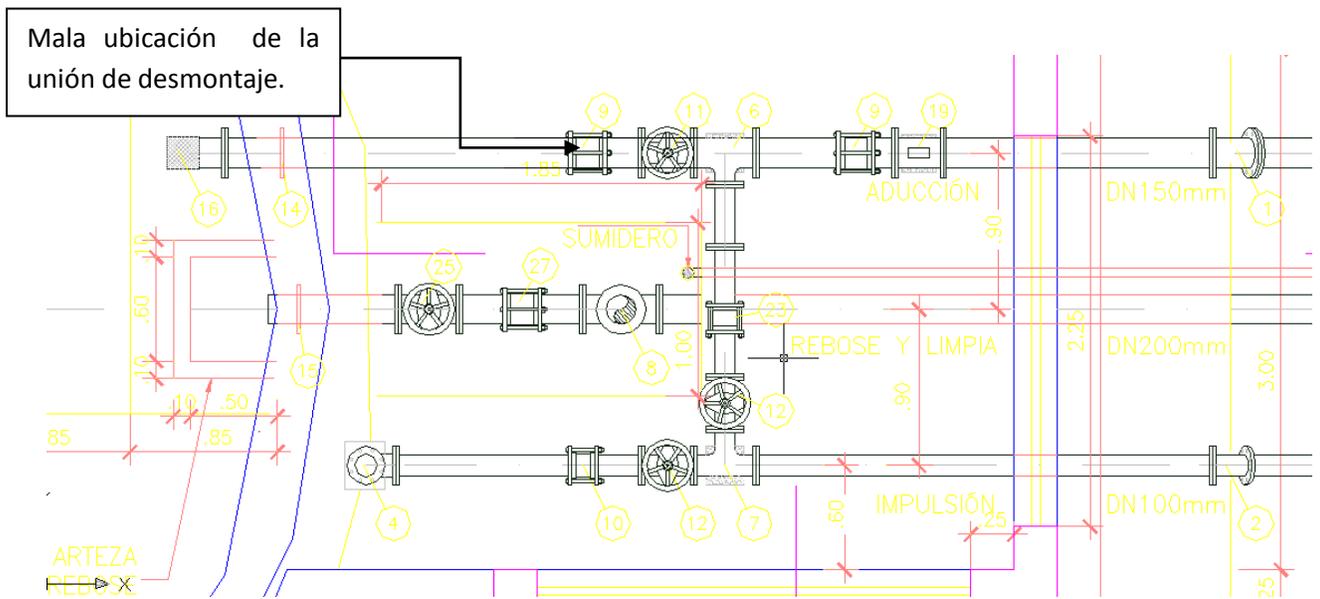


Fig. N° 41: Vista de planta en el plano de proyecto reservorio RP-3 Amauta Ate

CUADRO N° 28

OBSERVACIONES	CAUSAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mala ubicación de la unión de desmontaje (dresser) y válvula compuerta en la línea de aducción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para un eventual trabajo de mantenimiento, el accesorio de desmontaje debe ser desajustado para conseguir el desmontaje de los otros accesorios, con lo cual no se tendría control del líquido que se tiene en el reservorio, sin embargo con la válvula compuerta antes de la unión de desmontaje se podría hacer el desmontaje de los otros accesorios sin la necesidad de vaciar el líquido dentro el agua dentro del reservorio.</li> </ul>

Este tipo de problemas se encuentran también en la línea de limpia por lo cual es necesario tomar en cuenta esta observación.

En la operación

Mala ubicación de válvula de compuerta y unión autoportante (accesorio de desmontaje) en línea de aducción.



FOTO N° 43: Reservorio existente RE-2 Santa Anita Lima

**1.2 MEDIDOR DE CAUDAL.**-La importancia de la medición en la línea de aducción es importante para saber en control de la demanda del consumo sin embargo sin embargo para una correcta medición se necesita lo siguiente

-Válvula de aire para la eliminación del aire

-El caudalímetro debe ser instalado a una distancia recomendable de separación en los cuales los accesorios que produzcan interferencia (codo, tee, válvula compuerta, etc.) deben tener una distancia de separación antes y después del caudalímetro, la recomendación es dada por el fabricante.

### 1.3 VÁLVULAS DE AIRE

Caso: Reservorios existente en San Juan Lurigancho

Estación: Reservorio existente –válvula de aire en línea de aducción.

#### Válvula de aire en línea de aducción



FOTO N° 44: No se cuenta con válvula de aire para la eliminación de aire

De acorde a esta observación nace la siguiente interrogante, donde se debería ubicar la válvula de aire y el tipo de válvula de aire a utilizar, para lo cual se ha hecho una evaluación en diferentes estaciones existentes donde la ubicación de válvulas de aire no son las mismas, a continuación daremos la descripción de este estudio.

El estudio se ha basado en la evaluación de casetas existentes que cuentan con diferente ubicación de la válvula de aire, y según la base teórica se ha verificado la correcta ubicación de la válvula de aire además del tipo de válvula de aire, cuando se refiere a la ubicación se tendrán los siguientes casos:

#### **DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UBICACIÓN**

1er caso.- **Ubicación de válvula de aire aguas arriba del medidor de caudal** , las burbujas de aire tienden a acumularse en los puntos altos, como se observa en la figura las burbujas de aire tendrán un recorrido de los puntos bajos de la línea de aducción hacia la partes altas (caseta), una vez que las burbujas de aire lleguen a la caseta, lo primero que se encontraran serán con el medidor de caudal lo cual causará interferencias en la medición del caudal, las burbujas serán eliminadas después de haber hecho la interferencia.

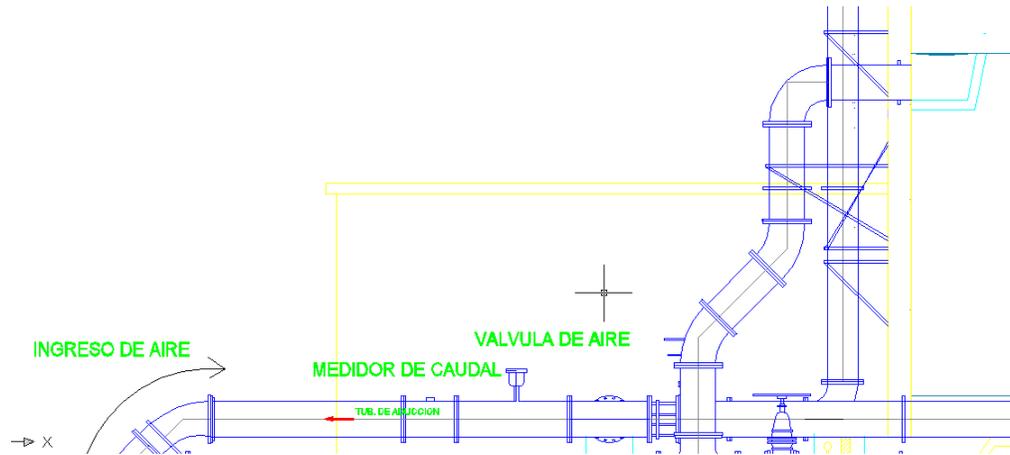


Fig. N° 42

2do caso.- **Ubicación de válvula de aire aguas abajo del medidor de caudal**, las burbujas de aire tienden a acumularse en los puntos altos, como se observa en la figura las burbujas de aire tendrán un recorrido de los puntos bajos de la línea de aducción hacia la partes altas (caseta), una vez que las burbujas de aire lleguen a la caseta, lo primero que se encontraran serán con la válvula de aire la cuales serán eliminadas antes de que lleguen al medidor de caudal cumpliendo con el objetivo de no tener interferencias con la medición de caudal.

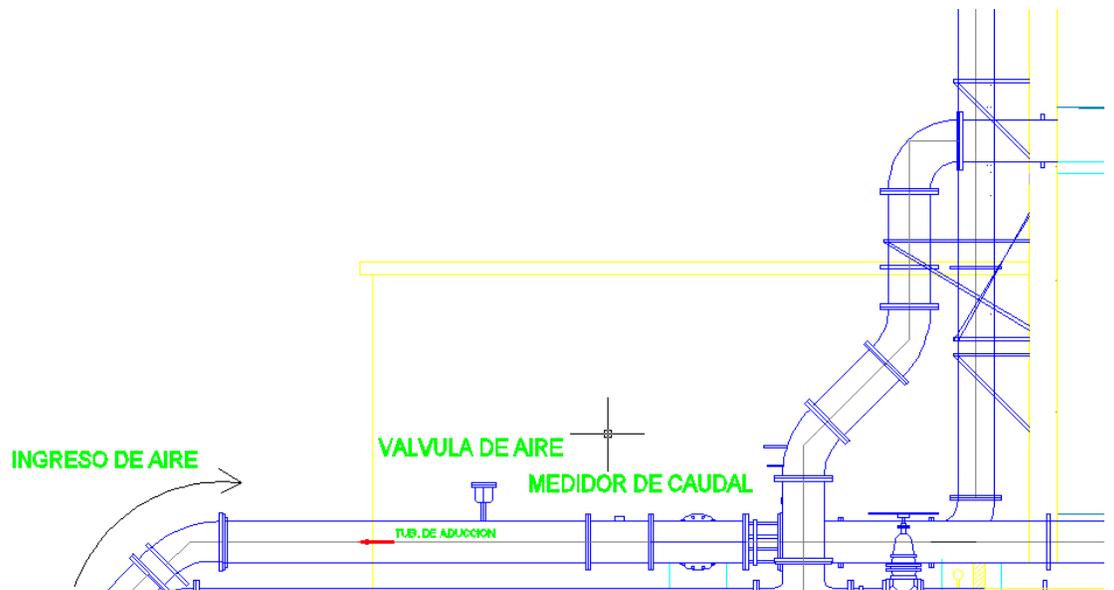


Fig. N° 43

## 2. LINEA DE IMPULSION EN RESERVORIOS

### BY PASS ENTRE ADUCCIÓN E IMPULSION



FOTO N° 45: Vista de bypass en el reservorio RP-4C San Juan de Lurigancho

## 3. TAPAS DE INSPECCION DEL RESERVORIO

Según las especificaciones se deben utilizar tapas sanitarias en todos los tanques de almacenamiento de agua, sin embargo lo que se ha visto en todas las estaciones existentes son tapas de plancha estriada de fierro que son de material metálico ya que por su oxidación son causantes de contaminación del agua, el material más utilizado para la tapa sanitaria es la fibra de vidrio.

De acuerdo al análisis que realizo en el capítulo VI se tienen las siguientes especificaciones técnicas a proponer:

## **CAP VI**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOS PROYECTOS DE EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO EN LOS RESERVORIOS DE AGUA POTABLE.**

1. En salida de la tubería de aducción y limpia se debe considerar una válvula de cierre (válvula compuerta o mariposa) con el objetivo de evitar la salida del agua del reservorio cuando se realicen los trabajos de mantenimiento en el equipamiento. Las válvulas de cierre deben ir acompañadas de un accesorio de desmontaje el cual debe ir después de la válvula de cierre tomando como referencia el reservorio.
2. Entre la línea de impulsión y aducción se debe considerar una línea de bypass en el cual se ubicará una válvula de cierre (válvula compuerta o mariposa) acompañado de su accesorio de desmontaje; el objetivo de la consideración del bypass es dotar del servicio directo de la línea de impulsión a la aducción sin almacenamiento de agua, todo ello cuando el reservorio se encuentre en mantenimiento.
3. En los reservorios de almacenamiento se considerara la utilización de un medidor de caudal del tipo compacto el cual se ubicará en la salida de la línea de aducción.
4. Se debe considerar 5 veces el diámetro después del medidor de caudal y 2 veces el diámetro antes del medidor caudal para la puesta de otros accesorios (válvula compuerta, codos, etc.) ya que estos producirían turbulencia lo cual conlleva a la mala lectura del medidor de caudal, se

pueden considerar otras distancias si el fabricante lo considera dentro de sus especificaciones del medidor de caudal.

5. En la línea de aducción se debe considerar una válvula de aire de triple efecto, su ubicación debe ser después del medidor de caudal con referencia de la salida del reservorio, con el cual se eliminará las burbujas y bolsones de aire que podrían causar interferencia en el medidor de caudal o producir cavitación.
6. Se utilizarán tapas sanitarias para la inspección en todos los tanques de almacenamiento de agua, el material a utilizar para la tapa sanitaria es la fibra de vidrio, otros materiales como tapas metálicas se oxidan generando así contaminación en el agua.

Además producto de la investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se ha mencionado los criterios técnicos para optimizar los proyectos de equipamiento hidráulico los cuales están indicados en la elaboración del tema de investigación; como se expuso en el plan de tesis se hicieron los análisis de la investigación en la fase de ejecución y operación de las más importantes estructuras hidráulicas.
- La optimización técnica de todos los tipos de equipamiento hidráulico donde se tienen tuberías, válvulas, accesorios y otros dan mejorías para un adecuado abastecimiento de agua potable desde el punto de vista de calidad y ahorro.
- Actualmente en la ciudad de Lima y provincias hay una mala coordinación entre las áreas de proyecto, ejecución y operación.

- La reglamentación nacional sobre los temas de equipamiento hidráulico no se ha actualizado de acuerdo a las nuevas demandas de la reglamentación internacional, como es el caso del tipo de material a utilizar en las tuberías y accesorios además del tipo de equipos a utilizar para los montajes hidráulicos.
- Se puede observar que las estaciones hidráulicas existentes de abastecimiento de agua potable en Lima y provincias el 100% siguen utilizando tubería y accesorios de acero o de hierro fundido dúctil sin una protección interna.
- La utilización de automatización en un sistema hidráulico se está llevando a cabo de manera parcial en especial en la ciudad de Lima, ello va favoreciendo la optimización con válvulas de control, sensores y otros, sin embargo mientras las áreas operativas conocen muy bien del tema de automatización, los proyectistas y ejecutores carecen de información.
- En la culminación de obras de un proyecto integral de abastecimiento de agua, las partidas respecto al equipamiento hidráulico suelen ser las más complicadas; ello se da por la complejidad de estos trabajos además de la falta de conocimiento de parte de los profesionales que ejecutan dicha labor.
- En la recepción de obra de un proyecto integral de abastecimiento de agua la mayor cantidad de observaciones y las más complicadas en ser levantadas son las partidas de equipamiento hidráulico, por ello este conjunto de trabajos definen la entrega de obra además del inicio de servicio de abastecimiento de agua potable.

## **10. CONCLUSIONES**

- De acuerdo a la investigación se ha elaborado y actualizado las especificaciones técnicas para los trabajos de equipamiento hidráulico en las estructuras de agua potable, los cuales se enmarcan en la normativa nacional e internacional.
- Se ha mencionado los criterios técnicos para optimizar los proyectos de equipamiento hidráulico los cuales están indicados en la elaboración del tema de investigación.
- Actualmente en la ciudad de Lima y provincias hay una mala coordinación entre las áreas de proyecto, ejecución y operación.

## **11. RECOMENDACIONES**

- Se deberían hacer estudios sobre la calidad del agua dentro de las estaciones de bombeo y de almacenamiento de parámetros fisicoquímicos que estén relacionados con los materiales que componen los accesorios, equipos y niples.
- La reglamentación nacional debería actualizar sus normas según la recomendaciones que la investigación ha observado:
- Se deben utilizar de tuberías y accesorios de Hierro fundido dúctil con protección interna de mortero de cemento.
- Mejorar la comunicación entre las fases del ciclo de vida del proyectos, muchas entidades encargadas del al abastecimiento de agua, deben seguir un plan para mejorar esta comunicación.
- Se deberá ampliar la investigación en el equipamiento de plantas de tratamiento de agua y desagüe.

## 12. BIBLIOGRAFIA

### **INFORMACION DIGITAL**

- Fuente de información paginas internet.
- [http://www.youtube.com/watch?v=9\\_iNyLCCGSQ](http://www.youtube.com/watch?v=9_iNyLCCGSQ)
- <http://www.youtube.com/watch?v=blj0Zxqrjis&feature=related>
- Páginas de internet de proveedores y fabricantes de equipos y accesorios de las componentes de una estructura hidráulica.

### **INFORMACION EN FISICO**

- Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de lima metropolitana y callao.
- Reglamento nacional de edificaciones  
OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano.  
OS.040 Estaciones de bombeo de agua para consumo humano.
- Especificaciones técnicas de ejecución en obras de SEDAPAL.
- Tesis anteriores con temas afines a la tesis propuesta.

**INFORMACION ORAL Y EN CAMPO.-** La mejor información se encontrara para las diferentes etapas de la siguiente manera:

- PROYECTO: Entrevista a los especialista y consultores en propio lugar de trabajos de gabinete.
- EJECUCION: Datos de campo de rendimientos, información de los maestros de obras o operarios en todas las etapas.

- OPERACIÓN: Entrevista a los operadores en el mismo lugar de trabajo de operaciones ya sea de cámaras de bombeo, reservorios, cámaras reductoras, etc.

13. ANEXOS:

## ANEXO N° 01

## Relación de selección de pernos por diámetro y clase de brida

[PN10](#) | [PN16](#) | [PN25](#) | Material de Junta Brida |

DIÁMETRO (mm)	TIPO BRIDA	PERNOS POR JUNTA	DIÁMETRO PERNO SIN ARANDELAS (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO UNA ARANDELA (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO DOS ARANDELAS (pulgadas)	MEDIDAS EMPAQUE DE ANILLO (mm)	MEDIDAS EMPAQUE CARA COMPLETA (mm)
100	PN10	8	5/8 x 2-1/2	5/8 x 2-1/2	5/8 x 3	100 x 164	100 x 220
100	PN16	8	5/8 x 2-1/2	5/8 x 2-1/2	5/8 x 3	100 x 164	100 x 220
100	PN25	8	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	100 x 170	-
150	PN10	8	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	150 x 220	150 x 285
150	PN16	8	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	150 x 220	150 x 285
150	PN25	8	1 x 3	1 x 3-1/2	1 x 3-1/2	150 x 225	-
200	PN10	8	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	200 x 275	200 x 340
200	PN16	12	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3	200 x 275	200 x 340
200	PN25	12	1 x 3-1/2	1 x 3-1/2	1 x 3-1/2	200 x 285	-
250	PN10	12	3/4 x 3	3/4 x 3	3/4 x 3-1/2	250 x 330	250 x 400
250	PN16	12	1 x 3-1/2	1 x 3-1/2	1 x 4	250 x 330	250 x 400
250	PN25	12	1-1/8 x 3-	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	250 x 342	-

DIÁMETRO (mm)	TIPO BRIDA	PERNOS POR JUNTA	DIÁMETRO PERNO SIN ARANDELAS (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO UNA ARANDELA (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO DOS ARANDELAS (pulgadas)	MEDIDAS EMPAQUE DE ANILLO (mm)	MEDIDAS EMPAQUE CARA COMPLETA (mm)
			1/2				
300	PN10	12	3/4 x 3	3/4 x 3-1/2	3/4 x 3-1/2	300 x 380	300 x 455
300	PN16	12	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	300 x 385	300 x 455
300	PN25	16	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	300 x 402	-
350	PN10	16	3/4 x 3	3/4 x 3-1/2	3/4 x 3-1/2	350 x 440	350 x 505
350	PN16	16	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	350 x 445	350 x 520
350	PN25	16	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	350 x 459	-
400	PN10	16	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	400 x 490	400 x 565
400	PN16	16	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	400 x 497	400 x 580
400	PN25	16	1-1/4 x 4-1/2	1-1/4 x 4-1/2	1-1/8 x 5	400 x 516	-
450	PN10	20	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	450 x 540	450 x 615
450	PN16	20	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	450 x 556	450 x 640
450	PN25	20	1-1/4 x 4-	1-1/8 x 5	1-1/8 x 5	450 x 566	-

DIÁMETRO (mm)	TIPO BRIDA	PERNOS POR JUNTA	DIÁMETRO PERNO SIN ARANDELAS (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO UNA ARANDELA (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO DOS ARANDELAS (pulgadas)	MEDIDAS EMPAQUE DE ANILLO (mm)	MEDIDAS EMPAQUE CARA COMPLETA (mm)
			1/2				
500	PN10	20	1 x 3-1/2	1 x 4	1 x 4	500 x 595	500 x 670
500	PN16	20	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	500 x 619	500 x 715
500	PN25	20	1-1/8 x 5	1-1/8 x 5	1-1/8 x 5	500 x 626	-
600	PN10	20	1-1/8 x 4	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	600 x 697	600 x 780
600	PN16	20	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5	600 x 736	600 x 840
600	PN25	20	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 6	600 x 733	-
700	PN10	24	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	1-1/8 x 4-1/2	700 x 812	700 x 895
700	PN16	24	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5-1/2	1-1/4 x 5-1/2	700 x 835	700 x 910
700	PN25	24	1-1/2 x 6	1-1/2 x 6	1-1/2 x 6-1/2	700 x 835	-
800	PN10	24	1-1/8 x 4-1/2	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5	800 x 919	800 x 1015
800	PN16	24	1-3/8 x 5-	1-3/8 x 5-	1-3/8 x 6	800 x 913	800 x 1025

DIÁMETRO (mm)	TIPO BRIDA	PERNOS POR JUNTA	DIÁMETRO PERNO SIN ARANDELAS (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO UNA ARANDELA (pulgadas)	DIÁMETRO PERNO DOS ARANDELAS (pulgadas)	MEDIDAS EMPAQUE DE ANILLO (mm)	MEDIDAS EMPAQUE CARA COMPLETA (mm)
			1/2	1/2			
800	PN25	24	1-3/4 x 6-1/2	1-3/4 x 5-1/2	1-3/4 x 7	800 x 944	-
900	PN10	28	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5-1/2	900 x 1019	900 x 1115
900	PN16	28	1-3/8 x 6	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 6	900 x 1013	900 x 1125
900	PN25	28	1-3/4 x 7	1-3/4 x 7	1-3/4 x 7-1/2	900 x 1044	-
1000	PN10	28	1-1/4 x 5	1-1/4 x 5-1/2	1-1/4 x 5-1/2	1000 x 1126	1000 x 1230
1000	PN16	28	1-1/2 x 6	1-1/2 x 6-1/2	1-1/2 x 6-1/2	1000 x 1130	1000 x 1255
1000	PN25	28	2 x 7-1/2	2 x 7-1/2	2 x 8	1000 x 1157	-
1200	PN10	32	1-3/8 x 5-1/2	1-3/8 x 6	1-3/8 x 6	1200 x 1343	1200 x 1455
1200	PN16	32	1-3/4 x 7	1-3/4 x 7-1/2	1-3/4 x 7-1/2	1200 x 1344	1200 x 1485
1200	PN25	32	2 x 8-1/2	2 x 8-1/2	2 x 8-1/2	1200 x	-

<b>MEDIDAS EMPAQUE CARA COMPLETA (mm)</b>	
<b>MEDIDAS EMPAQUE DE ANILLO (mm)</b>	1267
<b>DIÁMETRO PERNO DOS ARANDELAS (pulgadas)</b>	
<b>DIÁMETRO PERNO UNA ARANDELA (pulgadas)</b>	
<b>DIÁMETRO PERNO SIN ARANDELAS (pulgadas)</b>	
<b>PERNOS POR JUNTA</b>	
<b>TIPO BRIDA</b>	
<b>DIÁMETRO (mm)</b>	

## ANEXO Nº 02

## Torques de aplicación para empaquetaduras de lona de vinilo.

DN	Torques de apriete de los pernos para bridas	
	PN 10	PN 16
	<i>m.daN</i>	<i>m.daN</i>
40	4	4
50	4	4
60	4	4
65	4	4
80	4	4
100	4	4
125	4	4
150	4	5
200	5	6
250	6	14
300	6	12
350	6	13
400	10	17
450	12	17
500	16	28
600	18	31
700	20	35
800	36	49
1 000	38	66
1 100	39	69
1 200	51	97
1 400	62	114
1 500	72	150
1 600	87	154
1 800	Consultarnos	

El apriete de los pernos está destinado únicamente a comprimir la arandela y no tiene por objeto ejercer ningún esfuerzo de tracción sobre los elementos de la canalización.

Para el transporte de los fluidos industriales, el tipo de las arandelas de junta y los torques de apriete son diferentes. Consultarnos.

## ANEXO N° 03

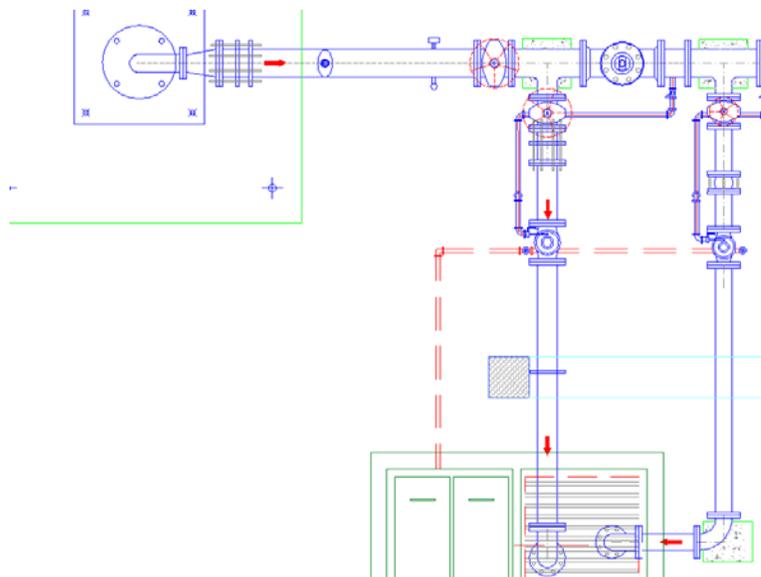
## Secuencia de operación de la válvula control de bombas de pozo profundo.

Paso	Estado de la electrobomba	Estado de la válvula	Motivo
1	Electrobomba apagada	totalmente abierta	
2	Arranca la electrobomba	La válvula se encuentra abierta en un periodo corto por lo cual el agua se dirige a la línea de purga de ahí se cierra para que el agua se dirija a la línea de impulsión.	El tiempo en que válvula debe encontrarse abierta (**) es para realizar el purgado de todas las impurezas (arenas y otros), con el cual se asegura el bombeo de agua en óptimas condiciones hacia el punto a abastecer.
3	Electrobomba en plena operación.	La válvula se encuentra totalmente cerrada ya que el agua a bombear va por la línea de impulsión.	
4	Electrobomba antes de apagarse.	La válvula se apertura.	Esta apertura se da para que el sistema no sufra golpes bruscos por el apagado de la electrobomba, es decir la electrobomba se aísla del árbol hidráulico.
5	Electrobomba apagada	totalmente abierta (*)	Se vuelve a repetir el mismo funcionamiento.

6	Falla eléctrica	La válvula de control al tener funcionamiento eléctrico dejaría de trabajar en condiciones donde se sufra una falla eléctrica.	Para ello se debe contar con una válvula anticipadora de golpe de ariete ya que su funcionamiento es netamente hidráulico donde se controla el golpe de ariete sin la necesidad de contar con energía eléctrica.
---	-----------------	--	--

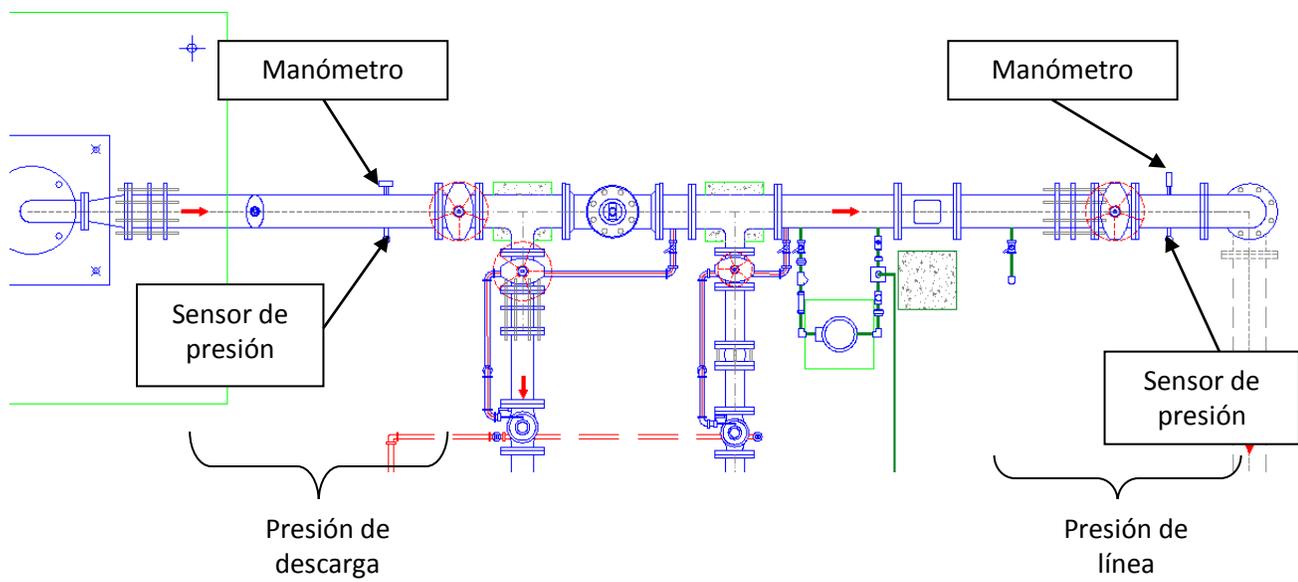
## ANEXO N° 04

**Instalación típica de la salida de purga de las válvulas de control y anticipadora de manera independiente.**



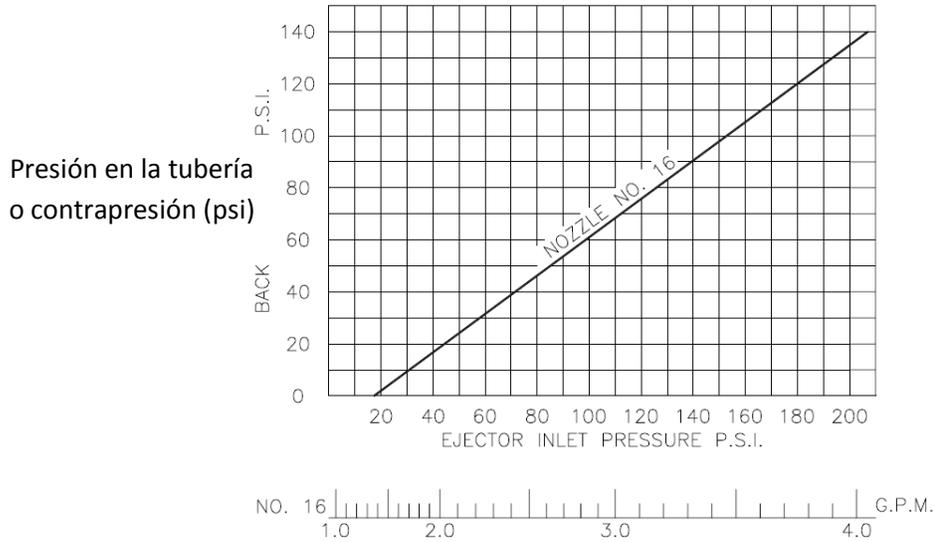
## ANEXO N° 05

## Instalación típica de la salida de puntos de toma de presión



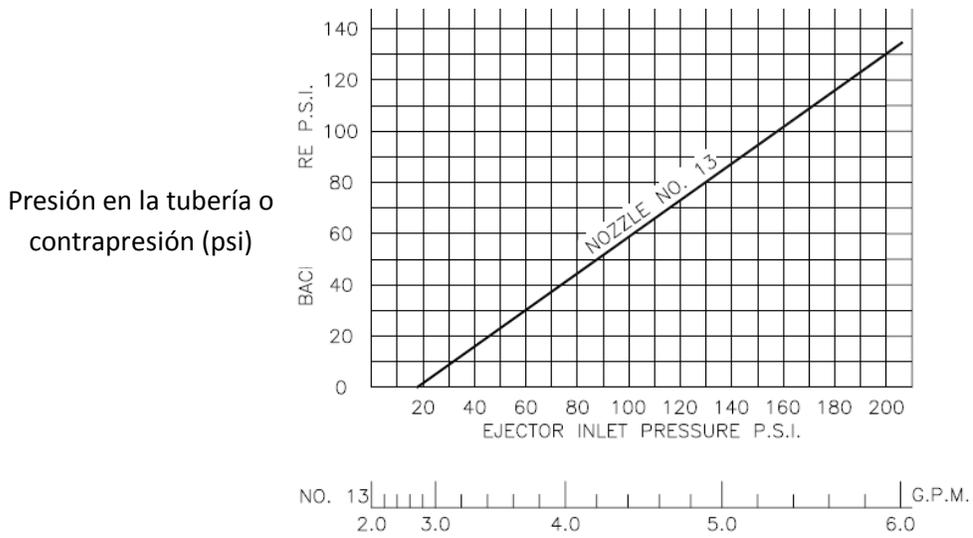
**ANEXO N°06**

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de baja presión  
Para un dosificador de 10 PPD**



Caudal a bombear en el bypass para inyección al vacío (GPM).

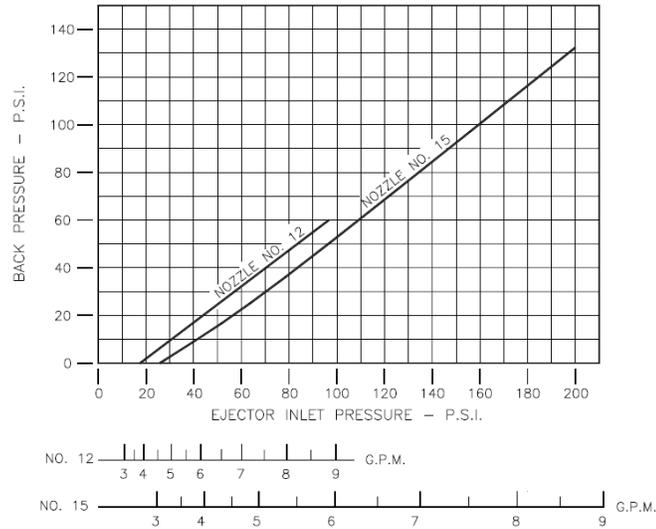
**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de baja presión  
Para un dosificador de 25 PPD**



Caudal a bombear en el bypass para inyección al vacío (GPM).

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de baja presión para un dosificador de 50 PPD.**

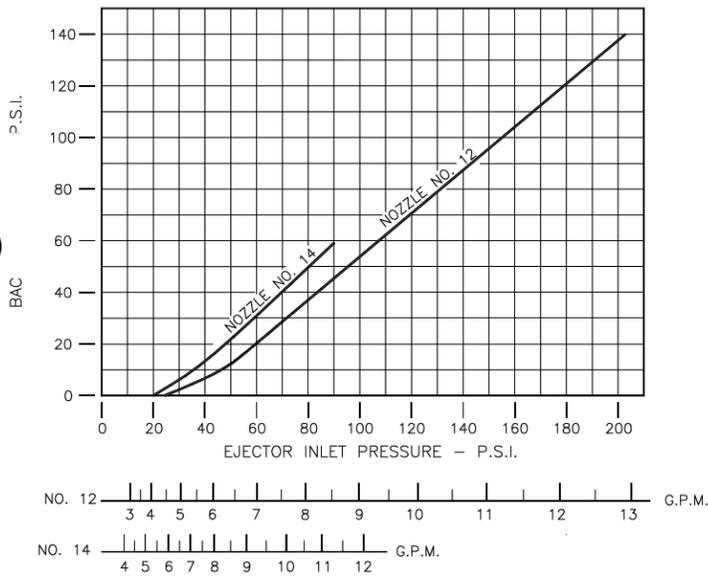
Presión en la tubería o contrapresión (psi)



Caudal a bombear en el bypass para inyección al vacío (GPM).

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de baja presión Para un dosificador de 100 PPD**

Presión en la tubería o contrapresión (psi)

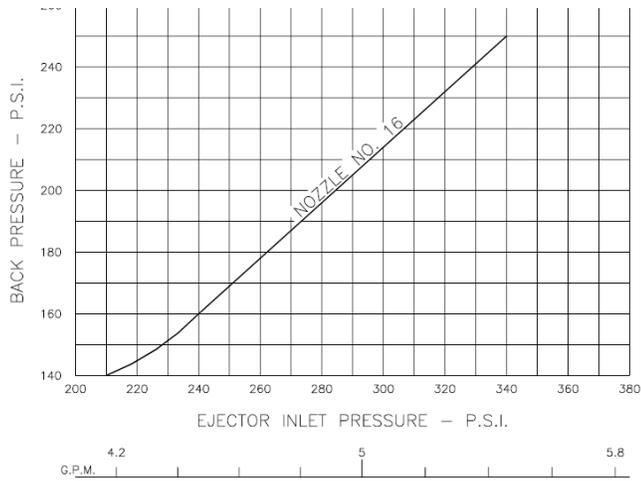


Caudal a bombear en el bypass para inyección al vacío (GPM).

**ANEXO N° 07**

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de alta presión  
Para un dosificador de 10 PPD**

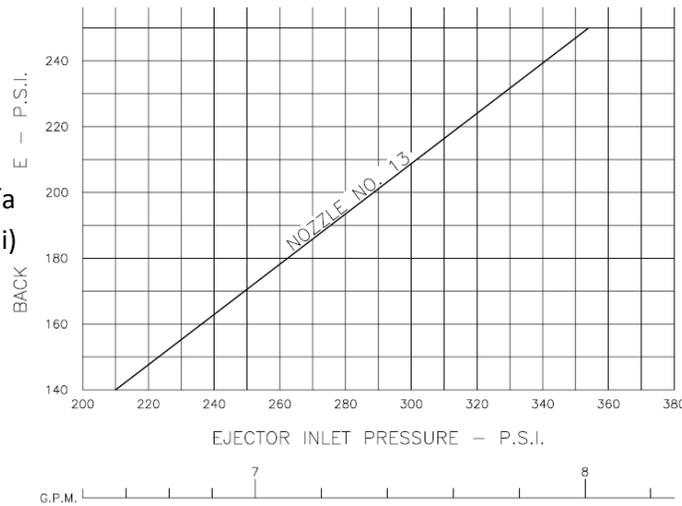
Presión en la tubería  
o contrapresión (psi)



Caudal a bombear  
en el bypass para  
inyección al vacío  
(GPM).

**Curva de selección de electrobomba booster Líneas de alta presión  
Para un dosificador de 25 PPD**

Presión en la tubería  
o contrapresión (psi)



Caudal a bombear  
en el bypass para  
inyección al vacío  
(GPM).

**ANEXO Nº 08****Cuadro de selección de rango de manómetro**

<b>RANGO DE PRESIÓN EN PSI ( VALORES COMERCIALES)</b>	<b>RANGO DE TRABAJO. (3/4 x VALOR COMERCIAL)</b>
0-15	0-11,25
0-30	0-22,5
0-60	0-45
0-100	0-75
0-150	0-112,5
0-200	0-150
0-300	0-225
0-350	0-262,5
0-400	0-300