

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

INSTALACIÓN DE UN SISTEMA HIDRONEUMÁTICO PARA EL
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN NUEVAS INSTALACIONES DE
LA PRESA DE RELAVES LINGA, SMCV

Presentado por el Bachiller:

Edwin Yens Mariaca Mesa

Para optar el Título Profesional
de Ingeniero Mecánico

AREQUIPA – PERÚ

2018

**Instalación de un Sistema Hidroneumático
para el Abastecimiento de Agua Potable
en Nuevas Instalaciones de la Presa de
Relaves Linga, SMCV**

PRESENTACIÓN

El boom de construcción en minería que ha vivido la región sur del Perú en estos últimos años ha presentado grandes oportunidades de desarrollo profesional en el área de proyectos y servicios. Particularmente en el campo de las construcciones soldadas y montaje electromecánico, donde he venido desempeñándome desde que inicié mis actividades profesionales. Líneas abajo, presento un breve resumen de mi experiencia profesional a lo largo de estos años.

Inicié mis actividades en noviembre del 2010 como *asistente de calidad* en la empresa *Meserqua SAC*, subsidiaria de la empresa de construcción y servicios *IMCO Servicios SAC*. *Meserqua*, desde sus orígenes fue concebido como una empresa de servicios dedicada a brindar soporte técnico en temas de *calidad* en construcciones soldadas, proyectos electromecánicos y mantenimiento industrial, siendo su principal cliente, *IMCO*.

En *Meserqua*, conjuntamente con *IMCO*, afrontamos interesantes proyectos de construcción para importantes clientes del sector minero como: *Yura SA*, *Southern Peru Copper Corporation SAA*, *Sociedad Minera Cerro Verde SAA*, etc. y compañías de ingeniería multinacionales como *Bechtel Inc.*, *FLSmidth SAC*, *Fluor Corporation*, etc.

Mis funciones inicialmente se centraron en la *inspección de calidad* de materiales e insumos para los distintos servicios y proyectos, posteriormente participé en el *control de calidad* en la fabricación de estructuras soldadas, incluyendo la ejecución de pruebas y ensayos no destructivos. Posteriormente involucraron el *control de calidad* de montaje de estructuras soldadas e instalación de equipos mecánicos. Mis actividades en *Meserqua* concluyeron en agosto del 2012.

Entre enero del 2013 y agosto del mismo año, laboré como *supervisor de calidad*, en la empresa contratista *VyP ICE SAC*, participando en el proyecto de *upgrade de la planta concentradora CV1* en *Sociedad Minera Cerro Verde SAA*, específicamente en el montaje de estructuras soldadas e instalación de equipos mecánicos en el *área de flotación*. Mis funciones se centraron en el cumplimiento de las especificaciones y requerimientos técnicos y de calidad del proyecto.

Entre octubre del 2013 y agosto del 2014 laboré, como *supervisor de calidad*, en la empresa de construcción *Cobra Peru SAC*. Encargado de ejecutar la construcción de una *nueva línea de molienda*,

almacenamiento y despacho de cemento para la empresa *Yura SA*. Mis funciones iniciaron con la inspección de la fabricación de estructuras soldadas, posteriormente en el control del cumplimiento de los requerimientos y especificaciones técnicas de instalación de equipos mecánicos del proyecto.

Finalmente, entre febrero del 2015 y julio del 2016 laboré como *supervisor mecánico* en la empresa contratista *ByB Murillo SAC*, nuevamente en *Sociedad Minera Cerro Verde SAA*. *ByB Murillo* es una empresa dedicada a la construcción civil, con una visión enfocada en abarcar proyectos de construcción multidisciplinarios, es por esta razón que surge la necesidad de contar con personal del área mecánica para complementar su equipo de trabajo.

En *ByB Murillo* ejecutamos varios proyectos, entre los cuales puedo mencionar: *instalación de una planta de tratamiento de aguas industriales (PTARI); montaje de estructuras soldadas para los campamentos de laboratorio, mantenimiento y operaciones de la nueva concentradora y presa de relaves; instalación de un sistema hidroneumático para el abastecimiento de agua potable; instalación de un sistema de despolvORIZACIÓN para el área de laboratorios; instalación de tuberías HDPE para las líneas de agua, contraincendios y desagüe; entre otros.*

Mis funciones se pueden resumir en: gestión de los recursos humanos, materiales y técnicos necesarios para la ejecución de las actividades con la seguridad requerida, en el tiempo previsto y con los costos programados; brindar el soporte técnico, en todos los aspectos, necesario para una correcta ejecución las actividades; coordinación permanente de las actividades con las otras disciplinas involucradas y con la supervisión de *Sociedad Minera Cerro Verde SAA*; velar por la seguridad del personal y la calidad de la ejecución de las actividades; entre otros.

A lo largo de estos años de duro trabajo, he sido actor y testigo presencial de una serie de experiencias con resultados bastante positivos y otras no tanto, pero que siempre me han impulsado a mejorar continuamente. Entendí la importancia que tiene la *calidad* en la ejecución de los proyectos. Ejecutar una actividad o proceso no conforme a los códigos, manuales y especificaciones técnicas establecidas, deriva en un reproceso que impacta el tiempo de entrega y eleva los costos. Así mismo, entendí la importancia que tiene el control de costos y tiempos, siendo, al inicio de mi profesión, una de mis mayores limitaciones que los años de experiencia me ayudaron a superar. También entendí la importancia de una comunicación permanente, clara y precisa. Saber escoger bien las palabras y pensar en el impacto que causan, así como los actos que desencadenan. Suele suceder que en las coordinaciones con otras áreas y disciplinas involucradas, las palabras que empleamos pueden ser las mismas pero el contenido que transmitimos, totalmente distinto. Es esencial preguntar en vez de suponer.

Finalmente, me queda mencionar que la mayor motivación que lleva a redactar esta *memoria* es la necesidad de agradecimiento y retribución por la formación y los conocimientos brindados durante los largos años de estudios. Así mismo, la necesidad de abocar los conocimientos de ingeniería adquiridos durante mis años de experiencia, hacia los nuevos estudiantes, futuros egresados y demás, para dotarles de herramientas que, espero, contribuyan con algo en su desarrollo profesional.

Sin más que decir, cierro esta breve presentación mencionando que, si bien es cierto, que la mecánica es una de las disciplinas más antiguas y amplias de la ingeniería. En nuestro país, queda todavía mucho de

sus conocimientos por entender, aplicar y desarrollar. Esto, quizá se deba, a nuestra incipiente industria, que se ha visto enfocado únicamente en desarrollar las disciplinas relacionadas con la industria extractiva.

JUSTIFICACIÓN

Como tema de la presente memoria descriptiva, se eligió desarrollar la instalación de un *sistema hidroneumático* para el abastecimiento de agua potable en las instalaciones de la nueva presa de relaves ubicada en *quebrada Linga*. Parte de un proyecto mayor ejecutado por *ByB Murillo* para *Sociedad Minera Cerro Verde SAA*.

El tema seleccionado se centrará en describir todos los aspectos relacionados con la *ingeniería de tuberías* del *sistema hidroneumático*, desde su *concepción, diseño, selección, construcción y puesta en servicio*.

Elegí desarrollar este tema fundamentalmente por las siguientes razones.

- 1) Resume adecuadamente mis conocimientos y madurez adquirida a través de los años de experiencia aplicando los conocimientos de ingeniería.
- 2) Es multidisciplinario. Interrelaciona los conocimientos de la ingeniería sanitaria, mecánica, arquitectura y civil. Nos da una idea de las características y complejidades que todo esto involucra.
- 3) Por su aporte. Ningún proyecto de construcción se puede considerar repetitivo, cada cual tiene sus particularidades y siempre aportan algo nuevo al estado del conocimiento.

Considero que el tema es particularmente útil e importante por las siguientes razones.

- 1) Nos presenta el *fundamento teórico, códigos de diseño, normativas, estándares, especificaciones técnicas y criterios de buena ingeniería* tanto de diseño como de construcción. Enfocado principalmente a la *ingeniería de tuberías*.
- 2) Nos proporciona *información de primera fuente* acerca de las distintas fases de la ingeniería de un proyecto de construcción. Enfocado principalmente a la *ingeniería de tuberías*.
- 3) Sirve como guía y material de apoyo. Particularmente a la *ingeniería de tuberías*.

RESUMEN

Estos últimos años nuestro país, particularmente la región sur, viene experimentando un auge en la ejecución de grandes proyectos en el sector minero. Debido a su costo, multidisciplinaria y complejidad los titulares mineros encargan la gestión de estos proyectos a empresas de ingeniería multinacionales especializadas como *Fluor Corporation, Bechtel Inc., Jacobs Engineering Groups Inc.*, etc. que cuentan con una amplia experiencia en la ejecución de proyectos de tal envergadura.

Estas empresas especializadas suelen trabajar con altos estándares de *gestión, calidad y seguridad* en todos los aspectos del proyecto, particularmente en el área de *ingeniería y construcción*, donde exigen un alto grado de conocimiento de las normativas, estándares, códigos y especificaciones tanto de diseño como de construcción nacionales e internacionales, así como de criterios y buenas prácticas de ingeniería. Este nivel de exigencia ha causado un gran impacto en las empresas de servicios metalmecánicos y de construcción locales y nacionales, que se han visto con la carencia de personal con estos conocimientos y habilidades y han tenido que capacitar y certificar a su personal. Todo esto ha generado que nivel de conocimientos en ingeniería y el grado de calificación en la región se vea notablemente incrementado.

La presente memoria descriptiva se centrará en presentar estos conocimientos, que van desde el *fundamento teórico, códigos de diseño, estándares aplicables, normativas aplicables, especificaciones técnicas, criterios de ingeniería y recomendaciones prácticas*, con un enfoque claro hacia a la *ingeniería de tuberías*. Esto con la finalidad de conocer todos los *requerimientos técnicos* que se deben cumplir durante las etapas de *diseño, selección, procura, fabricación, montaje y puesta en servicio* de un *sistema hidroneumático* para el abastecimiento de *agua potable*, materia de esta memoria.

Finalmente, es el objetivo de la presente memoria, servir como un texto de consulta y de material de apoyo acerca de la *ingeniería de tuberías* a los estudiantes y egresados de ingeniería mecánica que opten por dedicarse al mundo de los proyectos de construcción.

PALABRAS CLAVE: Sistema hidroneumático, agua potable, tuberías, diseño, selección de equipos, instalación, puesta en servicio.

ABSTRACT

In recent years our country, particularly the southern region, has experienced a boom in the execution of large projects in the mining sector. Due to their cost, multidiscipline and complexity, the mine owners entrust the management of these projects to specialized multinational engineering companies such as *Fluor Corporation, Bechtel Inc., Jacobs Engineering Groups Inc.*, etc. who have extensive experience in the execution of projects of such magnitude.

These specialized companies usually work with high standards of *management, quality and safety* in all aspects of the project, particularly in the area of *engineering and construction*, where they require a high degree of knowledge of the regulations, standards, codes and specifications of both design and of national and international construction, as well as criteria and good engineering practices. This level of demand has caused a great impact on local and national metal-mechanic and construction services companies, which have been deprived of personnel with this knowledge and skills and have had to train and certify their personnel. All this has generated that level of knowledge in engineering and the degree of qualification in the region is remarkably increased.

The present descriptive memory will focus on presenting this knowledge, which goes from the *theoretical foundation, design codes, applicable standards, applicable regulations, technical specifications, engineering criteria and practical recommendations*, with a clear focus towards *pipeline engineering*. This in order to know all the *technical requirements* that must be met during the stages of *design, selection, procurement, manufacture, assembly and commissioning* of a *hydropneumatic system* for the supply of *drinking water*, subject of this report.

Finally, it is the objective of this report, to serve as a reference text and support material about *pipeline engineering* to students and mechanical engineering graduates who choose to dedicate themselves to the world of construction projects.

KEY WORDS: Hydropneumatic system, drinking water, pipelines, design, equipment selection, assembly, commissioning.

Dedicatoria

A mis padres Petronila y Eustaquio, como un humilde gesto de mi gratitud por haberme inculcado, con su ejemplo, el valor del esfuerzo y del sacrificio. A mi hermana Felicita por su incondicional apoyo durante estos años.

“Esta página se dejó intencionalmente en blanco”

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	iii
JUSTIFICACIÓN.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CONTENIDO	xi
CAPÍTULO 1 - ASPECTOS GENERALES.....	16
1.1- Antecedentes	16
1.2- Ubicación.....	16
1.3- Alcance	18
1.4- Justificación.....	18
1.5- Estado de la ingeniería	18
1.5.1- Ingeniería conceptual	19
1.5.2- Ingeniería básica	19
1.5.3- Ingeniería de detalle	20
1.5.4- Ingeniería de acompañamiento	20
1.6- Especificaciones técnicas.....	20
1.7- Glosario de terminos.....	21
1.8- Referencias	22
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTO TEÓRICO	23
2.1- Resumen	23
2.2- Mecánica de fluidos	23
2.2.1- Conceptos fundamentales	24
2.2.1.1- Propiedad extensiva.....	24
2.2.1.2- Fluido Newtoniano	24
2.2.1.3- Volumen de control	24
2.2.1.4- Flujo viscoso.....	25
2.2.1.5- Flujo incompresible	25
2.2.1.6- Flujo interno.....	25
2.2.1.7- Flujo unidimensional	26
2.2.1.8- Flujo estable	26
2.2.1.9- Flujo desarrollado.....	26
2.2.2- Leyes fundamentales	26
2.2.2.1- Ley de la viscosidad.....	26
2.2.2.2- Conservación de masa	26

2.2.2.3- Conservación del momento	27
2.2.2.4- Conservación de la energía.....	28
2.2.3- Flujo en tuberías	30
2.2.3.1- Número de Reynolds	30
2.2.3.2- Fuerzas de flujo.....	32
2.2.3.3- Velocidad de flujo	33
2.2.3.4- Caudal de flujo	35
2.2.3.5- Presión de flujo.....	36
2.2.3.6- Energía de flujo	37
2.2.4- Pérdidas en tuberías	40
2.2.4.1- Pérdidas en tuberías (Mayores).....	40
2.2.4.2- Pérdidas en accesorios (Menores).....	42
2.2.5- Redes de tuberías	43
2.2.5.1- Componentes	45
2.2.5.2- Balance de caudal.....	46
2.2.5.3- Balance de energía	47
2.2.6- Transientes hidráulicas en tuberías	49
2.2.6.1- Cavitación.....	49
2.2.6.2- NPSH.....	49
2.2.6.3- Separación de columna líquida	50
2.3- Instalaciones sanitarias.....	50
2.3.1- Conceptos fundamentales	51
2.3.1.1- Sistema.....	51
2.3.1.2- Dotación.....	51
2.3.1.3- Gasto	51
2.3.1.4- Máxima demanda.....	51
2.3.1.5- Pérdida de carga.....	51
2.3.2- Estimación de la máxima demanda.....	51
2.3.3- Pérdidas de carga.....	53
2.3.3.1- Pérdidas en tuberías (Mayores).....	53
2.3.3.2- Pérdidas en accesorios (Menores).....	54
2.4- Códigos, estándares y especificaciones.....	55
2.4.1- Nacionales	55
2.4.2- Internacionales.....	56
2.4.2.1- American Society Testing Materials (ASTM).....	56
2.4.2.2- American Society Mechanical Engineers (ASME).....	57
2.4.2.3- American Water Work Association (AWWA)	58
2.4.2.4- International Organization for Standardization (ISO)	58
2.5- Glosario de terminos.....	58
2.6- Referencias	59
CAPÍTULO 3 - DISEÑO Y SELECCIÓN	60

3.1- Resumen	60
3.2- Consideraciones generales	60
3.2.1- Ubicación geográfica	60
3.2.2- Propiedades del fluido	61
3.2.3- Dimensiones en tuberías	61
3.3- Localización y distribución	62
3.4- Dotación	66
3.5- Demanda	67
3.6- Diseño del sistema	67
3.6.1- Distribución arquitectónica	68
3.6.2- Ruteo preliminar	68
3.6.3- Presión y velocidad	69
3.6.4- Diámetros y material	69
3.6.5- Balance de energía	70
3.7- Selección de equipos	71
3.7.1- Tanque de almacenamiento	71
3.7.1.1- Capacidad requerida	72
3.7.1.2- Capacidad neta	73
3.7.2- Unidad de bombeo	75
3.7.3- Tanques hidroneumáticos	77
3.8- Diseño de tuberías	78
3.8.1- Tuberías de acero	79
3.8.1.1- Especificaciones	79
3.8.1.2- Dimensiones	81
3.8.1.3- Tipo de unión	82
3.8.1.4- Espesor requerido	83
3.8.1.5- Accesorios	86
3.8.1.6- Válvulas	89
3.8.2- Tuberías de polipropileno (PP)	90
3.8.2.1- Dimensiones	90
3.8.2.2- Método de unión	90
3.8.2.3- Presiones y temperaturas admisibles	90
3.8.2.4- Accesorios	91
3.9- Glosario de terminos	91
3.10- Referencias	91
CAPÍTULO 4 - INSTALACIÓN	93
4.1- Resumen	93
4.2- Consideraciones generales	93
4.3- Fabricación	95
4.3.1- Actividades preliminares	95
4.3.1.1- Ingeniería de detalle	95

4.3.1.2- Procura de materiales.....	96
4.3.1.3- Control de materiales.....	97
4.3.1.4- Calibración de equipos de medición.....	98
4.3.1.5- Soldadura.....	99
4.3.2- Habilitado de piezas.....	101
4.3.3- Armado de componentes.....	101
4.3.4- Control dimensional.....	102
4.3.5- Inspección de soldadura.....	105
4.3.6- Ensayos no destructivos (NDT's).....	105
4.3.7- Preparación superficial y acabado.....	106
4.3.8- Embalaje y despacho a obra.....	108
4.4- Montaje.....	109
4.4.1- Actividades preliminares.....	109
4.4.1.1- Ingeniería en obra.....	109
4.4.1.2- Verificación de obras preliminares.....	109
4.4.1.3- Inspección de equipos y accesorios.....	110
4.4.2- Equipos.....	111
4.4.2.1- Requerimientos generales.....	111
4.4.2.2- Tanques de almacenamiento.....	111
4.4.2.3- Unidades de bombeo.....	113
4.4.2.4- Tanques hidroneumáticos.....	113
4.4.3- Tuberías.....	114
4.4.3.1- Anclajes y soportes.....	114
4.4.3.2- Líneas de <i>baja presión</i>	115
4.4.3.3- Líneas de <i>alta presión</i>	115
4.4.3.4- Líneas complementarias.....	116
4.5- Actividades Complementarias.....	117
4.5.1- Código de colores, señalética y rotulación.....	117
4.5.2- Fuerza, control y lógica.....	117
4.6- Glosario de terminos.....	118
4.7- Referencias.....	118
CAPÍTULO 5 - PUESTA EN SERVICIO.....	120
5.1- Resumen.....	120
5.2- Consideraciones Generales.....	121
5.3- Actividades Preliminares.....	121
5.3.1- Equipos.....	121
5.3.1.1- Verificación de alineamiento.....	121
5.3.1.2- Engrase de rodamientos.....	122
5.3.1.3- Seteo tanques hidroneumáticos.....	123
5.3.1.4- Seteo de presostato.....	124
5.3.2- Tuberías.....	124

5.3.2.1- Limpieza de tuberías.....	124
5.3.2.2- Prueba de presión.....	125
5.4- Pruebas	126
5.4.1- Llenado de tanques de almacenamiento	126
5.4.2- Prueba de estanqueidad (Hidrostática).....	127
5.4.3- Arranque de equipos	128
5.4.4- Pruebas y regulación de líneas sanitarias.....	129
5.5- Glosario de terminos.....	130
5.6- Referencias	131
CONCLUSIONES.....	132
ANEXOS	133

CAPÍTULO 1 - ASPECTOS GENERALES

1.1- ANTECEDENTES

Como parte de la ampliación de sus operaciones, *Sociedad Minera Cerro Verde SAA*, en adelante SMCV, ejecutó, a través de la multinacional *Fluor Corporation*, en adelante Fluor, el proyecto denominado CVPUE. Este proyecto comprende la construcción de una nueva planta de chancado, planta concentradora, planta de relaves y demás instalaciones afines al proceso de producción de concentrado de cobre. Sin embargo, SMCV ha excluido del alcance de Fluor, la construcción de las instalaciones complementarias necesarias para la operación y mantenimiento de las nuevas construcciones, y ejecutó paralelamente al CVPUE su construcción través de empresas contratistas locales. Una de estas instalaciones denominada *facilidades Linga*, fue construida íntegramente por la empresa contratista *ByB Murillo SAC*, en adelante Murillo.

1.2- UBICACIÓN

La nueva planta de relaves del proyecto CVPUE, se encuentra ubicado en la zona sur del Perú, asiento minero SMCV, provincia y departamento de Arequipa entre las coordenadas absolutas 8163200 – 8163600N / 222400 – 222700E. En la zona denominada *quebrada Linga*.

Estas nuevas instalaciones denominada *facilidades Linga*, se ubica próximo a la nueva planta de relaves sobre una área plataformada de 8900.0 m², aproximadamente (véase fig. 1). Comprende las siguientes instalaciones (véase fig. 2).

- 1) Vestuarios, SS.HH. y comedor.
- 2) Laboratorios QA/QC.
- 3) Oficinas permanentes.
- 4) Oficinas de proyectos (temporales).
- 5) Subestación eléctrica.
- 6) Estación de bombeo.
- 7) Accesos y estacionamientos.



Fig. 1- Ubicación geográfica de facilidades Linga.

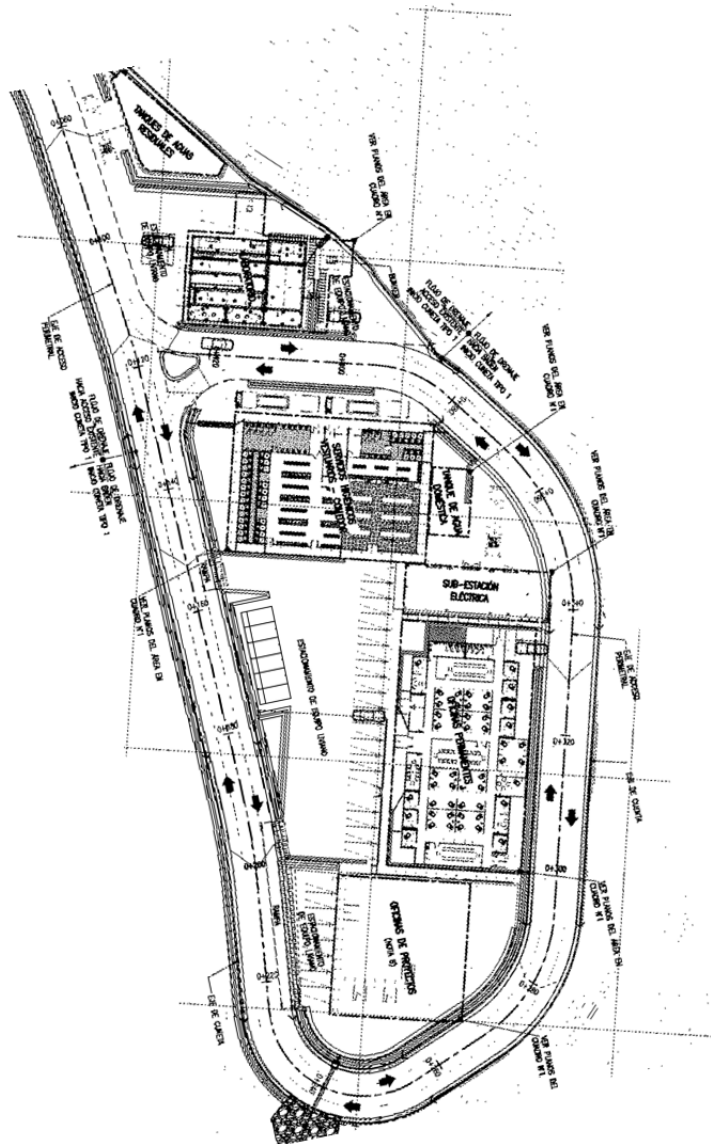


Fig. 2- Distribución de instalaciones en facilidades Linga.

1.3- ALCANCE

Las nuevas instalaciones denominada *facilidades Linga*, fue licitado por SMCV como parte de un proyecto integral denominado: *Instalaciones para Personal de Operaciones y Mantenimiento de la Presa de Relaves Linga*. Según el contrato y alcances de obra, el proyecto comprende las siguientes actividades:

- 1) Movimiento de tierras.
- 2) Obras civiles.
- 3) Obras sanitarias.
- 4) Obras estructurales.
- 5) Obras de arquitectura.
- 6) Obras mecánicas y de tuberías.
- 7) Obras eléctricas e instrumentación.

También se incluye en el alcance el precomisionamiento y comisionamiento de las nuevas instalaciones.

Como se describió en la justificación y resumen, la presente memoria descriptiva se centrará, únicamente, en detallar las actividades correspondientes a la instalación del *sistema de suministro de agua potable* en las nuevas instalaciones.

1.4- JUSTIFICACIÓN

Al no existir redes sanitarias (agua y desagüe) próximas a las nuevas instalaciones de *facilidades Linga* y debido al costo que implica la construcción de una red convencional, SMCV opta por la instalación de un *sistema hidroneumático* para la dotación de agua potable.

Se requiere abastecer de agua potable, como mínimo, las siguientes instalaciones.

- 1) Vestuarios, SS.HH. y comedor.
- 2) Laboratorios QA/QC.
- 3) Oficinas permanentes.
- 4) Oficinas de proyectos (temporales).

El *sistema de suministro de agua potable* a instalarse no contempla el abastecimiento de agua para un sistema contra-incendios que tampoco forma parte del alcance de *facilidades Linga*.

1.5- ESTADO DE LA INGENIERÍA

Es uno de los componentes esenciales del desarrollo de un proyecto. Las primeras etapas de la ingeniería de *facilidades Linga*, vale decir la *ingeniería conceptual* e *ingeniería básica*, fueron desarrolladas

íntegramente por la empresa contratista de ingeniería *GMI SA*, en adelante *GMI*, en estrecha coordinación con *SMCV*.

1.5.1- Ingeniería conceptual

Entiéndase como la etapa inicial de la ingeniería de un proyecto. Busca evaluar y satisfacer una serie de requerimientos y aspectos como:

- 1) Factibilidad técnica.
- 2) Factibilidad económica.
- 3) Requerimientos del usuario.
- 4) Cronograma de proyecto.
- 5) Diagrama de flujos y procesos.
- 6) Costos de mantenimiento.
- 7) Otros específicos.

Como ya se mencionó, la *ingeniería conceptual* de *facilidades Linga*, fue desarrollada por *GMI*, conjuntamente con *SMCV*.

1.5.2- Ingeniería básica

Es la etapa subsecuente a la *ingeniería conceptual*, donde se profundiza en el estudio de las instalaciones y los diagramas de procesos, se dimensionan los equipos y realizan los cálculos respectivos. Toda esta información generada es desarrollada y clasificada por disciplina y es presentada a través de documentos como: memorias de cálculo, especificaciones técnicas, listas de materiales y equipos (BOM's) y planos básicos (arreglos generales; isométricos; vistas de planta, elevaciones, cortes y detalles; diagramas de flujo, PFD, P&ID, etc.).

SMCV denomina a toda la documentación técnica generada, durante la etapa de *ingeniería básica*, *lista de entregables*. Habitualmente, estos documentos son revisados, aprobados y transmitidos a la contratista(s), responsable(s) o ejecutora(s) del proyecto. *SMCV* excluye, de esta lista, las memorias de cálculo, los cuales se manejan por control interno entre la contratista que desarrolló la *ingeniería básica* y *SMCV*. Esto, debido a que *SMCV* considera que la contratista(s) responsable de la ejecución del proyecto es una empresa especializada que debe verificar, complementar y respaldar el diseño antes de su construcción. Esto se evidencia a través del desarrollo de la ingeniería de detalle y la ingeniería de acompañamiento que habitualmente es responsabilidad de la contratista (s) constructora (s).

Como ya se mencionó la *ingeniería básica* de *facilidades Linga*, fue desarrollada por *GMI*. Dentro de toda la *lista de entregables* proporcionado por *SMCV*, va a ser solamente necesario, para el desarrollo de la presente memoria, presentar los planos de arquitectura, civiles y el sistema de agua potable que se listan líneas abajo.

Planos de arquitectura:

- 1) CAP15091-UN-C2-3860-20A-001-RevA; arquitectura; planimetría; arreglo general.
- 2) CAP15091-UN-C2-3860-20A-002-RevA; arquitectura; vestuarios, SS.HH. y comedor; planta.
- 3) CAP15091-UN-C2-3860-20A-030-RevA; arquitectura; laboratorio; planta.

Planos civiles:

- 4) CAP15091-UN-C2-3860-15R-060-RevA; estructuras; cimentación de estación de bombeo; planta y secciones.

Planos del sistema de agua potable:

- 5) CAP15091-UN-C2-3860-50T-001-RevA; tuberías; tuberías de agua doméstica; arreglo general.
- 6) CAP15091-UN-C2-3860-50T-002-RevA; tuberías; SS.HH., vestuarios y comedor; planta y secciones.
- 7) CAP15091-UN-C2-3860-50T-003-RevA; tuberías; laboratorio y oficinas permanentes; planta y secciones.
- 8) CAP15091-UN-C2-3860-50T-060-RevA; tuberías; estación de bombeo; planta y secciones.

Procura de equipos y materiales:

- 9) Listado de equipos mecánicos.

Todos los planos y lista de equipos mecánicos, en su última revisión, se encuentran anexados a la presente memoria descriptiva. Para mayor detalle revítese anexo D.

1.5.3- Ingeniería de detalle

Suele ser desarrollado por la contratista que ejecuta el proyecto. Para un mejor entendimiento del alcance y desarrollo de la ingeniería de detalle realizado en *facilidades Linga* para el *sistema de suministro de agua potable*, revisar el capítulo 4 – Instalación, ítem 4.3.1.1.

1.5.4- Ingeniería de acompañamiento

Al igual que la ingeniería de detalle, suele ser desarrollado por la contratista que ejecuta el proyecto. Consiste en realizar seguimiento, mientras se ejecuta la construcción, a las posibles interferencias que puedan presentarse. Replantear la ingeniería y presentar soluciones conforme a especificaciones técnicas del proyecto. Otro de sus alcances está relacionado con la actualización de los planos de ingeniería conforme a los replanteos realizados en campo.

1.6- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

SMCV como parte de su política de gestión, establece una serie de reglamentos, códigos, estándares y especificaciones técnicas, que conjuntamente con los planos de *ingeniería básica*, especificaciones de proyecto y fabricante son de cumplimiento obligatorio. Esto con la finalidad de establecer un lenguaje técnico común entre SMCV y la contratista ejecutora del proyecto.

A continuación se presenta una lista general de estos documentos aprobados por SMCV para su uso en *facilidades Linga*.

- 1) Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2012). *General Site Conditions Design Criteria* (Project N° A6CV, document N° 240K-C2-DC-10-002 REV.3T). Arequipa, Perú: SMCV.
- 2) Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Shop Fabrication of Metallic Piping* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-50-002 Rev.0). Arequipa, Perú: SMCV.

- 3) Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Piping Pressure Testing, Construction* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-50-010 Rev.0). Arequipa, Perú: SMCV.
- 4) Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Installation of Mechanical Equipment* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-55-001 Rev.1). Arequipa, Perú: SMCV.
- 5) Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2006). *Piping Supports* (Project N° PSP108, specification N° C-SP-50-005 Rev.1). Arequipa, Perú: SMCV.
- 6) Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Paint Specification* (Project N° PSP108, specification N° C-ES-55-003 Rev.3). Arequipa, Perú: SMCV.

SMCV al no ser una empresa dedicada a la ingeniería, no posee códigos de diseño propios, si no, adopta códigos internacionales de aceptación mundial aplicables al sector industrial. SMCV para todas las instalaciones relacionadas con sistema de tuberías de proceso, establece que deben diseñarse conforme a los requerimientos del código *Process Piping* (B31.3), aplicable según el tipo de instalación, en adelante se referirá como B31.3.

- 7) American Society Mechanical Engineers. (2010). *Process Piping* (B31.3). York, NY: ASME.

Al tratarse de instalaciones sanitarias en zona industrial, SMCV establece que también deben cumplirse todos los requerimientos aplicables del reglamento nacional de edificaciones.

- 8) Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010). Lima, Perú: M. vivienda.

De existir algún conflicto entre los requerimientos de los documentos antes mencionados, SMCV establece que la contratista debe realizar la consulta a la supervisión designada para una solución conveniente.

1.7- GLOSARIO DE TERMINOS

BOM's: Listado de materiales y equipos.

Cliente: Empresa(s) receptora de un bien o servicio.

Comisionamiento: Etapa subsecuente al precomisionamiento. Comprende todas aquellas actividades relacionadas con la puesta en servicio de un equipo o línea de proceso hasta alcanzar las especificaciones de ingeniería.

Contratista: Empresa(s) dedicada a prestar servicios específicos de diversa índole a un determinado cliente.

CVPUE: Cerro Verde Production Unit Expansion. Proyecto llevado a cabo por SMCV con el fin de ampliar sus operaciones.

Diagramas de flujo: Plano que contiene la representación gráfica de un proceso.

Especificaciones técnicas: Conjunto de documentos establecidos en un proyecto, que tienen como objetivo proporcionar una serie de requisitos que deben ser satisfechos durante la ejecución del mismo.

PFD: Planos de diagramas de flujo de proceso.

P&ID: Planos de diagramas de tuberías e instrumentación.

Precomisionamiento: Etapa posterior a la fase constructiva de un proyecto. Comprende todas aquellas actividades necesarias para el arranque en vacío de un equipo o línea de proceso.

SMCV: Sociedad Minera Cerro Verde SAA.

1.8- REFERENCIAS

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2015). *Alcance de Trabajo –Instalaciones para Personal de Operaciones y Mantenimiento de la Presa de Relaves Linga* (Proyecto SMCV N° CAP15091). Arequipa, Perú: SMCV.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2015). *Absolución de Consultas – Contrato de Servicio de Construcción de Instalaciones para Personal de Operaciones y Mantenimiento de la Presa de Relaves Linga* (Licitación N° 37031500886). Arequipa, Perú: SMCV.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2015). *Contrato de Obra – Construcción de Instalaciones para Personal de Operaciones y Mantenimiento de la Presa de Relaves Linga* (Licitación N° 37031500886). Arequipa, Perú: SMCV.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1- RESUMEN

Antes de introducirnos en el desarrollo que involucra la instalación del *sistema hidroneumático* de agua potable en *facilidades Linga*, es esencial presentar algunos fundamentos teóricos, teórico-prácticos y empíricos que gobiernan los fenómenos físicos involucrados. Debe entenderse por fundamentos, todos aquellos conocimientos adquiridos por la humanidad a lo largo de su historia que representan conclusiones basadas en observaciones y experimentos científicos y son aceptados por la comunidad científica y son respaldados por el método científico.

Iniciaremos este capítulo presentando los fundamentos que gobiernan la *mecánica de fluidos*, los cuales serán enfocados a flujos incompresibles a través de tuberías. Seguidamente presentaremos los conceptos relacionados con las instalaciones sanitarias y finalizaremos con una resumida presentación de los códigos, especificaciones y estándares aplicados al flujo en tuberías.

2.2- MECÁNICA DE FLUIDOS

Es una rama de la física, parte de la mecánica de *medios continuos*, que estudia el movimiento de los fluidos así como las fuerzas que la provocan. La *mecánica de fluidos* define a los fluidos que estudia como aquellos que no tienen la capacidad de resistir los *esfuerzos cortantes* y que provoca que estos carezcan de una forma definida. También estudia las interacciones entre el fluido y el entorno que lo limita, partiendo de la hipótesis del *medio continuo*. Esta hipótesis considera que el fluido es continuo a lo largo del espacio que ocupa, ignorando por tanto su estructura molecular y las discontinuidades asociadas a esta. Con esta hipótesis se puede considerar que las propiedades del fluido tales como: la densidad, temperatura, viscosidad, etc. son funciones continuas.

La *mecánica de fluidos*, asume que todos los fluidos que estudia cumplen las siguientes leyes:

- a) Conservación de la masa y de la cantidad de movimiento.
- b) Primera ley y segunda ley de la termodinámica.

Estos son los pilares fundamentales sobre los cuales desarrolla todos sus conceptos, leyes y se escribe sus ecuaciones de la *mecánica de fluidos de medios continuos*.

En la presente memoria nos centraremos en presentar estos conceptos, así como las ecuaciones. Para lo cual se utilizará la notación empleada en los libros: Pritchard, Philip J. & Leylegian, John C. (2011). *Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics* (8th ed. en inglés). New York, NY: John Wiley & Sons Inc. y Fox, Robert W. & McDonald, Alan T. (1997). *Introducción a la Mecánica de Fluidos* (2da ed. en español). México D.F.: McGraw Hill Interamericana de México S.A. de C.V.

2.2.1- Conceptos fundamentales

Antes de presentar las leyes fundamentales y ecuaciones que gobiernan la *mecánica de fluidos*, es necesario presentar algunos conceptos que nos ayudarán a entender estas leyes y ecuaciones.

Otro aspecto importante es entender la diferencia entre fluido y flujo, el primero describe al fluido en sí y sus propiedades, mientras que el segundo se refiere al cambio de sus propiedades a través del espacio y del tiempo.

2.2.1.1- Propiedad extensiva

Son aquellas propiedades que no dependen de la cantidad de sustancia o tamaño del cuerpo, por lo que su valor permanece inalterable al subdividir el sistema en varios subsistemas. Entiéndase por sistema o subsistema a la totalidad de la sustancia o una región concreta que es objeto de análisis.

2.2.1.2- Fluido Newtoniano

Los fluidos Newtonianos son sustancias que cumplen con la *ley de la viscosidad de Newton*, es decir, que su viscosidad no varía con el tiempo, permanece constante y homogéneo, se comporta como una *propiedad intensiva* del mismo (no depende de la cantidad del fluido por lo que permanece inalterable al sumar o subdividir el sistema). Son fluidos sencillos de describir matemáticamente, por lo cual los cálculos requeridos son relativamente sencillos.

2.2.1.3- Volumen de control

En adelante, VC, es un concepto abstracto que nos permite desarrollar y entender las leyes fundamentales de la *mecánica de fluidos*. En términos prácticos, representa una región fija, contenida dentro del flujo y que va a ser sujeto de análisis. Esta región o VC nos permite llevar un control de las propiedades extensivas del fluido que ingresan y salen de esta a través del tiempo.

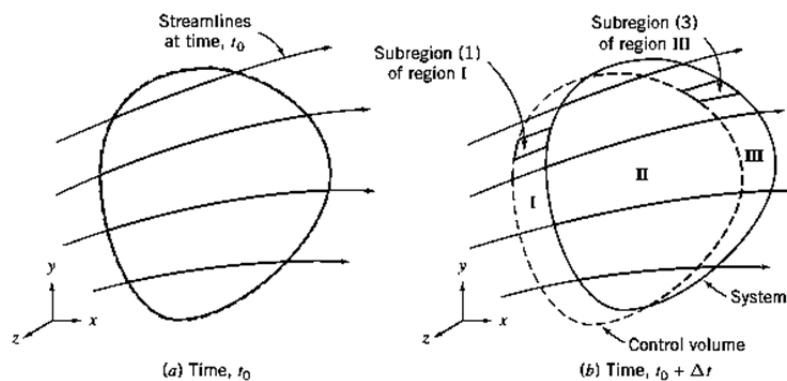


Fig. 3- Configuración de un volumen de control (VC).

Pritchard, Philip J. & Leylegian, John C. (2011). *Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics* (8th ed.) (p. 100). New York, NY: John Wiley & Sons Inc.

La formulación general de un VC es:

$$\left(\frac{dN}{dt}\right)_{sistema} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} n\rho dV + \int_{SC} n\rho\vec{V} \cdot d\vec{A} \quad (4.11)$$

Dónde:

$\left(\frac{dN}{dt}\right)_{sistema}$: Es razón total de cambio en el tiempo de cualquier *propiedad extensiva* arbitraria N del sistema.

: Es la razón de cambio en el tiempo de cualquier *propiedad extensiva* arbitraria N dentro del volumen de control.

$\frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} n\rho dV$: n es la *propiedad intensiva* arbitraria, N , por unidad de masa $n = dN/dm$.
: ρdV es el elemento de masa contenida en el VC.

: $\int_{VC} n\rho dV$ es la cantidad total de *propiedad extensiva*, N , contenida dentro del VC.

: Es la razón neta de cualquier *propiedad extensiva*, N , hacia fuera o dentro del volumen de control.

$\int_{SC} n\rho\vec{V} \cdot d\vec{A}$: $\rho\vec{V} \cdot d\vec{A}$ flujo másico a través del elemento $d\vec{A}$ por unidad de tiempo.

: $n\rho\vec{V} \cdot d\vec{A}$ flujo de la *propiedad extensiva*, N , a través del elemento $d\vec{A}$ por unidad de tiempo.

2.2.1.4- Flujo viscoso

Todos los flujos en cierto grado son viscosos, es decir que cumplen con la *ley de la viscosidad de Newton*. Los flujos con viscosidad cero no existen, sin embargo hay muchos casos donde el desprecio de estas fuerzas viscosas simplificará el análisis.

2.2.1.5- Flujo incompresible

Un flujo incompresible es cuando la densidad del flujo siempre permanece constante en el tiempo y tiene la capacidad de oponerse a la compresión bajo cualquier condición, esto quiere decir que el volumen del fluido no cambia. Un ejemplo común de este tipo de fluidos es el agua que bajo condiciones normales se considera incompresible.

2.2.1.6- Flujo interno

Cuando el flujo ocurre dentro de alguna superficie, es decir, que el flujo se encuentra confinado. Ejemplos: flujo interno a través de tuberías, etc.

2.2.1.7- Flujo unidimensional

Todos los flujos son inherentemente tridimensionales, es decir, que sus propiedades cambian en las tres dimensiones espaciales, pero por cuestiones de simplificación del análisis y bajo ciertas condiciones se suele asumir que son unidimensionales como es el caso del análisis para flujo interno en tuberías

2.2.1.8- Flujo estable

Esta definición está relacionada con el VC y se utiliza cuando las propiedades del flujo en el interior de esta pueden variar de un punto a otro pero no cambian con el tiempo, es decir permanecen iguales.

2.2.1.9- Flujo desarrollado

Concepto que aplica solo para flujos viscosos que se desarrollan en tuberías horizontales convenientemente largas. Cuando el flujo inicia su recorrido, a la entrada de la tubería, empiezan a manifestarse fuerzas cortantes, que se originan en la superficie de contacto entre el flujo y la tubería y van transmitiéndose hacia el centro del flujo. Estas fuerzas tienden a frenar el flujo y crear una variación de velocidades denominado, *perfil de velocidades*, que va cambiando conjuntamente con las fuerzas cortantes y con el recorrido del flujo. Una vez que estas fuerzas alcanzan el centro del flujo el *perfil de velocidades*, a partir de ese punto, permanece constante por el resto del recorrido, a partir de este punto se conoce al flujo como flujo desarrollado.

2.2.2- Leyes fundamentales

2.2.2.1- Ley de la viscosidad

Fue Sir Isaac Newton (1643 – 1727) quien desarrolló esta ley y definió este concepto fundamental de la *mecánica de fluidos*. Esta ley establece la relación entre el esfuerzo cortante y la tasa de deformación de un fluido mediante el siguiente enunciado.

“Para un determinado fluido, la tensión tangencial de rozamiento aplicada según una dirección es directamente proporcional a la velocidad en una dirección perpendicular a la primera, siendo la constante de proporcionalidad correspondiente el coeficiente de viscosidad”

Sir Isaac Newton

$$\tau_{xy} = \mu \frac{du}{dy} \quad (2.10)$$

Donde τ_{xy} es el *esfuerzo cortante* ejercido en algún punto del fluido, du/dy representa la *gradiente de velocidad* y μ la *viscosidad absoluta*.

2.2.2.2- Conservación de masa

También llamado ley de la conservación de la materia, fue enunciada por A. Lavoisier (1743 – 1794). Es uno de los principios fundamentales de la ciencia.

“La materia no se crea ni se destruye solo se transforma”

A. Lavoisier

Para que esta ley fundamental nos sea de utilidad, es necesario escribirlo en términos de la ecuación general de un VC presentado en el ítem 2.2.1.3.

De acuerdo al enunciado de la *conservación de la masa*, obtenemos la ecuación general de la *conservación de la masa* para un VC.

$$0 = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} \rho dV + \int_{SC} \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} \quad (4.13)$$

En la ecuación anterior, podemos observar que la masa en un VC o el flujo másico a través de sus fronteras, también llamado *superficie de control* (en adelante SC), es siempre constante, es decir que la masa si bien permanece en un punto, ingresa o sale del VC, esta no se crea ni desaparece. Este concepto es fundamental entenderlo porque nos ayuda a entender el balance de la masa y el flujo másico en cualquier sistema.

2.2.2.3- Conservación del momento

También llamado *segunda ley de newton*, fue enunciado por Sir Isaac Newton (1643 – 1727) y es otro de los principios fundamentales de la *mecánica clásica*.

“Cuando se aplica una fuerza a un objeto, éste se acelera. Dicha aceleración es en dirección a la fuerza y es proporcional a su intensidad y es inversamente proporcional a la masa que se mueve”

Sir Isaac Newton

Al igual que la ley de la *conservación de la masa*, es necesario escribirlo en términos de un VC. Escribiendo la ley de la *conservación del momento* aplicado a un sistema dado.

$$\vec{F} = \left(\frac{d\vec{P}}{dt} \right)_{sistema}$$

Donde el momento lineal para un $(\vec{P}_{sistema})$ está compuesto por:

$$\vec{P}_{sistema} = \int_{V(sistema)} \vec{V} \rho dV$$

Descomponemos las fuerzas (\vec{F}) en: fuerzas de superficie (\vec{F}_S) y fuerzas másicas (\vec{F}_B).

$$\vec{F} = \vec{F}_S + \vec{F}_B$$

Reescribiendo la ecuación de *conservación del momento* de un sistema en términos de VC, obtenemos la formulación general de *conservación del momento* para un VC.

$$\vec{F} = \vec{F}_S + \vec{F}_B = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} \vec{v} \rho dV + \int_{SC} \vec{v} \rho \vec{v} \cdot d\vec{A} \quad (4.18)$$

Las fuerzas se pueden descomponer en sus tres ejes coordenados básicos y obtenemos las ecuaciones generales de *conservación del momento* para un VC por cada eje.

$$F_x = F_{S_x} + F_{B_x} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} u \rho dV + \int_{SC} u \rho \vec{v} \cdot d\vec{A} \quad (4.19a)$$

$$F_y = F_{S_y} + F_{B_y} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} v \rho dV + \int_{SC} v \rho \vec{v} \cdot d\vec{A} \quad (4.19b)$$

$$F_z = F_{S_z} + F_{B_z} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} w \rho dV + \int_{SC} w \rho \vec{v} \cdot d\vec{A} \quad (4.19c)$$

Debe aclararse que el concepto desarrollado es solamente válido para VC inerciales, es decir que no aceleran respecto a un marco de referencia estacionario.

De todo lo mencionado, quizá sea un tanto difícil entender este concepto, pero no se trata más que de un equilibrio entre la suma de la variación en el tiempo de cantidad de movimiento existente en cada punto del VC y el flujo neto de cantidad de movimiento a través de la SC del VC con las fuerzas exteriores aplicadas o reactivas.

2.2.2.4- Conservación de la energía

Es una de las leyes fundamentales de ciencia. También conocido como *la primera ley de termodinámica*. Establece que la cantidad total de energía en cualquier sistema aislado, sin interacción con otro sistema, permanece invariable en el tiempo.

“La energía no se crea ni se destruye solo se transforma”

La formulación de la *ecuación general de conservación de la energía* para un sistema es:

$$\dot{Q} - \dot{W} = \left(\frac{dE}{dt} \right)_{sistema} \quad (4.4a)$$

Dónde:

- \dot{Q} : Transferencia de calor.
 \dot{W} : Transferencia de trabajo.
 $\frac{dE}{dt}$: Razón de cambio de la energía en el tiempo del sistema.

La *energía total* en el sistema se representa mediante la ecuación

$$E_{sistema} = \int_{M(sistema)} e dm = \int_{V(sistema)} e \rho dV \quad (4.4b)$$

Dónde:

- $e = u + \frac{V^2}{2} + gz$: Energía específica por unidad de masa.
 E : Energía total del sistema.
 M : Masa total del sistema.
 V : Volumen total del sistema.

Es necesario aclarar que la energía específica, es decir por unidad de masa, (e) representa la sumatoria de todas las energías del sistema, en un punto dado, tales como: la energía interna (u), energía cinética ($V^2/2$) y la energía gravitacional (gz).

Ahora, para que la ley de la *conservación de la energía* nos sea de utilidad, es necesario reescribirlo en términos de un VC. Finalmente, obtenemos la ecuación general de la *conservación de la energía* para VC.

$$\dot{Q} - \dot{W}_s - \dot{W}_{corte} - \dot{W}_{otro} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} e \rho dV + \int_{SC} \left(p v + u + \frac{V^2}{2} + gz \right) \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} \quad (4.57)$$

Dónde:

- \dot{W}_s : Trabajo efectuado por los esfuerzos normales.
 \dot{W}_{corte} : Trabajo efectuado por los esfuerzos de corte.
 \dot{W}_{otro} : Trabajo de otro tipo.
 e : Energía específica por unidad de VC.

- p : Presión.
 v : Volumen específico por unidad de SC.

De los anterior, podemos observar que la ecuación deducida representa el balance entre la razón de cambio en tiempo de la energía específica (e) en cada punto del VC, sumado al flujo neto de la energía específica (e) y la energía de presión específica (pv) a través de la SC del VC y otras energías exteriores añadidas al VC.

2.2.3- Flujo en tuberías

Las leyes fundamentales descritas en el ítem anterior son generales y gobiernan todas las condiciones de flujos que abarca la *mecánica de fluidos*. Ahora nos centraremos únicamente en analizar los *flujos incompresibles* que se desarrollan a través de sistemas internos o confinados, es decir tuberías. Es por eso, que a continuación utilizaremos estas leyes para analizar este caso específico y describir el comportamiento del flujo bajo estas condiciones para poder calcular sus propiedades como: *Número Reynolds*, fuerzas, velocidad, caudal, presión, energía, etc.

2.2.3.1- Número de Reynolds

Es un parámetro adimensional que relaciona las fuerzas inerciales de un flujo respecto a sus fuerzas viscosas. El concepto fue introducido por George Gabriel Stokes (1819 - 1903) pero fue Osborne Reynolds (1842 - 1912) quien popularizó su uso. Es muy empleado en la dinámica de fluidos debido a que nos proporciona una indicación clara de la pérdida de energía causada por los efectos viscosos del fluido.

Para un flujo que fluye a través de una tubería circular recta, el *número de Reynolds* se define mediante la siguiente ecuación.

$$Re = \frac{\rho \bar{V} D}{\mu}$$

Dónde:

- ρ : Densidad del fluido.
 \bar{V} : Velocidad media del flujo.
 D : Diámetro de la tubería.
 μ : Viscosidad del fluido.

2.2.3.1.1- Flujo laminar

Se le conoce como *flujo laminar* o también denominado régimen laminar cuando el flujo transcurre, de manera ordenada y sin mezclarse entre sí, a través de capas o láminas concéntricas definidas. Se han realizado pruebas experimentales con tinta inyectada al flujo, observándose una dispersión lenta y uniforme de la tinta que demuestra el desplazamiento del flujo por capas concéntricas.

Para este tipo de flujos que circulan a través de tuberías circulares rectas es habitualmente aceptado que poseen *número de Reynolds* $Re \leq 2300$.



Fig. 4- Perfil de *flujo laminar*.

2.2.3.1.2- Flujo turbulento

También se conoce como régimen turbulento. Contrario al régimen laminar, el *flujo turbulento* transcurre de manera desordenada con una mezcla constante entre las distintas capas concéntricas del flujo. Esto se manifiesta en una dispersión rápida y en todo el flujo de la tinta, según el experimento descrito en el *flujo laminar*.

Normalmente este tipo de flujos a través de tuberías circulares rectas presentan $Re > 2300$.



Fig. 5- Perfil de *flujo turbulento*.

2.2.3.1.3- Longitud de entrada

Otro aspecto importante a mencionar es la longitud de entrada. Este parámetro nos permite calcular la longitud necesaria para que un flujo sea completamente desarrollado (véase ítem 2.2.1.9).

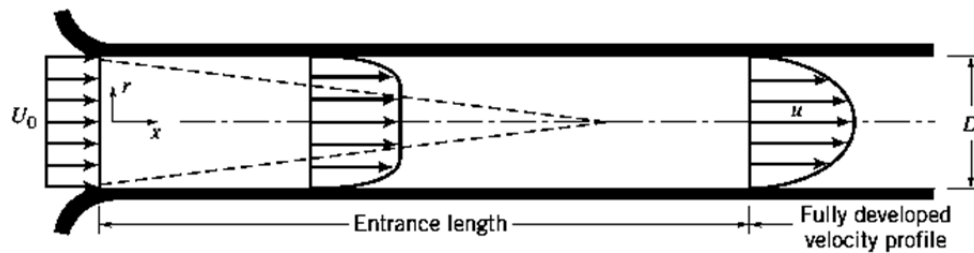


Fig. 6- Perfil de velocidades a lo largo de una tubería

Pritchard, Philip J. & Leylegian, John C. (2011). *Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics* (8th ed.) (p. 331). New York, NY: John Wiley & Sons Inc.

Para un *flujo laminar*, la longitud de entrada (L), depende únicamente del *número de Reynolds* (Re) y puede ser calculada mediante la siguiente ecuación.

$$\frac{L}{D} = 0.06 \frac{\rho \bar{V} D}{\mu} \quad (8.1)$$

Dónde:

- L : Longitud de entrada.
- D : Diámetro interior de la tubería.
- ρ Densidad del fluido

\bar{V} : Velocidad promedio del flujo.
 μ : Viscosidad dinámica.

Para número de Reynolds (Re) menores a 2300, como es el caso del flujo laminar, el flujo se vuelve completamente desarrollado a longitudes horizontales mayores a $100D$

$$L \approx 0.06 ReD \approx 138D$$

Para flujos turbulentos los experimentos han demostrado el flujo se vuelve completamente desarrollado en el rango de $25D$ a $40D$

2.2.3.2- Fuerzas de flujo

Para un flujo, sea laminar o turbulento, que es completamente desarrollado en una tubería horizontal, sabemos que la caída de presión está equilibrada solamente por las fuerzas de corte existentes entre el fluido y las paredes de la tubería. Esa condición se puede verificar aplicando la ecuación de conservación del momento para un VC desarrollado en el ítem 2.2.2.3.

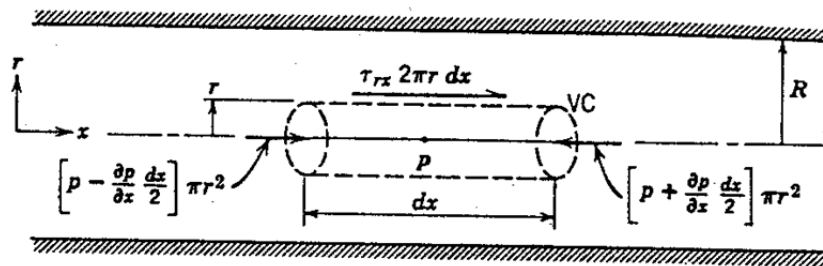


Fig. 7- VC para el análisis de la distribución de esfuerzos.

Fox, Robert W. & McDonald, Alan T. (1997). *Introducción a la Mecánica de Fluidos* (2da ed. en español) (p. 337). México D.F.: McGraw Hill Interamericana de México S.A. de C.V.

Suposiciones:

- Flujo unidimensional. La dirección del flujo se define únicamente a lo largo del eje x.
- Flujo interno por tubería completamente horizontal, se asume que no se desarrollan fuerzas másicas (F_{B_x}).
- Flujo estable. No existen cambios de velocidad en ningún punto del VC ($\frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} u \rho dV = 0$).
- Flujo incompresible.
- Flujo completamente desarrollado. El perfil de velocidades de ingreso y salida del VC permanecen constantes ($\int_{SC} u \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} = 0$).

Considerando las suposiciones anteriores, es necesario reescribir la ecuación de la conservación del momento para un VC desarrollado en el ítem 2.2.2.3, y se obtiene:

$$F_x = F_{S_x} = 0$$

Aplicando la sumatoria de fuerzas que se desarrollan en el VC de la fig.

$$F_{S_x} = \left[\left(p - \frac{\partial p}{\partial x} \frac{dx}{2} \right) \pi r^2 - \left(p + \frac{\partial p}{\partial x} \frac{dx}{2} \right) \pi r^2 \right] + [\tau_{rx} 2\pi r dx] = 0$$

Despejando el esfuerzo cortante (τ_{rx}) se obtiene.

$$\tau_{rx} = \frac{r}{2} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (8.15)$$

Se observa que el esfuerzo cortante (τ_{rx}) es directamente proporcional al radio de la tubería (r), es decir que alcanza su máximo valor en la superficie de contacto entre la tubería y el flujo. Este esfuerzo se le denomina esfuerzo de corte en la pared (τ_w) y se calcula mediante la siguiente ecuación. Donde R es el radio de la tubería.

$$\tau_w = -[\tau_{rx}]_{r=R} = -\frac{R}{2} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (8.16)$$

Para el caso concreto de flujos en tuberías circulares rectas nos permite visualizar que las fuerzas ejercidas por la gradiente de presión a lo largo de la tubería y las fuerzas resistivas generadas por la fricción entre la superficie de la tubería y las distintas capas concéntricas hipotéticas de un fluido viscoso deben estar siempre balanceadas.

2.2.3.3- Velocidad de flujo

Antes de intentar explicar la definición de velocidad del flujo en tuberías, es necesario presentar el concepto de *perfil de velocidades*. Cuando ocurre un flujo viscoso a través de una tubería la velocidad no se manifiesta de manera uniforme en toda la sección, si no tiende a alcanzar un valor máximo en el centro y a ir decreciendo radialmente hasta llegar a ser cero en la superficie de contacto con la tubería, a esto se le conoce comúnmente como *perfil de velocidades*. Esto ocurre principalmente por las fuerzas de fricción entre las distintas capas del flujo y la superficie interior de la tubería.

La ecuación que rige este *perfil de velocidades* para flujos viscosos unidimensionales desarrollados puede ser obtenida combinando conceptos la *ley de la viscosidad* y las fuerzas desarrolladas debido a los flujos en tuberías desarrollado en el ítem 2.2.3.2.

$$\tau_{xy} = \mu \frac{du}{dy} \quad (2.10)$$

Ley de la viscosidad

$$\tau_{rx} = \frac{r}{2} \frac{\partial p}{\partial x} \quad (8.15)$$

Fuerzas de flujo en tuberías

$$du = \frac{r}{2\mu} \frac{\partial p}{\partial x} dr$$

Ahora, si resolvemos la ecuación anterior para las condiciones de frontera $r = R, u = 0$ y $r = 0, u_{m\acute{a}x} = 0$, obtenemos una ecuación general del *perfil de velocidades* en la tubería.

$$u = -u_{m\acute{a}x} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]$$

$$u_{m\acute{a}x} = \frac{R^2}{4\mu} \frac{\partial p}{\partial x}$$

Dónde:

- u : Velocidad en un punto dado del flujo.
- $u_{m\acute{a}x}$: Velocidad máximo del flujo.
- r : Radio en un punto dado del flujo.
- R : Radio interior de la tubería.

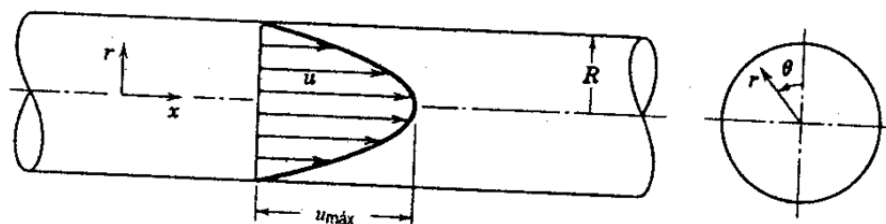


Fig. 8- Perfil de velocidades de un flujo a través de una tubería circular.

Fox, Robert W. & McDonald, Alan T. (1997). *Introducción a la Mecánica de Fluidos* (2da ed. en español) (p.22). México D.F.: McGraw Hill Interamericana de México S.A. de C.V.

Cabe mencionar que este análisis es solamente válido para *flujos laminares*. Una deducción similar para flujos turbulentos no es posible debido a su comportamiento irregular y caótico.

En la dinámica de fluidos a través de tuberías, la velocidad del flujo por sí sola no presenta mayor información, es necesario combinarlo con otras ecuaciones y obtener así una ecuación denominada flujo volumétrico o caudal mucho más útil.

2.2.3.4- Caudal de flujo

Para flujos incompresibles, la ecuación de la *conservación de la masa* para un VC desarrollado en el ítem 2.2.2.2 puede simplificarse limitando el concepto de VC a solamente una superficie de control (SC) puntual, indistintamente sea de entrada o salida, esto con el fin de hallar el flujo másico. Bien ahora en la dinámica de fluidos incompresibles, es más empleado el flujo volumétrico, entonces basta retirar la densidad de la ecuación del flujo másico para obtenerlo. Finalmente la ecuación de la conservación de la masa para un VC finalmente se reduce a:

$$Q = \int_A V dA$$

Dónde:

- Q : Caudal o flujo volumétrico.
- V : Velocidad nominal de flujo.
- A : Sección o área por donde transcurre el flujo.

Esta ecuación es comúnmente conocida como la ecuación del caudal (Q) y representa el flujo volumétrico en un punto dado del sistema.

Si combinamos esta ecuación con la ecuación de la *velocidad de flujo* formulada en ítem 2.2.3.3 obtenemos la formulación del caudal en términos de presión.

$$Q = \int_A V dA$$

Ecuación general del caudal

$$u = -\frac{R^2}{4\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right]$$

Ecuación de la velocidad de flujo

$$Q = - \int_A \frac{R^2}{4\mu} \frac{\partial p}{\partial x} \left[1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right] 2\pi r dr$$

Si resolvemos la ecuación para la condición de frontera $r = R, u = 0$ obtenemos la ecuación general del caudal formulada en términos de gradiente de presión.

$$Q = -\frac{\pi R^4}{8\mu} \frac{\partial p}{\partial x}$$

Dónde:

- Q : Caudal o flujo volumétrico.
 R : Radio interior de la tubería.
 μ : Viscosidad dinámica del flujo.
 $\frac{\partial p}{\partial x}$: Gradiente de presión.

Ahora, es necesario definir la *gradiente de presión* ($\partial p / \partial x$) para obtener una formulación más sencilla.

2.2.3.5- Presión de flujo

La presión conjuntamente con el caudal, son parámetros fundamentales en la dinámica de fluidos, ambas permanecen ligadas y definen las características más importantes de un flujo.

Simplificamos el concepto de la *gradiente de presión* ($\partial p / \partial x$) como la diferencia de presión existente entre dos puntos 1 y 2 de una tubería horizontal larga, siendo la distancia entre estos dos puntos (L).

$$\frac{\partial p}{\partial x} = \frac{p_2 - p_1}{L} = -\frac{\Delta p}{L}$$

Finalmente, si combinamos la definición de *gradiente de presión* ($\partial p / \partial x$) con el *caudal de flujo* (Q), obtenemos las ecuaciones fundamentales de la dinámica de fluidos incompresibles más utilizadas para determinar el caudal y las pérdidas hidráulicas.

$$Q = \frac{\Delta p \pi D^4}{128 \mu L}$$

$$\Delta p = \frac{32 \mu L \bar{V}}{D^2}$$

Dónde:

- Q : Caudal o flujo volumétrico.
 Δp : Pérdida de presión.
 D : Diámetro interior de la tubería.
 μ : Viscosidad absoluta del flujo.
 \bar{V} : Velocidad nominal de flujo.
 L : Longitud de tubería.

Estas ecuaciones son comúnmente conocidas como las *ecuaciones de Hagen-Poiseuille* en honor a Jean Louis Marie Poiseuille (1799 – 1869) y Gotthilf Heinrich Ludwig Hagen (1797 – 1884) quienes lo descubrieron de forma experimental en la década de 1850, mucho antes de su deducción analítica. Líneas abajo sus formulaciones originales.

$$Q = \frac{\Delta p \pi R^4}{8Ln}$$

$$\Delta p = \frac{32nLv_{media}}{D^2}$$

Hagen-Poiseuille para caudal

Hagen-Poiseuille para pérdidas de presión

Dónde:

- Q : Caudal.
 Δp : Pérdida de presión.
 n : Viscosidad dinámica.
 R : Radio interior de la tubería.
 D : Diámetro interior de la tubería.
 L : Longitud de la tubería.
 v_{media} : Velocidad media del flujo.

2.2.3.6- Energía de flujo

En el ítem 2.2.2.4 se presentó el concepto de la ecuación general de la *conservación de la energía* aplicado a un VC. Ahora se aplicará este concepto para el caso específico de tuberías, donde el flujo se encuentra confinado a un número limitado de ingresos y salidas. Para este caso se delimitará un VC alrededor de un codo reductor de 90° y se realizará algunas suposiciones para simplificar el análisis.

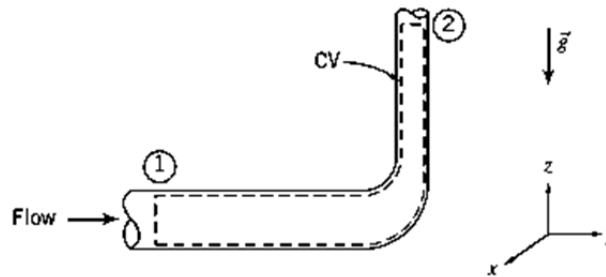


Fig. 9- VC y coordenadas para el análisis de energía del flujo que circula por un codo reductor de 90°. Pritchard, Philip J. & Leylegian, John C., (2011), "Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics", 8th Ed., Pág. 354.

$$\dot{Q} - \dot{W}_s - \dot{W}_{corte} - \dot{W}_{otro} = \frac{\partial}{\partial t} \int_{VC} e \rho dV + \int_{SC} \left(u + pv + \frac{V^2}{2} + gz \right) \rho \vec{V} \cdot d\vec{A} \quad (4.57)$$

Suposiciones:

- Trabajo efectuado por las fuerzas normales $\dot{W}_s = 0$, trabajos de otro tipo $\dot{W}_{otro} = 0$.
- Trabajo efectuado por las fuerzas de corte $\dot{W}_{corte} = 0$ (aunque estas fuerzas están presentes entre la superficie del codo y el fluido se reducen a cero porque las velocidades en tal punto también son nulas).
- Fluido estable.

- d) Fluido incompresible.
- e) Energía interna y presiones uniformes a través de las secciones ① y ②.

Entonces, la ecuación general para el VC delimitado se reduce a:

$$\dot{Q} = \dot{m}(u_2 - u_1) + \dot{m} \left(\frac{p_2}{\rho} - \frac{p_1}{\rho} \right) + \dot{m}g(z_2 - z_1) + \int_{A_2} \frac{V_2^2}{2} \rho V_2 dA_2 - \int_{A_1} \frac{V_1^2}{2} \rho V_1 dA_1 \quad (8.24)$$

Sabemos que para flujos viscosos, la velocidad en una sección no es uniforme. Sin embargo, para simplificar los cálculos, es necesario introducir el concepto de *velocidad promedio* (\bar{V}) y también de un *coeficiente de energía cinética* (α).

La *velocidad promedio* (\bar{V}) representa la velocidad del flujo en una sección de tubería dada y es de magnitud constante. El *coeficiente de energía cinética* (α), es un parámetro adimensional que representa a un factor corrección de la ecuación por la condición de la *velocidad promedio* (\bar{V}) asumida. Este artificio nos permite resolver la ecuación de una manera sencilla.

$$\int_A \frac{V^2}{2} \rho V dA = \alpha \int_A \frac{\bar{V}^2}{2} \rho V dA = \alpha \dot{m} \frac{\bar{V}^2}{2} \quad (8.25a)$$

Para *flujos laminares* en tuberías, se ha demostrado que *coeficiente de energía cinética* (α), asume un valor de 2.0. Para flujos turbulentos, es necesario calcularlo con las siguientes ecuaciones experimentales.

$$\alpha = \left[\frac{U}{\bar{V}} \right]^3 \frac{2n^2}{(3+n)(3+2n)} \quad (8.26)$$

$$\frac{\bar{V}}{U} = \frac{2n^2}{(n+1)(2n+1)} \quad (8.23)$$

Reescribimos la ecuación 8.24 en términos de *velocidad promedio* (\bar{V}) y *coeficiente de energía cinética* (α) obtenemos.

$$\dot{Q} = \dot{m}(u_2 - u_1) + \dot{m} \left(\frac{p_2}{\rho} - \frac{p_1}{\rho} \right) + \dot{m}g(z_2 - z_1) + \alpha_2 \dot{m} \frac{\bar{V}_2^2}{2} - \alpha_1 \dot{m} \frac{\bar{V}_1^2}{2}$$

Reescribiendo la ecuación anterior.

$$\left(\frac{p_1}{\rho} + \alpha_2 \frac{\bar{V}_1^2}{2} + gz_1\right) - \left(\frac{p_2}{\rho} + \alpha_2 \frac{\bar{V}_2^2}{2} + gz_2\right) = (u_2 - u_1) - \frac{\delta Q}{dm} \quad (8.27)$$

Dónde:

$$\frac{p}{\rho} + \alpha \frac{\bar{V}^2}{2} + gz \quad : \quad \text{Energía mecánica por unidad de masa en las secciones ① y ②.}$$

$$(u_2 - u_1) \quad : \quad \text{Conversión irreversible de energía mecánica en energía térmica por unidad de masa en las secciones ① y ②.}$$

$$-\frac{\delta Q}{dm} \quad : \quad \text{Transferencia de calor por unidad de masa.}$$

La sumatoria de $(u_2 - u_1)$ y $-\delta Q/dm$ se denomina comúnmente como *perdida de carga total* (h_{l_T}), porque representa la conversión de la energía mecánica en energía térmica que irremediamente se pierde.

Finalmente, reescribiendo la ecuación anterior en términos de *Pérdida de carga total* (h_{l_T})

$$\left(\frac{p_1}{\rho} + \alpha_1 \frac{\bar{V}_1^2}{2} + gz_1\right) - \left(\frac{p_2}{\rho} + \alpha_2 \frac{\bar{V}_2^2}{2} + gz_2\right) = h_{l_T} \quad (8.28)$$

De todo lo expuesto, se puede observar que la ecuación 8.28 representa el balance de energía la mecánica específica, es decir por unidad de masa, del sistema o VC con las pérdidas de energía debida principalmente a la fricción.

Llegado a este punto, es necesario introducir dos conceptos esenciales: el gradiente hidráulico (*HGL*) y la gradiente de energía (*EGL*), en inglés, conocidos como Hydraulic Gradient Line y Energy Gradient Line respectivamente. Ambos parámetros son habitualmente utilizados en la ingeniería de flujos a través de sistemas para comprender el comportamiento energético a través del mismo.

$$HGL = \frac{p}{\gamma} + z$$

$$EGL = \frac{\bar{V}_1^2}{2} + \frac{p}{\gamma} + z$$

Según se observa, tanto el *HGL* y el *EGL* no son más que una simplificación de la ecuación 8.28, donde la energía del sistema se expresa en unidades longitudinales simples (metros, pies, etc.). El *HGL* representa la sumatoria de la energía de presión (p/γ) y la energía gravitacional (z) en un punto dado del sistema, en tanto que el *EGL* además considera la energía cinética del flujo.

En sistemas complejos donde se dispone de varios puntos nos permite graficar una curva del sistema donde podemos observar el comportamiento de la energía a través de estos puntos.

2.2.4- Pérdidas en tuberías

Presentados las leyes y ecuaciones que gobiernan el comportamiento y las propiedades de un flujo a través de sistemas confinados o tuberías. Ahora nos centraremos en describir las pérdidas de carga, porque ocurren y el método de cálculo de los mismos. Conocido en la terminología anglosajona como *Head Loss*, representa toda aquella energía que se necesita en el sistema para contrarrestar la fricción existente en el flujo y entre el flujo y la tubería, esto incluye también la fricción en accesorios tales como: codos, tees, reducciones, válvulas, entre otros existentes en el sistema. En resumen estas pérdidas se pueden clasificar en tres categorías.

- a) Pérdidas mayores.
- b) Pérdidas menores.
- c) Otras pérdidas (despreciables).

$$h_{l_T} = h_l + h_{l_m}$$

Dónde:

- h_{l_T} : Pérdida de carga total.
 h_l : Pérdidas mayores.
 h_{l_m} : Pérdidas menores.

2.2.4.1- Pérdidas en tuberías (Mayores)

También conocido como pérdidas mayores (h_l) debido a que, generalmente para sistemas típicos, representan alrededor de un 40% de la pérdida de carga total (h_{l_T}). Estas pérdidas se deben a la fricción existente entre el flujo y la superficie interior de la tubería y se consideran solamente las originadas en los tramos rectos, donde el flujo se comporta como desarrollado. Las pérdidas por los cambios de sección y dirección del flujo, se clasifican como otro tipo de pérdidas.

En la bibliografía actual, existen diversos métodos y ecuaciones para calcular estas pérdidas, según sea el tipo de fluido, ámbito de aplicación, etc. Para situaciones más generales la ecuación más utilizada es la *ecuación Darcy-Weisbach*.

2.2.4.1.1- Ecuación Darcy-Weisbach (1875)

Es la ecuación comúnmente empleada para calcular las pérdidas por fricción en las tuberías. Fue desarrollada experimentalmente por Darcy-Weisbach alrededor de 1875. Fue obtenida independientemente por Henry Darcy (1803 – 1858) y Julius Weisbach (1806 – 1871) quien, además, la refinó.

En la bibliografía especializada, existen muchas versiones de esta ecuación. La notación que aquí se empleará será la utilizada en la publicación American Water Works Association. (2002). *PVC Pipe - Design and Installation* (Manual M23 2th ed.). California, CA: AWWA.

$$h_f = f \frac{L V_f^2}{D 2g}$$

Dónde:

- h_f : Pérdida de carga.
- f : Factor de fricción de Darcy.
- L : Longitud de la tubería.
- D : Diámetro interior de la tubería.
- V_f : Velocidad media del fluido.
- g : Aceleración de la gravedad.

Pruebas experimentales realizadas a lo largo de los años, han establecido que el valor del factor de fricción de Darcy (f) para *flujos laminares* relativamente suaves con $Re \leq 2300$ depende únicamente del *número de Reynolds* (Re).

Combinando las *ecuaciones de Hagen-Poiseuille* presentados en el ítem 2.2.3.5 y la ecuación de *Darcy-Weisbach*, obtenemos una relación que nos permite determinar el factor de fricción de Darcy (f) para *flujos laminares* ($Re \leq 2300$).

$$\Delta p = \frac{32\mu L \bar{V}}{D^2}$$

Ecuación de Hagen-Poiseuille

$$h_f = f \frac{L V_f^2}{D 2g}$$

Ecuación de Darcy-Weisbach

$$f = \frac{64}{Re}$$

En la ingeniería y aplicaciones prácticas, se prefiere emplear la ecuación *Colebrook-White*, desarrollada para el cálculo factor de fricción de Darcy (f) para *flujos laminares*, debido a que presenta una solución mucho más precisa. Ambas ecuaciones son perfectamente válidas.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log_{10}(Re\sqrt{f}) - 0.8 \quad (\text{Ec. Colebrook - White})$$

Para flujos turbulentos con $2300 < Re \leq 4000$ y $Re > 4000$, además del *número de Reynolds* (Re), es necesario conocer la rugosidad absoluta de la tubería (ε). Nuevamente, *Colebrook-White* desarrollaron una ecuación que nos permite calcular el factor de fricción de Darcy (f) bajo estas condiciones.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.14 - 2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon}{D} + \frac{9.35}{Re\sqrt{f}} \right) \quad (\text{Ec. Colebrook - White})$$

Dónde:

- Re : Número de Reynolds.
 f : Factor de fricción de Darcy.
 ε : Rugosidad absoluta de la tubería.
 D : Diámetro interior de la tubería.

Calcular el *factor de fricción de Darcy* (f) y la *rugosidad absoluta* (ε) en el pasado, cuando no se disponía del poder computacional actual, era relativamente laborioso, por lo que fue L.F. Moody quien, para facilitar el cálculo, desarrolló unos diagramas gráficos, que todavía se utilizan hasta la actualidad para el cálculo de sistemas relativamente sencillos. Nuevamente, para ambos casos, existen muchas versiones de estos diagramas, la versión que aquí se empleará es la presentada en el Crane Co. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (Technical Paper nro. 410M). Stamford, CT: CRANE, los mismos que son anexados a la presente memoria (véase anexo A.1 y A.2 respectivamente).

2.2.4.2- Pérdidas en accesorios (Menores)

También denominado *pérdidas menores* (h_{l_m}) representa las pérdidas hidráulicas ocurridas en los accesorios y válvulas existentes en el sistema. No existe un método analítico general que nos permita calcular estas pérdidas, por lo cual, los métodos, ecuaciones, coeficientes y valores que son utilizados, habitualmente, fueron obtenidos experimentalmente y son aplicables bajo ciertas condiciones. En la presente memoria, se presentará los métodos correspondientes a las publicaciones

- 1) Crane Co. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (Technical Paper nro. 410M). Stamford, CT: CRANE.
- 2) Idel'chik I. E. (1966). *Handbook of Hydraulic Resistance*. Washington, D.C: U.S. Atomic Energy Commission & National Science Foundation.
- 3) Miller D. S. (1990). *Internal Flow Systems* (Second edition). Cranfield, Bedford: BHR Group Limited.

Las tablas y ecuaciones con los valores experimentales obtenidos, según el tipo y geometría de los accesorios y válvulas serán anexados a la presente memoria (véase anexos A.3, A.4, A.5 y A.6).

La publicación del CRANE, se basa en la *ecuación de Darcy-Weisbach* presentada en el ítem 2.2.4.1.1, donde define un factor adimensional denominado *coeficiente de resistencia* (K).

$$K = f \frac{L}{D} \quad (\text{Equation 2 - 4})$$

Dónde:

- K : Coeficiente de resistencia (véase anexos A.3, A.4, A5 y A.6).

- f : Factor de fricción de Darcy.
 L/D : Longitud equivalente.

El *Coefficiente de resistencia* (K), en forma resumida, representa las características geométricas de los accesorios y válvulas y el comportamiento del mismo según las condiciones de flujo. Al combinarse con la *ecuación de Darcy-Weisbach* se obtiene la siguiente ecuación.

$$h_{l_m} = K \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Equation 2 - 3})$$

Cabe mencionar que la publicación CRANE, limita la aplicación del método, a un número específico de diámetros de tuberías, fabricados en acero comerciales, Schedule 40 y en flujo completamente turbulento, conforme a la tabla presentada líneas abajo.

Pipe Friction Data for Schedule 40 Clean Commercial Steel Pipe with Flow in Zone of Complete Turbulence

Nominal Size (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125-150	200	250-350	400-550	600-900
Friction Factor (f_r)	.026	.024	.022	.021	.020	.019	.018	.017	.016	.015	.014	.013	.012	.011

$$f_r = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon/d}{3.7} \right) \right]^2}$$

Tabla 1- Diámetros de tuberías aceptables, según la publicación CRANE.
 Crane Co. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (Technical Paper nro. 410M). (Ap. A-27) Stamford, CT: CRANE.

En sistemas con múltiples accesorios y válvulas, la publicación CRANE, establece que los *coeficiente de resistencia* (K) individuales deben sumarse según el siguiente criterio.

- a) Accesorios y válvulas en serie:

$$K_{Total} = K_1 + K_2 + K_3 + \dots K_n \quad (\text{Equation 2 - 5})$$

- b) Accesorios y válvulas en paralelo:

$$\frac{1}{K_{Total}} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \dots \frac{1}{K_n} \quad (\text{Equation 2 - 6})$$

2.2.5- Redes de tuberías

En la práctica, los sistemas de tuberías rara vez se presentan en forma lineal, si no, formando nudos, ramales y/o redes de lazo abierto o cerrado (I y II de la figura 10) más o menos extensas y relativamente complejas de solucionar por métodos manuales. Estas redes pueden poseer diversos componentes como: tuberías, accesorios, manifolds, tanques de almacenamiento, válvulas de control, bombas centrífugas, equipos de procesos, etc.

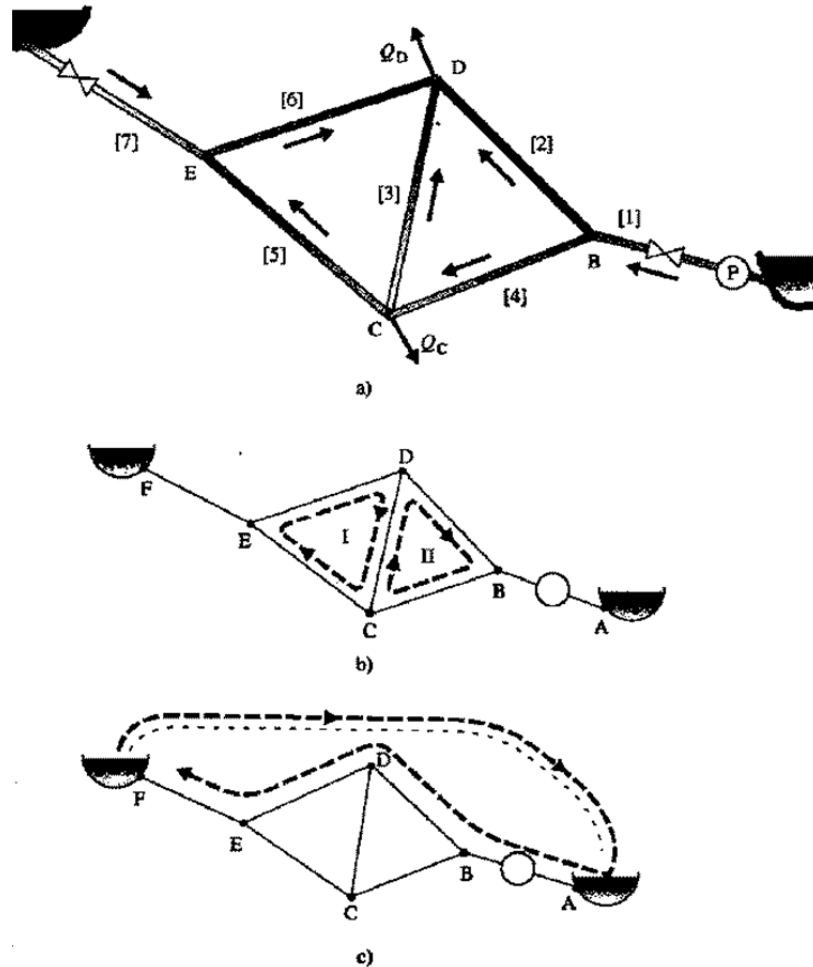


Fig. 10- Redes de tuberías representativas.

Potter, Merle C. & Wiggert, David C. (2003). *Mecánica de Fluidos* (3ra ed. en español). México D.F.: Thomson

- a) Nudos (p. j. E, D, C, B).
- b) Redes de lazo cerrado (p. j. I, II).
- c) Redes de lazo abierto.

Los métodos utilizados para solucionar estas redes suelen basarse en 2 principios fundamentales.

- 1) Balance de caudal en nudos.
- 2) Balance de energía en lazos.

Estos principios, al ser aplicados a las redes, forman ecuaciones lineales y cuadráticas con múltiples variables, que a través de linealizaciones e iteraciones sucesivas suelen ser solucionados. Dado que las redes presentan múltiples componentes, donde la cantidad de ecuaciones y variables suele ser bastante, es que, habitualmente se opta por solucionar estas ecuaciones mediante métodos computacionales.

Para redes sencillas, que no contengan muchos componentes, existen métodos manuales de solución como el *método de Hardy Cross*, pero el principio de solución es el mismo.

2.2.5.1- Componentes

2.2.5.1.1- Tuberías

El análisis de las pérdidas de energía en las tuberías que componen la red, se basan *ecuación de Darcy-Weisbach* presentada en el ítem 2.2.4.1.1, que es necesario expresarlas en términos de caudal.

$$H_i - H_j = \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} Q_{ij}^2$$

Dónde:

- H_i : Energía de flujo de la tubería en el nodo i.
- H_j : Energía de flujo de la tubería en el nodo j.
- Q_{ij} : Caudal de la tubería entre los nodos i-j.
- f_{ij} : Factor de fricción de Darcy en la tubería entre los nodos i-j.
- L_{ij} : Longitud de tubería entre nodos i-j.
- g : Constante gravitacional.
- D_{ij} : Diámetro interior de tubería entre nodos i-j.

2.2.5.1.2- Accesorios

Las pérdidas de energía en los accesorios instalados en las tuberías que componen la red, son definidas como una simple sumatoria de los *coeficiente de resistencia* (K) individuales.

$$\sum K_{ij} = K_1 + K_2 + K_3 \dots$$

Dónde:

- $\sum K_{ij}$: Sumatoria de los *coeficiente de resistencia* (K) individuales existentes en la tubería entre los nodos i-j.
- $K_1, K_2, \text{etc.}$: *Coeficiente de resistencia* (K) individuales.

2.2.5.1.3- Bombas centrífugas

El aporte de energía de una bomba centrífuga instalada en las tuberías que componen la red, queda representado mediante una ecuación cuadrática, que es una aproximación de su comportamiento.

$$H_b = A Q_{ij}^2 + B Q_{ij} + C$$

Dónde:

- H_b : Total de energía suministrado por la bomba centrífuga.
 Q_{ij} : Caudal de la tubería entre los nodos i-j.
 A, B, C : Constantes de ecuación.

2.2.5.1.4- Válvulas de control

Las pérdidas de energía en las válvulas de control, instalados en las tuberías que componen la red se pueden representar mediante la ecuación presentada líneas abajo. Se menciona que esta ecuación no considera el comportamiento dinámico del sistema y la válvula de control.

$$H_v = S \frac{Q_{ij}^2}{C_v^2}$$

Dónde:

- H_v : Pérdida de energía en la válvula de control.
 Q_{ij} : Caudal de la tubería entre los nodos i-j.
 C_v : Coeficiente de dimensionamiento de la válvula.
 S : Constante de válvula.

2.2.5.1.5- Equipos de proceso

Las pérdidas de energía en un equipo de proceso, instalados en las tuberías que componen la red, tales como: intercambiadores de calor, filtros, separadores, torres de enfriamiento, etc. se representan mediante un valor o constante especificada por el fabricante.

$$h_e$$

2.2.5.2- Balance de caudal

El balance de caudal es la extensión del concepto del caudal de flujo en tuberías presentado en el ítem 2.2.3.4, aplicado a redes de tuberías, donde el balance de caudal se realiza en los nodos de la red.

$$\sum Q_{ij} + Q_{out} = 0$$

Dónde:

- Q_{ij} : Caudal de la tubería entre los nodos i-j.
 Q_{out} : Caudal externo que sale del nodo.

Por convención, se considera que los flujos que entran al nodo como negativos y los que salen como positivos.

2.2.5.3- Balance de energía

También conocido como la *ecuación general de flujo*. Representa la aplicación de la ecuación de energía de flujo en tuberías presentado en el ítem 2.2.3.6, aplicado alrededor de un lazo ya sea abierto o cerrado. El tamaño de la ecuación y número de variables dependerá de los componentes del lazo.

Lazos con tuberías:

$$\sum \left(\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} Q_{ij}^2 \right) - \sum (H_i - H_j) = 0$$

Dónde:

$$\sum (H_i - H_j) = 0 \quad : \quad \text{Para lazo cerrado.}$$

Lazos con tuberías y accesorios:

$$\sum \left[\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} \left(\sum K_{ij} \right) Q_{ij}^2 \right] - \sum (H_i - H_j) = 0$$

Lazos con tuberías, accesorios y bomba:

$$\sum \left[\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} \left(\sum K_{ij} \right) Q_{ij}^2 \right] - \sum (H_i - H_j) + H_b = 0$$

Lazos con tuberías, accesorios, bombas y válvulas de control:

$$\sum \left[\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} \left(\sum K_{ij} + \frac{S}{C_v^2} \right) Q_{ij}^2 \right] - \sum (H_i - H_j) + H_b = 0$$

Lazos con tuberías, accesorios, bombas, válvulas de control y equipos de proceso:

$$\sum \left[\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} \left(\sum K_{ij} + \frac{S}{C_v^2} \right) Q_{ij}^2 \right] - \sum (H_i - H_j) + H_b - h_e = 0$$

2.2.5.3.1- Linealización de ecuación

Para poder utilizar las ecuaciones de balance de energía del ítem anterior, conjuntamente con las ecuaciones del balance de caudal es necesario linealizarlas, es decir reducir el exponente cuadrático de la variable (Q_{ij}), para lo cual suele aplicarse la serie de Taylor-McLaurin. Reescribiendo las ecuaciones anteriores en su forma linealizada.

Lazos con tuberías:

$$\Delta Q \approx (Q - Q_{ij,0}) = \frac{-\sum \left[\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} Q_{ij,0}^2 \right] + \sum(H_i - H_j)}{\sum \left[\pm \frac{16f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} Q_{ij,0} \right]}$$

Lazos con tuberías y accesorios:

$$\Delta Q \approx (Q - Q_{ij,0}) = \frac{-\sum \left[\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} (\sum K_{ij}) Q_{ij,0}^2 \right] + \sum(H_i - H_j)}{\sum \left[\pm \frac{16f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} (\sum K_{ij}) Q_{ij,0} \right]}$$

Lazos con tuberías, accesorios y bombas:

$$\Delta Q \approx (Q - Q_{ij,0}) = \frac{-\sum \left[\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} (\sum K_{ij}) Q_{ij,0}^2 \right] + \sum(H_i - H_j) - H_b|_{Q_{ij,0}}}{\sum \left[\pm \frac{16f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} (\sum K_{ij}) Q_{ij,0} \right] + \left. \frac{dH_b}{dQ_{ij}} \right|_{Q_{ij,0}}}$$

Lazos con tuberías, accesorios, bombas y válvulas de control:

$$\Delta Q \approx (Q - Q_{ij,0}) = \frac{-\sum \left[\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} \left(\sum K_{ij} + \frac{S}{C_v^2} \right) Q_{ij,0}^2 \right] + \sum(H_i - H_j) - H_b|_{Q_{ij,0}}}{\sum \left[\pm \frac{16f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} \left(\sum K_{ij} + \frac{S}{C_v^2} \right) Q_{ij,0} \right] + \left. \frac{dH_b}{dQ_{ij}} \right|_{Q_{ij,0}}}$$

Lazos con tuberías, accesorios, bombas, válvulas de control y equipos de proceso:

$$\Delta Q \approx (Q - Q_{ij,0}) = \frac{-\sum \left[\pm \frac{8f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} \left(\sum K_{ij} + \frac{S}{C_v^2} \right) Q_{ij,0}^2 \right] + \sum (H_i - H_j) - H_b|_{Q_{ij,0}} + h_e}{\sum \left[\pm \frac{16f_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} \left(\sum K_{ij} + \frac{S}{C_v^2} \right) Q_{ij,0} \right] + \left. \frac{dH_b}{dQ_{ij}} \right|_{Q_{ij,0}}}$$

Finalmente las ecuaciones linealizadas del balance de energía conjuntamente con las ecuaciones del balance de caudal pueden ser resueltas manualmente o por algún método computacional, como ya se indicó.

2.2.6- Transientes hidráulicas en tuberías

2.2.6.1- Cavitación

Ocurre cuando la presión local en el flujo desciende por debajo de la presión de vaporización a la correspondiente temperatura de operación, esto origina la creación de burbujas de vapor en el flujo, que luego, al alcanzar una zona con mayores presiones regresan al estado líquido, colapsando bruscamente.

El mayor problema de la cavitación ocurre cuando estas burbujas colapsan muy cerca o sobre las paredes de la bomba, tuberías, accesorios, etc. generando un daño al material, producto de las altas presiones de colapso. Habitualmente cuando un sistema presenta problemas de cavitación, este va acompañado de abundante ruido y vibraciones.

Las zonas más susceptibles de cavitación son:

- a) Líneas de succión.
- b) Zonas de succión de la bomba.
- c) Zonas de descarga de la bomba.
- d) Líneas de tuberías de impulsión.

Una manera de asegurarse que el sistema no presente problemas de cavitación es asegurarse que la presión de operación del sistema (presión manométrica) sea siempre mayor a la diferencia entre la presión de vapor (P_v) y la atmosférica (P_{atm}), conforme a la ecuación presentada líneas abajo.

$$\text{Presión manométrica} > (P_v - P_{atm})$$

Dónde:

- P_{atm} : Presión atmosférica
 P_v : Presión de vapor.

2.2.6.2- NPSH

Altura de succión positiva, es un parámetro esencial, propio de la línea de succión y la bomba, que nos permite estimar la altura máxima de succión positiva disponible y evitar que el fluido llegue a vaporizarse y pueda originar cavitación. Un NPSH óptimo debe satisfacer la siguiente ecuación.

$$NPSH_D > NPSH_R + 0.5$$

Dónde:

$NPSH_D$: NPSH disponible (*m de H2O std. (g)*).

$NPSH_R$: NPSH requerido (*m de H2O std. (g)*).

El NPSH disponible ($NPSH_D$) de la línea de succión se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$NPSH_D = P_{atm} - P_v - \Delta H \pm Z - \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

P_{atm} : Presión atmosférica (*m de H2O std. (g)*).

P_v : Presión de vapor a la temperatura de operación (*m de H2O std. (g)*).

ΔH : Pérdidas hidráulicas en la línea de succión (*m de H2O std. (g)*).

Z : Altura de succión (*m de H2O std. (g)*) (negativo si el *espejo de agua* está por debajo del eje de aspiración y positivo si el *espejo de agua* está por encima del eje de aspiración).

$V^2/2g$: Energía cinética a la entrada de la succión de la bomba (*m de H2O std. (g)*).

El NPSH requerido ($NPSH_R$) es un valor intrínseco de la bomba centrífuga y depende de sus dimensiones, materiales y configuración geométrica. Normalmente es especificado por el fabricante. Para bombas centrífugas, valores alrededor 5.0 *m de H2O std. (g)* son habituales.

2.2.6.3- Separación de columna líquida

Se define como la interrupción de la columna líquida debido a la presencia de *bolsas de aire o vapor* (cavitación) atrapados en el sistema, que originan una discontinuidad en el flujo. Estas *bolsas* pueden originar ondas de sobrepresiones y depresiones transitorias muy dañinas para el sistema (véase ítem 2.2.5.3). La presencia de válvulas de aire o ventosas, estratégicamente ubicadas, pueden prevenir estas sobrepresiones liberando aire del sistema y evitar las depresiones (cavitación) permitiendo el ingreso de aire al sistema.

2.3- INSTALACIONES SANITARIAS

Es el conjunto de líneas o tuberías que se encuentran dentro de los límites de una propiedad y que son necesarios para el abastecimiento y distribución de fluentes (agua potable y conraincendios), así como la evacuación de efluentes (desagües y lluvias) con la finalidad de proporcionar confort y seguridad a los habitantes de la propiedad mencionada.

Para propósitos del presente documento, nos centraremos únicamente en presentar los conceptos desarrollados para el abastecimiento y distribución del agua potable, dejando de lado los conceptos y aspectos técnicos relacionados con las instalaciones sanitarias propiamente dichos.

2.3.1- Conceptos fundamentales

2.3.1.1- Sistema

Se define como sistema a toda instalación sanitaria que tiene un ingreso, realiza un recorrido y tiene una salida. Consta de tuberías, accesorios, válvulas, etc.

2.3.1.2- Dotación

También denominado consumo, es el volumen total de agua requerido de forma diaria por el usuario para satisfacer sus necesidades sanitarias. Habitualmente se expresan en *lt/día*.

2.3.1.3- Gasto

Es la cantidad o consumo de agua en una unidad de tiempo determinado, Habitualmente se expresan en *lt/s, lt/min*.

2.3.1.4- Máxima demanda

También denominado máxima demanda simultánea, es el caudal probable máximo requerido en una determinada instalación o parte de él. Habitualmente se expresan en *lt/s, lt/min*.

2.3.1.5- Pérdida de carga

Representa las pérdidas de energía en el sistema producto de la fricción existente en el fluido, tuberías y accesorios. Habitualmente se expresan en *mca* o simplemente *m*.

2.3.2- Estimación de la máxima demanda

El método habitualmente utilizado para estimar la máxima demanda es el *método de Hunter*. También llamado *método de la máxima demanda simultánea*. Fue desarrollada por el estadounidense Roy B. Hunter y publicado en Hunter, Roy B. (1940). *Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems* (Building Materials and Structures, report BMS65). Washington, DC: Department of Commerce.

Es un método probabilístico-estadístico que nos permite estimar de una manera práctica la máxima demanda probable de agua de un sistema sanitario. Hunter clasifica la demanda según el uso, en dos grandes categorías:

- a) *Público*, incluye colegios, hospitales, teatros, cines, etc.
- b) *Privado*, incluye a departamentos, hoteles, etc.

Presenta el concepto de la *unidad de gasto*, en inglés *fixture units (n)* y lo define como un factor numérico adimensional que representa el efecto que produce a la carga de un sistema, cuando un determinado aparato sanitario es utilizado. Luego considerando las características comunes de estos efectos entre diversos aparatos sanitarios, generaliza el concepto para una lista determinada. Líneas abajo se presenta la lista original publicada por Hunter.

Fixture or group	Occupancy	Type of supply	Weight per fixture or group in fixture units
Water closet.....	Public	Flush valve.....	10
Do.....	do	Flush tank.....	5
Pedestal urinal.....	do	Flush valve.....	10
Stall or wall urinal.....	do	do.....	5
Do.....	do	Flush tank.....	3
Lavatory.....	do	Total.....	2
Do.....	do	Hot or cold.....	1.5
Bathtubs.....	do	Total.....	4
Do.....	do	Hot or cold.....	3
Shower head.....	do	Total.....	4
Do.....	do	Hot or cold.....	3
Bathroom group.....	Private	Flush valve (total).....	8
Do.....	do	Flush valve (cold only).....	6
Do.....	do	Flush tank (total).....	6
Do.....	do	Flush tank (cold only).....	4
Do.....	do	Hot water only.....	3
Bathroom group with separate shower.	do	Add to corresponding group above for total, 2; for cold or hot	1.5

Tabla 2- Unidades de gasto (n) de Hunter.

Hunter, Roy B. (1940). *Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems* (Building Materials and Structures, report BMS65) (p. 18). Washington, DC: Department of Commerce.

La lista, clasifica a los aparatos sanitarios, según el método de consumo en:

- a) *Tanque (Flush tank)* – aparatos que poseen tanques para regular el consumo.
- b) *Válvula de descarga (Flush valve)* - aparatos que poseen válvulas para regular el consumo.

Así mismo, distingue si el sanitario consume agua fría, caliente o ambos. Finalmente le asigna un valor en *unidad de gasto* o *fixture units (n)*. Roy B. Hunter además, elabora unas curvas donde estima la máxima demanda simultánea en función a la *unidades de gasto* o *fixture units (n)*.

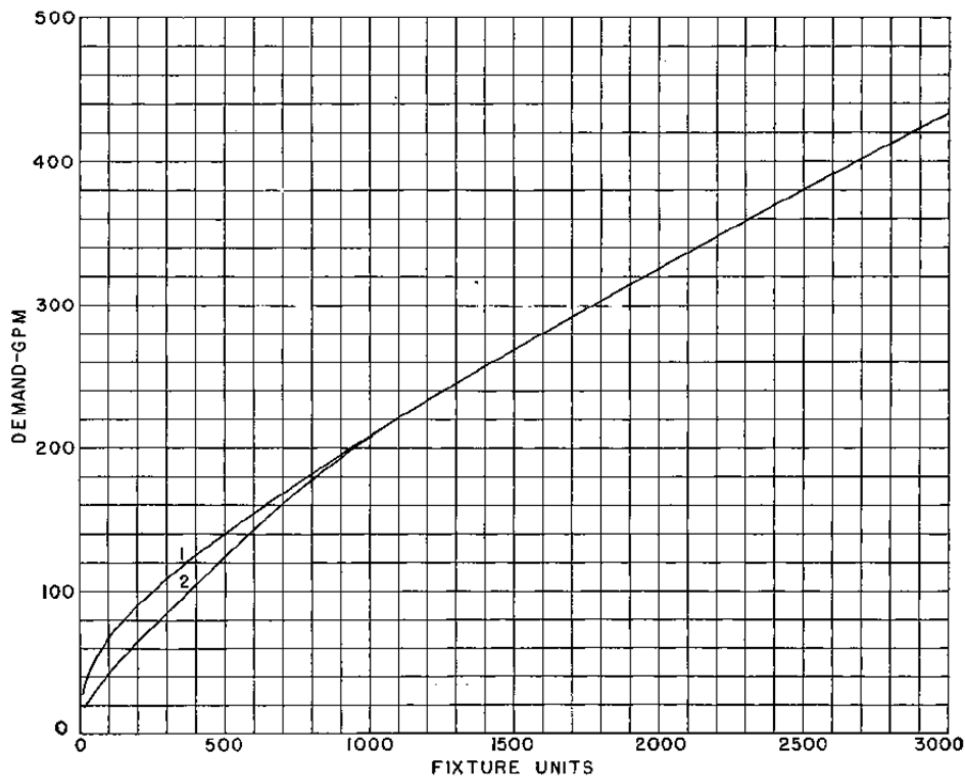


Fig. 11- Curva de demanda estimada para propósitos de diseño. Curva 1- *Tanque*, Curva 2- *Válvula de descarga*.
 Hunter, Roy B. (1940). *Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems* (Building Materials and Structures, report BMS65) (p. 15). Washington, DC: Department of Commerce.

En instalaciones sanitarias medianamente grandes con *unidades de gasto* mayores a 700, la precisión del *método de Hunter* ha quedado demostrada, razón por la cual es ampliamente utilizada. En instalaciones pequeñas se recomienda utilizarlo con cierta cautela. Así mismo, para instalaciones fuera de EE.UU. el consumo obtenido resultará un tanto exagerado, por lo que es necesario ajustar la curva de Hunter de acuerdo a la realidad de la región donde se utiliza.

2.3.3- Pérdidas de carga

De igual manera que en la *mecánica de fluidos*, las pérdidas de carga en el sistema, se clasifican en pérdidas mayores y menores.

2.3.3.1- Pérdidas en tuberías (Mayores)

2.3.3.1.1- Ecuación Hazen-Williams (1904)

Desarrollado y publicado en 1904 por Hazen y Williams. Es probablemente la ecuación más utilizada actualmente en la ingeniería civil y sanitaria para el abastecimiento de agua y el cálculo de pérdidas en las instalaciones sanitarias (h_f). No es válida para otros fluidos que no sean agua. La notación que se empleará para presentar las ecuaciones, serán las utilizadas en el manual American Water Works Association. (2004). *Steel Pipe - A Guide for Design and Installation* (Manual M11 4th ed.). California, CA: AWWA.

Ecuación Hazen-Williams formulada en función a la velocidad del fluido (V).

$$V = 0.849 C r^{0.63} s^{0.54}$$

Ecuación Hazen-Williams formulada en función a las pérdidas por fricción (h_f).

$$h_f = \frac{10.65 Q^{1.852} L}{C^{1.852} D^{4.87}}$$

Dónde:

- V : Velocidad media del agua (m/s).
- C : Coeficiente de Hazen-Williams.
- r : Radio hidráulico de la tubería (m).
- s : Pendiente energética h_f/L (m/m).
- h_f : Perdidas por fricción (m) por longitud de tubería L (m).
- Q : Caudal medio del agua (m^3/s).
- L : Longitud de la tubería (m).
- D : Diámetro interior de tubería (m).
- d : Diámetro nominal de la tubería (in).

Pruebas realizadas han demostrado que el *coeficiente de Hazen-Williams* no depende únicamente de la rugosidad de la tubería sino también del diámetro. Para tuberías en buen estado con superficies relativamente suaves el valor medio se puede calcular mediante la siguiente ecuación.

$$C = 140 + 0.17d$$

Para tuberías con superficies, relativamente, deterioradas y que han sufrido acumulación de sedimentos usar la siguiente ecuación.

$$C = 130 + 0.16d$$

2.3.3.2- Pérdidas en accesorios (Menores)

2.3.3.2.1- Método de la Longitud equivalente (LE)

Es ampliamente utilizado en el diseño de instalaciones sanitarias en edificaciones para estimar las pérdidas correspondientes a los accesorios. Consiste en calcular una longitud virtual de tubería recta o longitud equivalente (LE) que al utilizarse con la *ecuación Hazen-Williams* genere un pérdida equivalente al accesorio correspondiente.

La formulación correspondiente de la *ecuación Hazen-Williams* quedaría de la siguiente manera.

$$h_f = \frac{10.65 Q^{1.852} LE}{C^{1.852} D^{4.87}}$$

Dónde:

LE : Longitud equivalente (m).

Para determinar la LE para cada tipo de accesorio, es necesario utilizar la tabla que se anexa a la presente memoria (véase anexo A.7).

Para un sistema dado, donde se tiene identificado el tipo y cantidad de accesorios existentes, basta con la suma aritmética de las LE para determinar la pérdidas en accesorios.

2.4- CÓDIGOS, ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES

Son una serie de especificaciones, requerimientos y criterios tanto para el diseño, fabricación, instalación, etc. que deben satisfacerse para considerar que el sistema involucrado sea fiable. Estos lineamientos pueden ser mandatorios, es decir que su aplicación es obligatoria o simplemente ser una buena práctica recomendada cuya aplicación es opcional.

Son revisados constantemente, normalmente se publica una nueva edición de 2 a 5 años, por lo que se actualizan, mejoran o sustituyen continuamente. Representan la esencia de ingeniería, fueron escritos considerando la seguridad humana y material.

Una de las ventajas más importantes es su función de uniformizar criterios, que nos permite estandarizar la ingeniería quizá en desmedro de la creatividad del diseñador al no permitirle concebir algo de otro modo, pero hay que considerar que los códigos son probados bajo una amplia variedad de condiciones donde demuestran su validez y garantía.

Existen códigos de diseño, que por su alcance, se denominan nacionales. Normalmente son publicados y avalados por un país, donde su uso obligatorio. Sin embargo, existen otros códigos, que fueron elaborados por alguna industria en particular, mediante la asociación de empresas del rubro y afines, con la finalidad de estandarizar el negocio. Debido al avance industrial de las últimas décadas y a la globalización de los negocios, estos códigos fueron exportados a escala mundial y actualmente son universalmente aceptados, tal es el caso de los códigos americanos, denominados así por ser el país donde fueron concebidos.

2.4.1- Nacionales

En el Perú existe el *reglamento nacional de edificaciones* (en adelante RNE), publicado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, que regula una serie de aspectos en el campo de la construcción. La última edición fue publicada en el 2009. Comprende un total de 16 secciones que van desde el saneamiento, diseño de estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, etc.

La sección del RNE que regula las obras sanitarias se denomina *IS.10 – Instalaciones sanitarias para edificaciones*, y establece una serie de lineamientos y criterios mínimos de diseño que deben satisfacerse para considerar una instalación sanitaria como aceptable.

Abarca desde las disposiciones generales, almacenamiento, dotaciones, redes de distribución, elevación, etc. Se subdivide en 7 capítulos y anexos.

- 1) Generalidades.
- 2) Agua fría.
- 3) Agua caliente.
- 4) Agua contra incendios.
- 5) Agua para riego.
- 6) Desagüe y ventilación.
- 7) Agua para lluvias.
- 8) Anexos

Los capítulos que aplican para la instalación de redes de agua potable son 1, 2, 3 y anexos, según sea aplicable.

2.4.2- Internacionales

Los códigos, normas, estándares y prácticas recomendadas internacionales, no son de uso obligatorio en el país, salvo que sea indicado expresamente por alguna industria en particular. Los más conocidos y aplicados al rubro de los materiales, soldadura, tuberías, etc. se describen a continuación.

2.4.2.1- American Society Testing Materials (ASTM)

Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, (en adelante ASTM), es una organización que desarrolla y publica normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. Sus publicaciones se dividen en 15 secciones, que van desde los materiales ferrosos (hierro y aceros), no ferrosos (cobre, aluminio, etc.), textiles, plásticos, pinturas, derivados del petróleo, pruebas y ensayos, etc. Las secciones que más cotidianamente usados, en el campo del diseño mecánico son:

- a) Section 1 – Iron and Steel Products.
- b) Section 3 – Metal Test Methods and Analytical Procedures.

La sección 1 se subdivide en 8 volúmenes, que contienen principalmente normas de aceros para uso en tuberías y accesorios, aceros para uso estructural, en sus distintas geometrías (shapes, sheets, wires, bars, etc.), aceros para uso en recipientes a presión y aceros para uso en pernería en general. Debe entenderse por acero, a toda la gama de aceros existentes que se clasifican, de acuerdo a su composición química, en: aceros al carbono (carbon steels), aceros de baja aleación (low-alloy steels) y aceros de alta aleación (high-alloy steels).

Los estándares de esta sección más empleados en el diseño, materiales, fabricación, ensayos e instalación de tuberías son:

- 1) American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless (A 53/A 53M)*. West Conshohocken, PA: ASTM.
- 2) American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Seamless Carbon Steel for High-Temperature Service (A 106/A 106M)*. West Conshohocken, PA: ASTM.

- 3) American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications* (A 105/A 105M). West Conshohocken, PA: ASTM.
- 4) American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Piping Fittings of Wrought Carbon Steel and Alloy Steel for Moderate and High Temperature Service* (A 234/A 234M). West Conshohocken, PA: ASTM.

La sección 3 se subdivide en 6 volúmenes, que contiene: pruebas mecánicas (tracción, impacto, dobléz, etc.), metalográficas, químicas y ensayos no destructivos (NDT's).

Los estándares de esta sección más empleados en el diseño, materiales, fabricación, ensayos e instalación de tuberías son:

- 1) American Society Testing Materials. (1999). *Standard Practice for Liquid Penetrant Examination* (E 1417). West Conshohocken, PA: ASTM.
- 2) American Society Testing Materials. (2002). *Test Method for Liquid Penetrant Examination* (E 165/E 165M). West Conshohocken, PA: ASTM.
- 3) American Society Testing Materials. (2002). *Guide for Radiographic Examination* (E 94/E 94M). West Conshohocken, PA: ASTM.

2.4.2.2- American Society Mechanical Engineers (ASME)

Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, (en adelante ASME), representa a una asociación de profesionales, ingenieros, técnicos industriales, diseñadores, etc. que han generado y publicado una infinidad de códigos de diseño, estándares, construcción, inspección y pruebas para calderas y recipientes a presión, tuberías, mantenimiento, etc.

Los estándares y códigos ASME a los que más se harán referencia, en la presente memoria, durante el diseño, selección de materiales, fabricación, ensayos e instalación de tuberías son:

- 1) American Society Mechanical Engineers. (2010). *Process Piping* (B31.3). New York, NY: ASME.
- 2) American Society Mechanical Engineers. (2013). *Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators* (Boiler and Pressure Vessel Code IX). New York, NY: ASME.
- 3) American Society Mechanical Engineers. (2013). *Non-destructive Examination* (Boiler and Pressure Vessel Code V). New York, NY: ASME.
- 4) American Society Mechanical Engineers. (2013). *Materials* (ASME Boiler and Pressure Vessel Code II). New York, NY: ASME.
- 5) American Society Mechanical Engineers. (2004). *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe* (B36.10M). New York, NY: ASME.
- 6) American Society Mechanical Engineers. (2006). *Malleable Iron Threaded Fittings Classes 150 and 300* (B16.3). New York, NY: ASME.
- 7) American Society Mechanical Engineers. (2011). *Gray Iron Threaded Fittings Classes 125 and 250*. (B16.4). New York, NY: ASME.
- 8) American Society Mechanical Engineers. (2003). *Pipe Flanges and Flanged Fittings – NPS ½ through NPS 24*. (B16.5). New York, NY: ASME.

- 9) American Society Mechanical Engineers. (2012). *Factory-Made Wrought Butt-welding Fittings* (B16.9). New York, NY: ASME.

2.4.2.3- American Water Work Association (AWWA)

Sociedad Americana de trabajadores del agua, (en adelante AWWA), representa a una asociación de profesionales, científicos, educadores, etc. que se encuentran dedicados a promover la salud pública, seguridad, implementación de la calidad en la industria del agua.

Los manuales AWWA a los que más se harán referencia, en la presente memoria, durante el diseño, selección de materiales, fabricación, ensayos e instalación de tuberías son:

- 1) American Water Works Association. (2002). *PVC Pipe - Design and Installation* (Manual M23 2th ed.). California, CA: AWWA.
- 2) American Water Works Association. (2004). *Steel Pipe - A Guide for Design and Installation* (Manual M11 4th ed.). California, CA: AWWA.

2.4.2.4- International Organization for Standardization (ISO)

Es una organización internacional encargada de crear estándares internacionales para las industrias en general. Cubre áreas como: la gestión, fabricación, comunicaciones, comercio, etc.

Los estándares ISO a los que más se harán referencia, en la presente memoria, durante el diseño, selección de materiales, fabricación, ensayos e instalación de tuberías son:

- 1) International Organization for Standardization. (1981). *Carbon Steel Tubes Suitable for Screwing in Accordance with ISO 7/1* (ISO 65). Geneva, Switzerland: ISO.

2.5- GLOSARIO DE TERMINOS

Carbon steel: Aceros al carbono. Habitualmente utilizados en aplicaciones estructurales y de uso en general.

High-alloy steels: Aceros de alta aleación. Habitualmente utilizado en situaciones especiales.

Low-alloy steels: Aceros de baja aleación. Habitualmente utilizados en la fabricación de herramientas y en situaciones específicas.

Manifold: Componente de línea de tuberías donde confluyen varias líneas secundarias.

NDT's: Non-Destructive Testing.

NPSH: Net Positive Suction Head.

Shapes: Acero comercializado en formato perfil.

Sheet: Acero comercializado en formato plancha.

VC: Volumen de control.

Wires: Acero comercializado en formato alambre.

2.6- REFERENCIAS

- American Water Works Association. (2002). *PVC Pipe - Design and Installation* (Manual M23 2th ed.). California, CA: AWWA.
- American Water Works Association. (2004). *Steel Pipe - A Guide for Design and Installation* (Manual M11 4th ed.). California, CA: AWWA.
- Crane Co. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (Technical Paper nro. 410M). Stamford, CT: CRANE.
- Fox, Robert W. & McDonald, Alan T. (1997). *Introducción a la Mecánica de Fluidos* (2da ed. en español). México D.F.: McGraw Hill Interamericana de México S.A. de C.V.
- Hunter, Roy B. (1940). *Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems* (Building Materials and Structures, report BMS65). Washington, DC: Department of Commerce.
- Idel'chik I. E. (1966). *Handbook of Hydraulic Resistance*. Washington, D.C: U.S. Atomic Energy Commission & National Science Foundation.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010). Lima, Perú: M. Vivienda.
- Miller D. S. (1990). *Internal Flow Systems* (Second edition). Cranfield, Bedford: BHR Group Limited.
- Mott, Robert L (2006). *Mecánica de fluidos* (6ta ed. en español). México D.F.: Pearson educación.
- Narváez Rincón, Paulo C.; Armando Granados, Jorge y Barrera, Héctor. (1999). *Solución de Redes Hidráulicas Mediante la Aplicación del Modelo del Balance de Nodos y el Método de Linealización de Ecuaciones*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Pritchard, Philip J. & Leylegian, John C. (2011). *Fox and McDonald's Introduction to Fluid Mechanics* (8th ed.). New York, NY: John Wiley & Sons Inc.
- Potter, Merle C. & Wiggert, David C. (2003). *Mecánica de Fluidos* (3ra ed. en español). México D.F.: Thomson.

CAPÍTULO 3 - DISEÑO Y SELECCIÓN

3.1- RESUMEN

El presente capítulo describe el diseño, selección del *sistema hidroneumático* de agua potable instado en *facilidades Linga*, con el objetivo de verificar la *ingeniería básica* realizada por GMI y en caso aplicase, complementarlo y/o realizar los replanteos necesarios.

El diseño de las líneas será realizado siguiendo los principios de la *mecánica de fluidos*, especificaciones y estándares aplicables presentados en los capítulos previos, así como las especificaciones del fabricante de los equipos seleccionados.

3.2- CONSIDERACIONES GENERALES

3.2.1- Ubicación geográfica

Determinar las condiciones medioambientales relacionadas con la ubicación geográfica donde se realizará la instalación es esencial para realizar un correcto diseño y selección. Fluor ha elaborado, a solicitud de SMCV, el estándar SMCV. (2012). *General Site Conditions Design Criteria* (Project N° A6CV, document N° 240K-C2-DC-10-002-Rev.3T) para el proyecto CVPUE, donde se especifica estas condiciones generales de diseño.

Facilidades Linga se ubica dentro del área de influencia del proyecto CVPUE, por lo que es adecuado asumir los valores definidos en el documento citado.

Temperatura:

Temperatura promedio anual máx.	: 24.7 °C
Temperatura promedio anual min.	: 3.7 °C
Temperatura promedio diario	: 16.6 °C
Temperatura de diseño máx.	: 30 °C
Temperatura de diseño min.	: 0 °C (observado solo por cortos periodos)

Presión barométrica:

Presión promedio anual : 74.0 kPa

3.2.2- Propiedades del fluido

El fluido de diseño es el agua potable, sus propiedades fueron calculadas conforme a las condiciones medioambientales presentadas en ítem 3.2.1.

Es conocido que la densidad del agua alcanza su máximo valor a 4 °C, luego, a media de que se calienta o enfría esta disminuye progresivamente hasta un 10% de su máximo valor. Es correcto calcular la densidad a la *temperatura promedio anual min.*

Es conocido que la *viscosidad dinámica (absoluta)* de un fluido cualquiera disminuye con el incremento de la temperatura. Sabemos que una mayor viscosidad incrementa las pérdidas de carga, entonces es prudente realizar el cálculo con la *temperatura promedio anual min.*

La viscosidad dinámica y la densidad fueron calculados según las ecuaciones y tablas del apéndice A del libro Pritchard, Philip J. y Leylegian, John C., (2011), “*Fox and McDonald’s Introduction to Fluid Mechanics*”, 8th Ed. Resumiendo, las propiedades del fluido de diseño son:

Fluido de diseño : Agua doméstica
Densidad (ρ) : 1000 kg/m³ @ 3.7 °C
Viscosidad dinámica (μ) : 1.58x10⁻³ N.s/m² @ 3.7 °C

3.2.3- Dimensiones en tuberías

Antes de realizar cualquier cálculo o selección es importante definir, de forma clara, algunos conceptos relacionados con las dimensiones de tuberías habitualmente empleados en la ingeniería.

- 1) *NPS (Nominal Pipe Size) – Diámetro nominal de tubería.* Dimensión en pulgadas (sistema USC) estandarizada de tuberías que representa los valores fijos de diámetros comercialmente disponibles. En la fig. 11 se presenta una equivalencia entre DN y NPS.
- 2) *DN (Diameter Nominal) – Diámetro nominal de tubería.* Dimensión en milímetros (sistema SI) estandarizada de tuberías que representa los valores fijos de diámetros comercialmente disponibles. En la fig. 11 se presenta una equivalencia entre DN y NPS.
- 3) *Espesor (Thickness) –* Especifica el espesor de pared de una tubería.
- 4) *OD (Outside Diameter) –* Especifica el diámetro exterior de una tubería.
- 5) *ID (Inside Diameter) –* Especifica el diámetro interior de una tubería.

El NPS es utilizado en el sistema USC y el DN en el sistema SI. En la figura, líneas abajo, se presenta un gráfico que establece la equivalencia entre ambos para NPS’s inferiores a 4” (100).

<u>DN</u>	<u>NPS</u>
15	½
20	¾
25	1
32	1¼
40	1½
50	2
65	2½
80	3
100	4

NOTE: For NPS > 4, the equivalence is $DN = 25 \times NPS$.

Tabla 3- Equivalencia de diámetros nominales entre NPS y DN.
American Society Mechanical Engineers. (2003). *Pipe Flanges and Flanged Fittings – NPS ½ through NPS 24*. (B16.5).
New York, NY: ASME.

Es importante aclarar que todos los cálculos en el diseño de sistemas o redes de tuberías se realizan con el ID y no con el NPS. Quizá para instalaciones sanitarias donde los NPS son habitualmente menores a 1 in tanto el NPS y el ID tengan valores relativamente similares. Pero para diámetros mayores esta similitud desaparece y es necesario utilizar el ID para obtener un resultado adecuado.

3.3- LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Consiste en la adecuada selección de la localización de las tuberías y equipos a instalarse, así como de la correcta distribución del espacio para su instalación. En el *sistema hidroneumático de facilidades Linga*, estos equipos comprenden:

- 1) Tanques de almacenamiento.
- 2) Tanques hidroneumáticos.
- 3) Bombas centrífugas.
- 4) Líneas de succión.
- 5) Líneas de impulsión (manifold).
- 6) Líneas de alimentación hacia los tanques.
- 7) Líneas de rebose y purga.
- 8) Tablero de control
- 9) Otros equipos menores.

Para una correcta localización y distribución de equipos y líneas, es necesario considerar mínimamente los siguientes criterios.

- 1) Minimizar las pérdidas hidráulicas, para lo cual es necesario que el *sistema hidroneumático* sea ubicado en una zona próxima al punto de mayor demanda.
- 2) Considerar la infraestructura o instalaciones existentes o proyectadas.

- 3) Iniciar la distribución con los equipos de mayor volumen. Ubicar los demás equipos y rutear las líneas en relación a estos equipos mayores.
- 4) Considerar la disponibilidad de vías de acceso para las unidades de suministro de agua hacia las líneas de alimentación y tanques de almacenamiento.
- 5) Considerar espacios de acceso hacia los equipos y demás para facilitar las labores de operación y mantenimiento.
- 6) Considerar las recomendaciones del fabricante de los equipos y del cliente aplicables.

Líneas abajo, se presenta la localización del *sistema hidroneumático de facilidades Linga* en relación a la infraestructura existente, también se presenta la distribución de los equipos y *ruteo* de las líneas de tuberías. Para mayor detalle revítese planos presentados en el anexo D.3.

- a) CAP15091-UN-C2-3860-50T-001-RevA; tuberías; tuberías de agua doméstica; arreglo general.
- b) CAP15091-UN-C2-3860-50T-060-RevA; tuberías; estación de bombeo; planta y secciones.

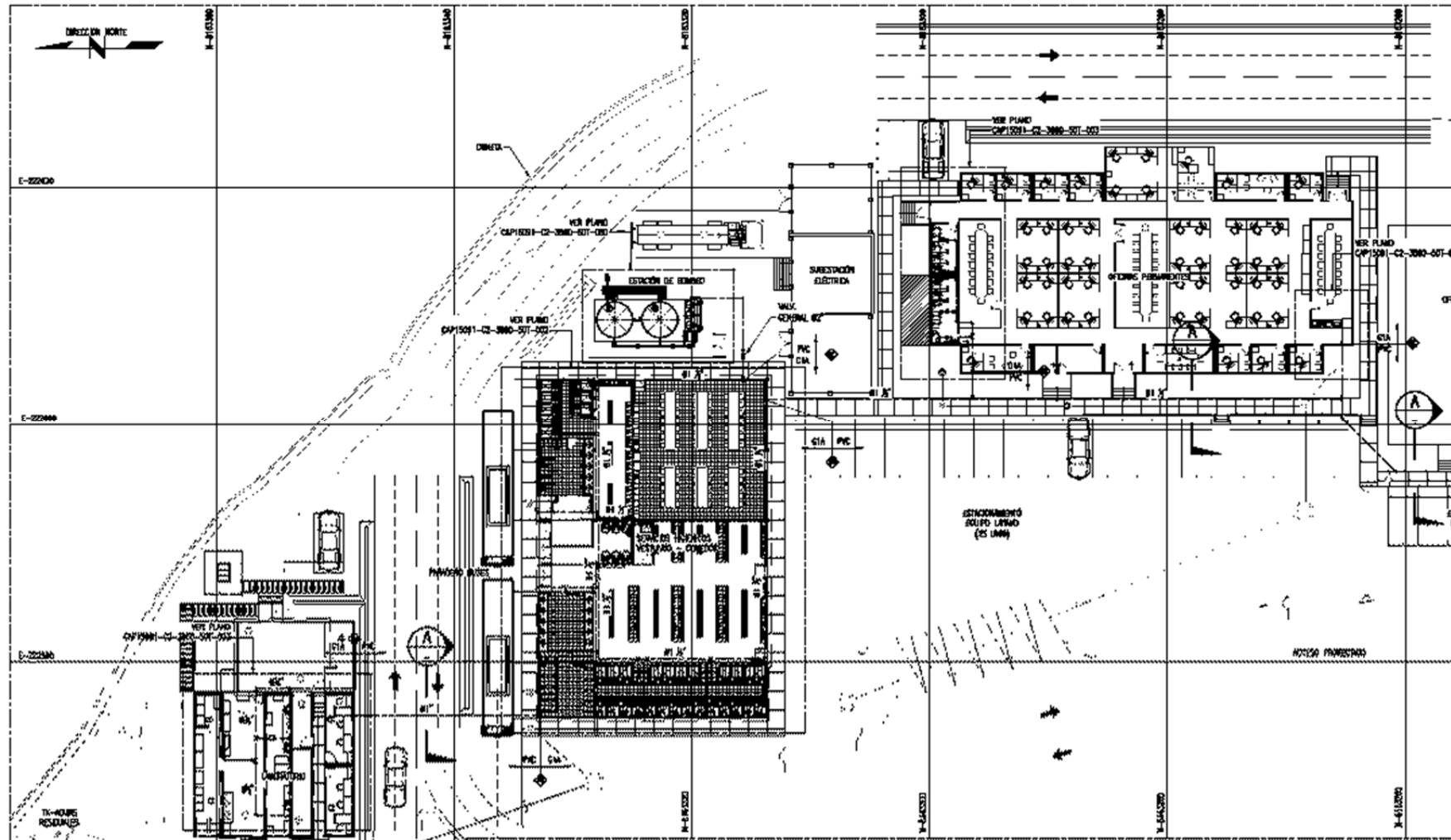


Fig. 12- Localización del sistema hidroneumático en facilidades Linga.

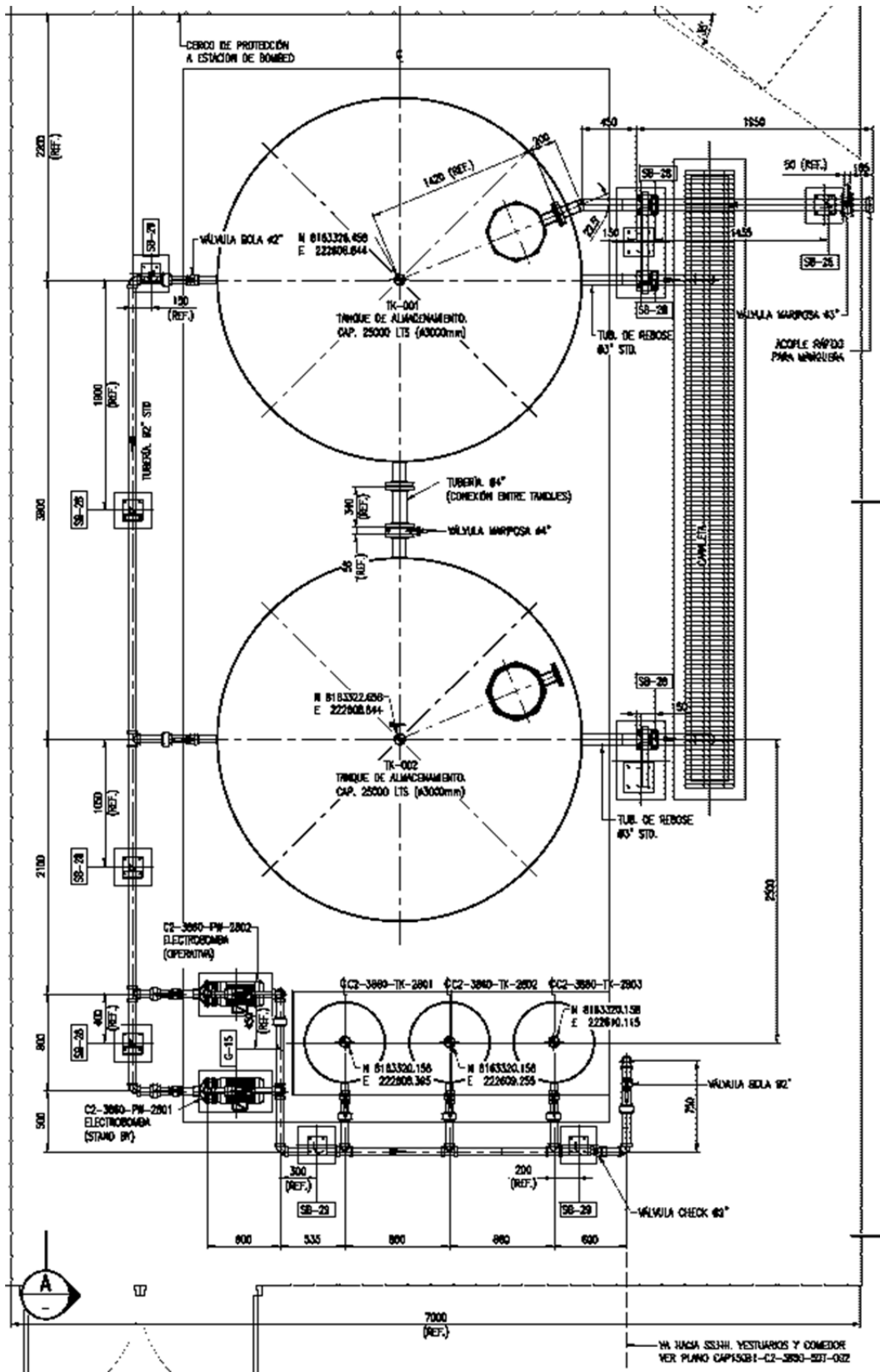


Fig. 13- Distribución de área sistema hidroneumático en facilidades Linga.

3.4- DOTACIÓN

La publicación, Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010). Lima, Perú: M. vivienda, especifica los requerimientos mínimos que se deben tener en cuenta para realizar la estimación de la dotación. Contiene un total de 21 requerimientos en *litros/persona* o *litros/m²* que aplican desde las viviendas unifamiliares, oficinas, estacionamientos, hospedajes, restaurantes, comedores, centros educativos, mercados, centros recreacionales y algunos aspectos puntuales de la industria en general.

Para ambientes destinados a un uso específico o donde el área es pequeña, es sencillo estimar la demanda, basta multiplicar el área total por el requerimiento que aplique, según el uso del mismo. Cuando se trata de instalaciones de gran área o que están compuestas de múltiples ambientes para distintos usos, como es nuestro caso, es más fiable realizar la estimación por ambiente y sumar todas las dotaciones para obtener el total. En situaciones donde ninguno de los requerimientos de la norma se adecúe correctamente, esto suele suceder normalmente en la industria o donde se instalan equipos específicos, es necesario realizar mediciones o consultar al fabricante o proveedor del equipo. En algunos casos es una buena práctica recomendada asumir un valor conservador.

Los parámetros que tenemos que conocer para estimar la dotación son:

- Área total – Área en m^2
- Uso – Finalidad del ambiente.
- Capacidad – Cantidad de usuarios que habitarán del ambiente.

Líneas abajo, se presenta una tabla resumen de la dotación estimada según la norma IS.10 por ambiente y el total para *facilidades Linga*. Para mayor detalle revítese anexo C.1 – Estimación de la dotación requerida.

Item	Area	Capacidad	Area	Dotación	Total
		(personas)	(m ²)	(lt/m ²)	(lts)
Instalaciones facilidades Linga			8945.28		
1	Vestuarios, SS.HH. Y comedor		556.31		17004.16
1.1	Comedor (d)	72	138.60	40.00	5544.00
1.2	Vestuarios supervisores (h)	40	39.12	30.00	1173.60
1.3	Area de duchas supervisores (h)	40	24.17	30.00	725.10
1.4	SS.HH. Supervisores (h)	40	32.99	30.00	989.70
1.5	Vestuarios personal técnico (h)	160	157.01	30.00	4710.30
1.6	Area de duchas para personal técnico (h)	160	68.07	30.00	2042.10
1.7	SS.HH. para personal técnico (h)	160	60.04	30.00	1801.20
1.8	Cuartos de servicios (j)		36.31	0.50	18.16
2	Laboratorio QA/QC		244.12		5622.40
2.1	Laboratorios		135.25	40.00	5410.00
2.2	Oficinas (h)		28.72	6.00	172.32
2.3	Cuartos de servicios (j)		80.15	0.50	40.08
3	Oficinas permanentes (h)		596.47	6.00	3578.82
4	Oficinas proyectos (h)		240.50	6.00	1443.00
5	Estacionamientos		1936.08		3872.16
5.1	Livianos (o)		1564.14	2.00	3128.28
5.2	Pesados (o)		371.94	2.00	743.88
6	Accesos		3445.05		0.00
6.1	Peatonales		360.36	0.00	0.00
6.2	Vehiculares		2727.88	0.00	0.00
7	Areas libres (sin uso)		1926.75	0.00	0.00
				Dotación Total por día	31520.53 lts

Tabla 4- Tabla resumen de dotación calculada para instalaciones *facilidades Linga*.

De todo lo indicado con anterioridad, la dotación para las instalaciones en *facilidades Linga* se estima en:

$$\text{Dotación} = 31520.53 \text{ lts/día}$$

Con el fin de satisfacer cualquier consumo adicional imprevisto, se va a asumir un factor de seguridad (FDS) de 20% adicional a la dotación estimada. Finalmente, requerimos satisfacer una dotación mínima diaria de:

$$\text{Dotación. min. req.} = 38000 \text{ lts/día}$$

3.5- DEMANDA

La *estimación de la demanda* se realiza utilizando el método de Roy B. Hunter o *método de la máxima demanda simultánea* descrito en el ítem 2.3.2. Para aplicar este método, es necesario primero conocer la distribución arquitectónica de las áreas o ambientes usuarias así como su tipo.

En *facilidades Linga*, según los planos de arquitectura y sistema de agua doméstica (véase planos presentados en anexo D.1 y D.3 respectivamente), se distinguen las siguientes áreas.

- 1) Vestuarios, SS.HH. y comedor.
- 2) Laboratorios QA/QC.
- 3) Oficinas permanentes.
- 4) Oficinas temporales (proyectos).

Utilizando las tablas publicadas por la publicación IS.10 adaptadas para la realidad nacional obtenemos el número total de *fixture units* (n) o también denominada *Unidades Hunter* (UH). Para mayor detalle revítese anexo C.2 – Estimación de la máxima demanda probable por el método de Hunter.

$$UH = 439$$

$$\text{Máx. demanda prob.} = 4.27 \text{ lt/s}$$

3.6- DISEÑO DEL SISTEMA

El diseño del sistema se basa fundamentalmente en el balance energético del mismo, para lo cual, es necesario conocer en principio la distribución arquitectónica y cantidad de las áreas o ambientes usuarios, el ruteo preliminar, presión y velocidad preestablecidas, así como la selección del diámetro de las líneas. El balance energético se realizará siguiendo 2 criterios:

- a) *Criterio de la ruta crítica* – Considera los punto o ambientes usuarios más alejados.

- b) *Criterio del caudal máximo* – Considera los puntos o ambientes usuarios con la máxima demanda.

Finalmente estos criterios, nos permitirán conocer la energía mínima requerida para vencer las pérdidas mayores y menores que se producen en las líneas y accesorios respectivamente, así como el caudal máximo que circulará por cada línea.

Para sistemas relativamente sencillos, el cálculo puede realizarse manualmente mediante las ecuaciones presentadas en el capítulo 2, según aplique. En sistemas complejos, se estila utilizar programas computacionales especializados que los realizan de forma rápida y eficiente.

3.6.1- Distribución arquitectónica

La distribución arquitectónica de las áreas y ambientes usuarios no forman parte del alcance de la presente memoria. Todos los cálculos se realizarán tomando con referencia los planos de ingeniería referentes a la arquitectura presentados en el ítem 1.5.2 y anexados al presente documento (véase anexo D.1).

- 1) CAP15091-UN-C2-3860-20A-001-RevA; arquitectura; planimetría; arreglo general.
- 2) CAP15091-UN-C2-3860-20A-002-RevA; arquitectura; vestuarios, SS.HH. y comedor; planta.
- 3) CAP15091-UN-C2-3860-20A-030-RevA; arquitectura; laboratorio; planta.

3.6.2- Ruteo preliminar

Para las instalaciones en *facilidades Linga*, es necesario conocer el ruteo de las líneas descritas líneas abajo. Este ruteo debe quedar definido e incluir los cambios de dirección en las líneas, ubicación, cantidad y tipo de accesorios y válvulas.

- a) *Líneas de impulsión* – Comprende desde la descarga de las bombas centrífugas, hasta el ingreso al manifold.
- b) *Manifold de descarga* – Comprende las perdidas hidráulicas originadas en las tuberías, tanques hidroneumáticos, válvulas, etc.
- c) *Líneas de distribución* – Comprende desde la salida del manifold, hasta los ambientes y puntos usuarios.

Para mayor detalle del ruteo de las líneas mencionadas, revítese los planos de ingeniería correspondientes anexados al presente documento (véase anexos D.3).

- 1) CAP15091-UN-C2-3860-50T-001-RevA; tuberías; tuberías de agua doméstica; arreglo general.
- 2) CAP15091-UN-C2-3860-50T-002-RevA; tuberías; SS.HH., vestuarios y comedor; planta y secciones.
- 3) CAP15091-UN-C2-3860-50T-003-RevA; tuberías; laboratorio y oficinas permanentes; planta y secciones.
- 4) CAP15091-UN-C2-3860-50T-060-RevA; tuberías; estación de bombeo; planta y secciones.

Por otro lado, no es necesario conocer el ruteo de las líneas de succión y demás líneas auxiliares (alimentación, rebose y purga) y no serán necesario calcularlas, debido a que operan con presión positiva (líneas de succión) o no conforman directamente el sistema (líneas auxiliares).

No es objetivo del presente documento presentar aspectos relacionados con un adecuado ruteo de las líneas, solo mencionaremos que estos deben resultar óptimos, minimizando desviaciones, cambios de dirección, uso de accesorios y válvulas que sabemos originan las mayores pérdidas y además cumplir con los estándares, especificaciones y criterios de buena ingeniería establecidos por la normativa nacional y demás aplicables.

3.6.3- Presión y velocidad

La publicación del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010). Lima, Perú: M. Vivienda., en el ítem 2.3 – Red de distribución, establece que la *presión estática máx.* no debe ser mayor a *50 m de H₂O std. (g)* en todo el sistema, así como establece una *velocidad mínima* de *0.6 m/s*. Además la velocidad no debe exceder al correspondiente NPS, según la tabla 5. Todos estos criterios deben ser satisfechos para el cálculo de los diámetros de las líneas de distribución.

Presión máx. de sist. = 50 m de H₂O std. (g)

Vel. min. de sist. = 0.60 m/s

Diámetro (mm)	Velocidad Máxima(m/s)
15(1/2")	1.90
20(3/4")	2.20
25(1")	2.48
321 (1/4")	2.85
40 y mayores(1 1/2 y mayores)	3.00

Tabla 5- *velocidad máxima* para distintos diámetros de líneas (NPS).
Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010) (ítem 2.3). Lima, Perú: M. Vivienda.

Para mayor detalle de los criterios específicos establecidos, revítese anexo C.3- Estimación de la presión y caudal mínimo de arranque del equipo hidroneumático según los requerimientos del sistema.

3.6.4- Diámetros y material

Otro aspecto que es necesario conocer, son los diámetros y materiales de las líneas. No es alcance de la presente memoria describir a detalle todos los aspectos que se deben tener en cuenta para la selección de los mismos, debido a que los mismos involucran una serie de criterios como: requerimientos del usuario, características de fluido, presión y temperatura de servicio, método de cálculo, buenas prácticas, especificaciones, normativas aplicables, recomendaciones de fabricante, etc. que contribuyen en mayor o menor grado en la selección de uno u otro diámetro.

Líneas abajo se presenta tablas resumen de los diámetros y demás características de las líneas de distribución del sistema seleccionado en *facilidades Linga*.

NPS (in)	Presión Max. (m de H2O std.)	Presión Min. (m de H2O std.)	Velocidad máx. (m/s)	Velocidad mín. (m/s)
2	50	-	3.0	0.6
1-1/2	50	-	3.0	0.6
1-1/4	50	-	3.0	0.6
1	50	-	2.48	0.6
3/4	50	-	2.20	0.6
1/2	50	-	1.90	0.6

Tabla 6- Diámetros seleccionados de las líneas en *facilidades Linga*.

NPS (in)	Material	Características de línea
2	Acero	Líneas de impulsión, agua fría
1-1/2	Acero	Agua fría
	PVC	Agua caliente, líneas enterradas
1-1/4	Acero	Agua fría
1	Acero	Agua fría
	PVC	Agua caliente
3/4	PVC	-
1/2	PVC	-

Tabla 7- Material seleccionado de las líneas en *facilidades Linga*.

Para mayor detalle, revítese anexo C.3- Estimación de la presión y caudal mínimo de arranque del equipo hidroneumático según los requerimientos del sistema.

3.6.5- Balance de energía

En el sistema de *facilidades Linga*, se identificaron 2 criterios de diseño (véase ítem 3.6). Líneas abajo se presenta un resumen de los resultados obtenidos para ambos criterios.

Scenario 1 – Criterio de la ruta crítica:

$$\text{Caudal de entrada} = 4.03 \text{ lts/s}$$

$$\text{Presión de entrada} = 25.68 \text{ m de H2O std. (g)}$$

Scenario 2 – Criterio del caudal máximo:

Caudal de entrada = 4.55 lts/s

Presión de entrada = 25.75 m de H₂O std. (g)

Para mayor detalle del balance de energía, revítese anexo C.3- Estimación de la presión y caudal mínimo de arranque del equipo hidroneumático según los requerimientos del sistema.

Por la configuración del sistema (véase planos del anexo D.3). La *línea de succión* es de presión positiva, por lo cual no existe riesgo de cavitación.

3.7- SELECCIÓN DE EQUIPOS

Calculados los requerimientos del sistema, ahora es necesario seleccionar los equipos adecuados que deben cumplir, como mínimo, estos requerimientos y nos garanticen una correcta operación y fiabilidad alta.

En el anexo C.5 – Lista de equipos mecánicos se presentan un resumen los equipos seleccionados indicando sus principales características.

3.7.1- Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento es una pieza esencial de un sistema de abastecimiento de agua potable para su correcta operación. Habitualmente, por ser un parámetro crítico, se suele evaluar únicamente la capacidad, pero también es necesario evaluar otros aspectos que pueden afectar en el costo, calidad y años de servicio. Estos aspectos son:

- a) *Capacidad* – Obviamente y por mucho, es un parámetro crítico. La capacidad neta mínima del tanque debe ser igual o mayor a la capacidad mínima requerida. Considerar que la capacidad neta de cualquier tanque es siempre menor que su capacidad nominal.
- b) *Reactividad del fluido almacenado* – Otro aspecto importante es la reactividad del fluido, es necesario evaluar las características químicas de éste para evitar una degradación prematura del tanque o una contaminación del fluido. Es necesario también revisar los manuales y hojas técnicas del fabricante para determinar su compatibilidad.
- c) *Temperatura del fluido almacenado* – Es necesario evaluar la temperatura, existen fluidos que a cierta temperatura pueden ser químicamente reactivos, también es harto conocido que la temperatura afecta la resistencia estructural de cualquier material. Nuevamente es necesario revisar los manuales y hojas técnicas del fabricante para determinar el rango de operación recomendado.
- d) *Disponibilidad* – Es necesario también evaluar si el fabricante cuenta con stock de accesorios y repuestos, además de un departamento técnico en el medio local y nacional. No es recomendable utilizar marcas o fabricantes que no tengan presencia en el mercado nacional.

- e) *Facilidad de instalación* – Este aspecto, está ligado íntimamente al costo y el tiempo de instalación. Es necesario evaluar la disponibilidad de personal y equipo calificado. También es indispensable evaluar el transporte y el almacenamiento donde, otros aspectos como el peso y volumen adquieren importancia.
- f) *Resistente al ambiente* – Comúnmente los tanques de almacenamiento se instalan en ambientes exteriores, expuestos a las inclemencias del tiempo, tales como: la radiación solar, viento, sismo, etc. Es necesario consultar con el fabricante las condiciones del sitio de instalación y ver si es necesario satisfacer algún requerimiento adicional.
- g) *Operación y mantenimiento* – Siempre es preferible tener periodos largos de operación y costos de operación bajos. Es bastante conocido que periodos cortos de operación elevan el costo de mantenimiento y disminuyen la disponibilidad. Revisar la información técnica o realizar la consulta al fabricante es indispensable.
- h) *Años de servicio* – El fabricante, habitualmente, garantiza un cierto periodo de servicio mínimo. Es necesario revisar la información técnica a consulta con el fabricante.

Estos son, básicamente, los aspectos más importantes que se deben tener en cuenta, para la selección del tanque de almacenamiento.

Antes de realizar nuestra selección es necesario aclarar un poco el tema de acuerdo a la realidad local y nacional, específicamente del sector de la industria minera, donde poseo mayor experiencia.

De acuerdo a la capacidad y el uso es posible clasificar los tanques de almacenamiento de agua de la siguiente manera:

- a) Tanques pequeños de uso doméstico.
- b) Tanques medianos de capacidades de entre 15 a 25m³.
- c) Tanques de gran capacidad mayores a 25m³.

Los tanques pequeños de uso doméstico, habitualmente se utilizan de fibra de vidrio, HDPE, polipropileno u otros, esto debido principalmente a su bajo costo y fácil instalación. Son los tanques típicos observados en cualquier instalación domiciliaria.

En el caso de tanques medianos con capacidades de entre 15 a 25m³ para el almacenamiento de agua potable de uso público, es decir, con conexiones no mayores a 2" y para instalaciones sanitarias, actualmente se prefieren utilizar tanques industriales de polipropileno de fabricantes como *Eternit SA* y *Rotoplas SA*. En otras aplicaciones relacionadas con sustancias peligrosas como: ácidos, aceites, etc. forzosamente se utilizan tanques metálicos.

Para tanques gran de capacidad, mayores a 25 m³, que habitualmente son de aplicación específica, es decir que forman parte de un sistema, se utilizan tanques metálicos sin interesar el tipo de fluido.

Se recuerda que en esta clasificación no se incluyó los tanques de proceso que tienen un tratamiento distinto y tampoco los tanques de concreto que no suelen ser utilizados en esta industria en particular.

Aclarado este tema, en *facilidades Linga*, se optó por seleccionar los tanques de polipropileno del fabricante *Eternit SA*. Para mayor detalle acerca de sus características revítese anexos B.1 y A.8.

3.7.1.1- Capacidad requerida

Definir la capacidad mínima requerida de un tanque de almacenamiento, requiere cumplir fundamentalmente, y en el orden establecido, los siguientes criterios:

- a) Criterio del cliente.
- b) Ciclo de abastecimiento.
- c) normatividad nacional vigente.

Respecto a la normatividad nacional, El *IS.10* en el ítem 2.4c de almacenamiento y regulación, especifica que la capacidad mínima debe ser igual a una *dotación diaria* o un volumen no menor a 1000 *lts*. Es obviamente claro que este criterio fue establecido para el caso de instalaciones domésticas. Para el caso de instalaciones de otro tipo es necesario utilizarlo con cierta prudencia. Es el cliente, como usuario final, por último el máximo responsable de definir la capacidad requerida.

En *facilidades Linga* se asumirá que la *capacidad requerida* es igual a la *dotación mínima requerida*, según la estimación realizada en el ítem 3.4.

$$\text{Capacidad requerida} = \text{Dotación min. req.} = 38000 \text{ lts/día}$$

Para las instalaciones en *facilidades Linga*, se opta por seleccionar 2 tanques *Eternit SA* de 25000 *lts* de *capacidad neta* cada uno. Para mayor detalle acerca de sus características revítese anexos B.1 y A.8.

3.7.1.2- Capacidad neta

Entiéndase como capacidad neta al volumen total del fluido que se puede disponer de un tanque de almacenamiento en condiciones normales de operación. En algunas ocasiones específicas el fabricante suele presentar estos volúmenes en la ficha técnica, pero normalmente suele ser calculado por el usuario.

Eternit SA no realiza ningún cálculo de capacidades para sus tanques, deja al usuario realizarlos según sea sus necesidades.

Líneas abajo se presentan las dimensiones del tanque *Eternit SA* de 25000 *lts* seleccionado de acuerdo a la ficha técnica de *Eternit* (véase anexo A.8).

Dimensiones generales (véase anexo A.8):

Altura total (A)	: 3.990 m
Diám. Exterior (B)	: 3.000 m
Altura de diseño (C)	: 3.420 m
Altura muerta superior (D)	: 0.570 m
Diám. Exterior de boquilla (E)	: 0.250 m
Altura de boquilla de rebose (F)	: 3.230 m
Altura de boquilla de descarga (G)	: 0.227 m
Diám. Manhole de techo (H)	: 0.457 m

Conocidas las dimensiones, se puede utilizar las siguientes ecuaciones para el cálculo de capacidades.

$$\text{MaxCV} = \text{Area int.} \times \text{Altura de diseño}$$

$$NtWCV = NoWCV - MinCV$$

$$NoWCV = Area\ int. \times\ Altura\ de\ operación$$

$$MinCV = Area\ int. \times\ Altura\ de\ descarga$$

$$Altura\ de\ operación = (0.75 - 0.85) \times\ Altura\ de\ diseño$$

Dónde:

<i>Altura de diseño</i>	:	<i>Altura de diseño.</i> Nivel de tanque hasta donde teóricamente puede alcanzar el fluido. En condiciones normales de operación, este nivel nunca deberá alcanzado.
<i>Altura de operación</i>	:	<i>Altura de operación.</i> Nivel máximo que alcanzará el fluido durante la operación. Habitualmente se asume entre 75 – 85% de la <i>altura de diseño</i> y debe encontrarse por debajo del nivel de rebose.
<i>MaxCV</i>	:	<i>Capacidad Máxima del tanque.</i> Volumen del fluido contenido hasta la altura de diseño. En condiciones normales de operación, este volumen nunca deberá ser alcanzado.
<i>NtWCV</i>	:	<i>Capacidad Neta de operación.</i> Volumen total de fluido disponible en condiciones normales de operación.
<i>NoWCV</i>	:	<i>Capacidad Normal de operación.</i> Volumen de fluido hasta la <i>altura de operación</i> . Es el máximo nivel de llenado en condiciones normales de operación.
<i>MinCV</i>	:	Capacidad Mínima del tanque. Volumen de fluido que se encuentra por debajo del nivel de descarga del tanque y que no es disponible durante la operación.

La altura de operación se calcula en:

$$Altura\ de\ operación = 2.90\ m$$

Líneas abajo se presenta una tabla resumen con las capacidades calculadas para el tanque seleccionado.

Capacidades calculadas para tanque de polipropileno Eternit de 25000 lts:

Cap. Nominal del tanque (NCV)	:	25000.00 lts
Cap. Máxima del tanque (MaxCV)	:	24174.56 lts
Cap. Mínima del tanque (MinCV)	:	1604.57 lts
Cap. Normal de operación (NoWCV)	:	20498.89 lts

Cap. Neta de operación (NtWCV) : 19434.32 *lts*

Para mayor detalle de la metodología del cálculo de volúmenes en tanques, revítese la publicación American Petroleum Institute. (2014). *Welded Tanks for Oil Storage* (API 650).

De todo lo mencionado, obtenemos la *capacidad neta* o *capacidad neta de operación (NtWCV)* por tanque.

$$NtWCV = 19434.32 \text{ lts}$$

Recalculando para 2 tanques obtenemos la *Capacidad total de almacenamiento*.

$$Cap. \text{ total de almacenamiento} = 38868.64 \text{ lts}$$

Según lo indicado por el IS.10, la *dotación* (Véase ítem 3.4) no debe ser menor a la *capacidad total de almacenamiento*.

$$Dotación \text{ min. req.} < Cap. \text{ total de almacenamiento}$$

$$38000 \text{ lts/día} < 38868.64 \text{ lts}$$

Para las instalaciones en *facilidades Linga*, se concluye que es necesario conectar en serie 2 tanques de almacenamiento para satisfacer la *dotación*.

3.7.2- Unidad de bombeo

La selección de la unidad de bombeo, se realizará según los requerimientos del balance de energía definido en el ítem 3.6.5, para mayor detalle, revítese anexo C.3- Estimación de la presión y caudal mínimo de arranque del equipo hidroneumático según los requerimientos del sistema.

Consideraciones para la selección:

Caudal máx. requerido	: 6.81 <i>lt/s</i>
Caudal min. requerido	: 4.55 <i>lt/s</i>
TDH máx. requerido	: 50 <i>m</i>
TDH min. requerido	: 25.75 <i>m</i>

Para un mayor detalle de las consideraciones de selección, revítese anexo C.4- Estimación de ciclo de trabajo, capacidad requerida y selección de equipo hidroneumático.

Se opta por seleccionar las bombas del fabricante *Hidrostral SA*. Utilizando los catálogos y especificaciones técnicas proporcionados por el fabricante (véase anexo A.11 y A.12) procedemos a seleccionar la unidad de bombeo más adecuada para el sistema. Líneas abajo, se presentan las especificaciones de la unidad de bombeo seleccionado.

Especificaciones de bomba:

Marca	:	Hidrostral
Tipo	:	Bomba centrífuga
Modelo	:	EQ.BOMBA 40-250-9HE-E500-AC-2R
Serie	:	2015053512
Caudal	:	5 <i>lt/s</i>
Altura	:	35.5 <i>m</i>
Potencia	:	6. <i>hp</i>

Especificaciones de motor eléctrico acoplado:

Marca	:	WEG
Modelo	:	W22
Fases	:	3
Voltaje	:	220/380/440 <i>V</i>
Amperaje	:	16.6/9.61/8.30 <i>A</i>
Potencia	:	6.0 <i>hp</i>
Grado de protección	:	IP55
RPM	:	1750
Peso	:	44 <i>kg</i>

Para un mayor detalle de las consideraciones de selección, revíse anexo C.4- Estimación de ciclo de trabajo, capacidad requerida y selección de equipo hidroneumático.

Rango de operación disponible de la bomba seleccionada:

Caudal máx. disponible	:	6.66 <i>lt/s</i>
Caudal min. disponible	:	4.55 <i>lt/s</i>
TDH máx. disponible	:	36.40 <i>m</i>
TDH min. disponible	:	25.75 <i>m</i>
Eficiencia máx. disponible	:	45.4%
Eficiencia min. disponible	:	36.5%
Potencia máx. req.	:	5.6 <i>HP</i>
Potencia min. req.	:	4.9 <i>HP</i>

Para un mayor detalle de las consideraciones de selección, revíse anexo C.4- Estimación de ciclo de trabajo, capacidad requerida y selección de equipo hidroneumático.

La normativa IS.10, establece que para *instalaciones hidroneumáticas* es necesaria la instalación de 1 bomba adicional en *stand-by*, esto por la criticidad del servicio. Por lo que en *facilidades Linga* se instalarán:

$$Nro\ de\ unid.\ de\ bombeo\ req.\ =\ 2$$

Finalmente en el anexo C.6- Lista de componentes de unidad de bombeo, se presenta la lista de piezas que componen el modelo de la unidad de bombeo seleccionado, así como las piezas de recambio críticas para su operación. Toda esta información fue proporcionada por el fabricante.

3.7.3- Tanques hidroneumáticos

La selección de los tanques hidroneumáticos se centra, fundamentalmente, en estimar y calcular los siguientes aspectos.

- a) Capacidad o volumen útil y efectivo de los tanques.
- b) Número de tanques requeridos.

El volumen útil y efectivo requerido por el sistema se presenta líneas abajo. Para un mayor detalle de la estimación de los mismos, así como las consideraciones y criterios de selección considerados, revítese anexo C.4- Estimación de ciclo de trabajo, capacidad requerida y selección de equipo hidroneumático.

$$V_{util} = 81.544 \text{ gal}$$

$$V_{efectivo} = 336.46 \text{ gal}$$

En *facilidades Linga*, se optó por seleccionar los tanques hidroneumáticos, también llamados de membrana, marca *Champion* comercializado por *Hidrostal SA*. Según la información proporcionada por *Hidrostal SA* en los anexos A.9 y A.10 de la presente memoria y los volúmenes requeridos, obtenemos que el modelo *CH – 119* resulta el más adecuado, pero que es necesario realizar una instalación en serie para satisfacer los requerimientos de volúmenes.

Características del tanque de membrana *Champion* seleccionado:

Marca	: <i>Champion</i>
Modelo	: <i>CH – 119</i>
Volumen total	: 119.0 gal
Volumen útil	: 44.0 gal @ 20 – 40 psi
	: 36.9 gal @ 30 – 50 psi
	: 32.1 gal @ 40 – 60 psi
Presión de precarga	: 38.0 psi

Para mayor detalle de las características del modelo seleccionado, véase anexo A.10 de la presente memoria.

Se requiere instalar 3 tanques hidroneumáticos modelo *CH – 119* en serie.

Cant. tanques inst. = 3 und

Para un mayor detalle, revítese anexo C.4- Estimación de ciclo de trabajo, capacidad requerida y selección de equipo hidroneumático.

3.8- DISEÑO DE TUBERÍAS

Hasta ahora, respecto a las líneas de tuberías, nos hemos centrado, solamente en estimar la *energía requerida* para que puedan operar como sistema. Otro aspecto importante que es necesario evaluar es la resistencia mecánica frente a los múltiples esfuerzos producidos por ciertos agentes como la presión interna, temperatura, etc. para lo cual los siguientes criterios deben ser considerados.

- a) *Presión de servicio* – Permite calcular el espesor mínimo requerido.
- b) *Temperatura de servicio* – Permite seleccionar un material resistente a altas temperaturas.
- c) *Condiciones de servicio* – Aspectos como la corrosión debido a factores ambientales exteriores (luz solar, lluvias, nieve, terreno, viento, etc.) o a la reactividad con el fluido se deben tener en cuenta.
- d) *Rigidez* - Necesario en instalaciones aéreas muy habituales en edificaciones donde no se puede instalar elementos de sujeción.
- e) *Tipos de unión disponibles* – Roscados, soldados, termofusionados, embonados, etc.
- f) *Años de servicio* – Material perdurable en el tiempo.
- g) *Disponibilidad* –
- h) *Otros factores* – Considerar normativas y especificaciones aplicables en cuestiones de materiales.

Nuevamente, el método, especificaciones y criterios de selección de los materiales adecuados, según las condiciones particulares de servicio de cada línea del sistema van más allá del alcance de la presente memoria y solamente nos limitaremos a presentar los materiales ya considerados por la ingeniería del cliente, según sea el caso.

Líneas abajo, se presenta una tabla resumen con los diámetros seleccionados (véase ítem 3.6.4) con presión máxima de operación, materiales, método de unión, rigidez y características de línea.

NPS (in)	Presión Max. (psi)	Material	Método de unión	Rigidez	Condiciones de operación
2	71.16	Acero	Roscado	Alto	Líneas de impulsión, agua fría
1-1/2	71.16	Acero	Roscado	Alto	Agua fría
	71.16	PVC	Roscado	Bajo	Agua caliente, líneas enterradas
1-1/4	71.16	Acero	Roscado	Alto	Agua fría
1	71.16	Acero	Roscado	Alto	Agua fría
	71.16	PVC	Roscado	Bajo	Agua caliente
3/4	71.16	PVC	Roscado	Bajo	-
1/2	71.16	PVC	Roscado	Bajo	-

Tabla 8- Resumen de características de diseño de diámetros de líneas de sistema.

3.8.1- Tuberías de acero

Las tuberías de acero fueron seleccionadas para su uso en algunas líneas de agua fría (NPS's 2, 1-1/2, 1-1/4 y 1) (véase tabla 8).

3.8.1.1- Especificaciones

Una cuestión importante que es absolutamente necesario presentar, antes de hablar de tuberías de acero, son las especificaciones. Todas las tuberías estandarizadas se fabrican bajo especificaciones. Estas establecen una serie de requerimientos mínimos que deben ser satisfechos por el producto antes de ser comercializado bajo esa especificación, estos requerimientos son:

- a) Alcances.
- b) Rango de aplicación.
- c) Clasificación.
- d) Materiales.
- e) Composición química.
- f) Propiedades mecánicas.
- g) Ensayos destructivos y no destructivos a los que debe someterse.
- h) Dimensiones.
- i) Tolerancias dimensionales y de masa.
- j) Tipo de unión.
- k) Rotulado.
- l) Manufactura y presentación.

Líneas abajo, se presenta un resumen de las especificaciones comerciales y habitualmente empleados en el ámbito nacional.

Especificaciones ASTM:

Las especificaciones ASTM para tuberías habitualmente empleadas para los de los servicios industriales son:

- a) American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless (A 53/A 53M)*. West Conshohocken, PA: ASTM.
- b) American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Seamless Carbon Steel for High-Temperature Service (A 106/A 106M)*. West Conshohocken, PA: ASTM.

La especificación A 53, usada habitualmente para el de transporte de fluidos de propósito general que no comprendan altas temperaturas de servicio. Esta especificación establece 3 categorías y 2 grados, los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

- a) *Tipo S* – Tuberías sin costura (grados A y B)
- b) *Tipo E* – Soldados a tope por resistencia eléctrica (grados A y B)
- c) *Tipo F* – Soldados a tope por horno (grado A)

Cada una de estas categorías y grados definen la composición química del acero, procesos de fabricación, tratamientos térmicos, ensayos destructivos y no destructivos, propiedades mecánicas, etc. que deben cumplir las tuberías para ser considerados de una determinada categoría y grado. En resumen, se podría decir que cada categoría y grado describe las características específicas de una tubería que lo hacen apropiado para su uso en uno u otro servicio.

El A 53 establece un rango de NPS que va desde 1/8" hasta 24". En cuanto a dimensiones, esta especificación presenta una tabla de dimensiones que no difiere en gran medida de la tabla general para tuberías presentada en la publicación American Society Mechanical Engineers. (2004). *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe* (B36.10M). Para mayor detalle respecto a las propiedades mecánicas, dimensiones de las tuberías A 53, a revítese anexos A.14, A.15 y A 16 de la presente memoria.

La especificación A 106 tiene un propósito más específico, su uso es recomendado para el transporte de fluidos a altas temperaturas y solo abarca tuberías fabricadas sin costuras. El A 106 establece 3 grados.

- a) *Grado A.*
- b) *Grado B.*
- c) *Grado C.*

Cada uno de los grados responde a unas características específicas de fabricación de las tuberías. En cuanto a dimensiones, establece un rango de NPS desde 1/8" hasta 48" y menciona que las dimensiones deben encontrarse conforme a la publicación American Society Mechanical Engineers. (2004). *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe* (B36.10M) ya citado con anterioridad. Para mayor detalle respecto a las propiedades mecánicas, dimensiones de las tuberías A 106, a revítese anexos A.13 y A.17 de la presente memoria.

Especificaciones ISO:

La especificación ISO para tuberías habitualmente empleada es:

- a) International Organization for Standardization. (1981). *Carbon Steel Tubes Suitable for Screwing in Accordance with ISO 7/1* (ISO 65). Geneva, Switzerland: ISO.

Esta especificación está orientado principalmente para la fabricación de tuberías roscadas para aplicaciones domésticas e industriales livianas y clasifica a las tuberías en 4 series:

- a) *Heavy series* – Tuberías sin costura y con costura.
- b) *Medium series* – Tuberías sin costura y con costura.
- c) *Light series 1* - Tuberías sin costura y con costura.
- d) *Light series 2* – Tuberías con costura.

Cada una de estas series describe características particulares de fabricación como: materiales, composición química, propiedades mecánicas, método de pruebas, DN, espesor, condiciones de extremos, etc.

El ISO 65 establece un rango de NPS que va desde 1/8 hasta 6. Para mayor detalle respecto a las dimensiones de las tuberías ISO 65, a revítese anexos A.18 de la presente memoria.

3.8.1.2- Dimensiones

En el ítem 3.2.3, se presentó el dimensionamiento de tuberías en general. Conceptos como: NPS, ID, OD, etc. Quedaron definidos. Un concepto que ahora se añadirá a los mencionados y que es empleado solamente para tuberías de acero es el relacionado con el espesor.

- a) *Schedule (cédula)* – Valor adimensional íntimamente relacionado con el espesor, representa la capacidad que tiene un tubería de soportar un determinado rango de presiones.

Schedule define, para las tuberías de *acero al carbono*, 5 categorías: 10, 30, 40, 80 y 160, donde un mayor valor representa un incremento en el rango de presiones que es capaz de soportar la tubería y un mayor espesor de tubería.

Por otro lado, el AISC, en su publicación *Manual Steel Construction* 14th Ed, establece concepto similar al *Schedule* basado en 3 categorías:

- a) *Estándar (Std.)*.
- b) *Extra reforzado (X-Strong)*.
- c) *Doble extra reforzado (XX-Strong)*.

Estas 3 categorías operan de manera similar al número *Schedule*. Una mayor categoría representa un incremento de rango de presiones soportado y un espesor mayor de tubería.

En la publicación American Society Mechanical Engineers. (2004). *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe* (B36.10M), presenta una tabla resumen y establece equivalencias entre ambos criterios para la mayoría de los NPS. Un extracto de esa tabla es anexado al presente informe (véase anexo A.13).

Ambas notaciones, conjuntamente con el NPS son empleadas actualmente para definir el dimensionamiento de todas las tuberías estandarizadas de acero bajo el sistema USC, sin importar la especificación, categoría, clase, etc.

Por otro lado el sistema internacional ISO, en su especificación para tuberías de acero al carbono ISO 65, clasifica a las tuberías, según su espesor en 4 categorías que ya fueron mencionados con anterioridad.

- a) Heavy series.
- b) Medium series.
- c) Light series 1.
- d) Light series 2.

Estas categorías operan de manera similar a los dos anteriores descritos del sistema USC, un incremento de serie representa un incremento de rango de presiones soportados así como un incremento de espesor.

El PN descrito el ítem 3.2.3, conjuntamente con las categorías mencionadas definen el dimensionamiento de las tuberías de acero al carbono bajo la especificación del ISO 65. Para mayor detalle revítese anexo A.18 de la presente memoria.

Cabe mencionar que no existe una equivalencia definida entre las categorías del sistema USC y el ISO, por lo cual, cuando se requiera combinar categorías de ambos sistemas una revisión minuciosa de los espesores es necesario.

Finalmente de todo lo expuesto, se puede resumir como tuberías ligeras a las tuberías ISO 65 que tienen aplicaciones recomendadas para transporte de agua a presiones relativamente bajas (inferiores a 100

PSI), mientras las tuberías estándar o Schedule tienen otras aplicaciones o también son utilizados para el transporte de fluidos no corrosivos a altas presiones.

Presentados los conceptos, especificaciones y dimensiones relacionados con las tuberías de acero, ahora, es necesario, referirnos a las tolerancias dimensionales. En una tubería los valores de OD, ID, espesores no presentan el valor nominal especificado, de manera uniforme a lo largo de su longitud, sino a través de pequeñas variaciones que se deben principalmente al proceso de fabricación empleado. Dentro de todos estos valores, el espesor es especialmente crítico, por lo que solo nos centraremos en ello. Como ya se mencionó las especificaciones establecen requerimientos mínimos que deben cumplir las tuberías. Para el caso del espesor, indican las siguientes tolerancias dimensionales

- a) A 53 – Establece que el espesor mínimo de una tubería no puede ser menor al 12.5% del espesor nominal especificado, para todos los NPS, de la tabla X2.4 (véase anexo A.15).
- b) A 106 – Establece un requerimiento idéntico de la especificación A 53, pero aplicado a los espesores nominales indicados en las tablas del ASME B36.10 (véase anexo A.13).
- c) ISO 65 - Establece un requerimiento mínimo de espesor de tubería no menor al 12.5% del espesor nominal indicado en la tabla 2 (ver anexo A.18) para categorías Heavy series, Medium series y Light series 1. Para Light series 2 no menor al 8%.

Estas tolerancias dimensionales del espesor, requieren ser verificados en campo, antes de proceder con la fabricación o instalación como ya se mencionará más adelante (véase ítem 4.3.1.3).

3.8.1.3- Tipo de unión

Para el caso de tuberías de acero, a excepción de los tipos de uniones particulares y patentadas que tiene especificaciones propias y rangos de presión y temperatura específicos, habitualmente se suele disponer de dos tipos de uniones:

- a) Uniones roscadas.
- b) Uniones soldadas.

Describir las ventajas, desventajas, rango de aplicación, etc. de uno u otro tipo de unión está fuera del alcance de la presente memoria. Una buena práctica recomendada sería considerar ambas uniones como complementarias.

Habitualmente para presiones de diseño inferiores a 100 - 120 *PSI* y NPS menores a 2, las buenas prácticas de ingeniería establecen que debe utilizarse uniones roscadas. Para presiones de diseño y NPS mayores, se prefiere utilizar las uniones soldadas.

El código ASME. (2010). *Process Piping* (B31.3), establece ambos tipo de unión como aceptables y establece algunos requerimientos mínimos según sea el tipo de unión que se pueden resumir de la siguiente manera.

Uniones roscadas:

- a) Perfil de roscado conformes a especificación American Society Mechanical Engineers. (2013). *Pipe Threads, General Purpose (Inch)* (B1.20.1.). New York, NY: ASME
- b) Dimensiones de uniones roscadas conforme a especificaciones aplicables (véase anexo A.16).

Uniones soldadas:

- a) Diseño de junta aplicables.
- b) Requerimientos según American Society Mechanical Engineers. (2013). *Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators* (Boiler and Pressure Vessel Code IX). New York, NY: ASME.

Como ya se mencionó las especificaciones de tuberías también establecen métodos de unión apropiados según sus dimensiones, grados y categorías. Líneas abajo se resumen los métodos de unión apropiados especificados.

- a) A 53 – Pueden usarse tanto para uniones roscadas y soldadas, según el rango de NPS especificados (véase anexo A.16).
- b) A 106 - Pueden usarse solo para uniones soldadas.
- c) ISO 65 – Establece el uso de estas tuberías preferentemente para uniones roscadas.

3.8.1.4- Espesor requerido

El código ASME. (2010). *Process Piping* (B31.3), en su capítulo de diseño, establece una serie de requerimientos para el cálculo de espesor requerido. Estos requerimientos cubren una gran variedad de situaciones posibles, desde las condiciones más típicas hasta casos bastante específicos, donde el criterio del diseñador o proyectista juega un papel esencial. No es alcance de la presente memoria entrar en detalle acerca de todos estos requerimientos, solamente se tocarán, aquellos que abarcan las condiciones críticas de cualquier diseño típico.

Uno de los requerimientos del código establece que el espesor mínimo de la tubería seleccionada (T) incluido las tolerancias dimensionales de fabricación (ver ítem 3.8.1.2), no debe ser, en ningún caso, menor al espesor mínimo requerido (t_m).

$$T \geq t_m$$

$$t_m = t + c$$

Dónde:

- T : Espesor mínimo de tubería seleccionada (incl. tolerancias dimensionales).
- t_m : Espesor mínimo requerido.
- t : Espesor de diseño por presión.
- c : Suma de las tolerancias mecánicas, corrosión y erosión.

Para la estimación del valor c , el código American Society Mechanical Engineers. (2010). *Process Piping* (B31.3) solo menciona que debe sumarse todas las tolerancias mecánicas, corrosión y erosión, pero no especifica un método para la estimación de estas tolerancias. Habitualmente para determinar el valor de c , suele emplearse la ecuación siguiente.

$$c = t_{th} + t_e$$

Dónde:

- c : Suma de las tolerancias mecánicas, corrosión y erosión.
- t_{th} : Tolerancia por roscado (rosca o profundidad de ranurado). Para componentes roscados asumir valor h del ASME B 1.20.1. Para componentes ranurados o maquinados, donde la tolerancia no se especifica, esta debe asumirse en 0.5 mm y considerarse conjuntamente con la profundidad de corte especificado.
- t_e : Tolerancia de corrosión.

Se asume una tolerancia mecánica debido al roscado de las tuberías (t_{th}), según la tabla:

TABLE 9.8—THREAD ALLOWANCE CALCULATIONS FOR THREADED-PIPE-WALL THICKNESS (courtesy of AMEC Paragon)	
Nominal Pipe Size	t_{th} , in.
¼ – ¾	0.05
½ – ¾	0.06
1 – 2	0.08
2½ – 20	0.11

Tabla 9- Tolerancia mecánica debido al roscado de las tuberías
Extraído AMEC Paragon.

Se asume un tolerancia por desgaste y corrosión (t_e) de 2 *mpy* a 10 *mpy* para un tiempo de servicio estimado de 20 años.

El cálculo de los espesores debe realizarse considerado todas las uniones como roscadas, que ejemplifica la condición de servicio más crítico

Secciones rectas - espesor de diseño por presión

El código *Process Piping* (B31.3) para secciones de tuberías rectas (straight pipe), establece que el espesor de diseño por presión (t) debe ser determinado mediante la siguiente ecuación.

$$t = \frac{PD}{2(SEW + PY)} \quad (3a)$$

$$t = \frac{P(d + 2c)}{2[SEW - P(1 - Y)]} \quad (3b)$$

Dónde:

- t : Espesor de diseño por presión.

- Suma de las tolerancias mecánicas (rosca o profundidad de ranurado), más tolerancias por corrosión. Para componentes roscados asumir valor h del ASME B 1.20.1. Para componentes ranurados o maquinados, donde la tolerancia no se especifica, esta debe asumirse en 0.5 mm y considerarse conjuntamente con la profundidad de corte especificado.
- c : 1.20.1. Para componentes ranurados o maquinados, donde la tolerancia no se especifica, esta debe asumirse en 0.5 mm y considerarse conjuntamente con la profundidad de corte especificado.
- P : Presión de diseño interno.
- D : Diámetro exterior de tubería. Equivalente al OD anteriormente descrito.
- d : Diámetro interior de tubería.
- S : Esfuerzo del material.
- E : Factor de calidad de soldadura.
- W : Factor de reducción de esfuerzo debido a juntas soldadas.
- Y : Coeficiente adimensional Y . Ver fig. 12. Válido para $t < D/6$. Valores intermedios pueden ser interpolados.

Es importante mencionar que las ecuaciones 3(a) y 3(b) representan un estimación correcta si las ecuaciones siguientes son verificadas como válidas.

$$t < D/6$$

$$\frac{P}{SE} < 0.385$$

Materials	Temperature, °C (°F)					
	≤ 482 (900 & Lower)	510 (950)	538 (1,000)	566 (1,050)	593 (1,100)	≥ 621 (1,150 & Up)
Ferritic steels	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Austenitic steels	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7
Other ductile metals	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Cast iron	0.0	...	...	...	...	...

Tabla 10-Valores de coeficiente Y para $t < D/6$
 American Society Mechanical Engineers. (2010). *Process Piping* (B31.3). New York, NY: ASME.

En caso uno o ambas ecuaciones no fueran verificadas como válidas, es necesario considerar otros factores el cálculo tales como: la teoría de fallas, efectos de la fatiga y esfuerzos térmicos.

De todo lo mencionado anteriormente, en *facilidades Linga*, el cálculo de espesores para tuberías bajo la especificación A 53 e ISO 65 se realizará bajo el código American Society Mechanical Engineers. (2010). *Process Piping* (B31.3).

Para un mayor detalle, revítese anexo C.6- Espesor de pared mínimo requerido para tuberías de acero.

3.8.1.5- Accesorios

Abarcan todos aquellos accesorios utilizados para realizar el conexionado de tuberías, tales como: Tees, codos, reducciones, etc. excepto válvulas. Los accesorios bajo especificaciones ASME son los más comercializados. De manera similar que las especificaciones para tuberías, establecen los requerimientos mínimos que deben cumplir los accesorios, tales como:

- a) Designación.
- b) Materiales.
- c) Rangos de presión y temperatura.
- d) Dimensiones y tolerancias.
- e) Rosca.
- f) Ensayos.

Un parámetro importantes a considerar es el, *pressure ratings*, o también llamado *Clase*. Que representa el rango de *presión-temperatura* que es capaz de soportar el accesorio. Las especificaciones ASME, establecen los siguientes clases en función a los rangos de presión y temperatura.

- a) Clase 25.
- b) Clase 125.
- c) Clase 150.
- d) Clase 250.
- e) Clase 300.
- f) Clase 600.
- g) Clase 900.
- h) Clase 1500.
- i) Clase 2500.

El rango de *presión-temperatura* que es capaz de soportar cada clase, es variable, según el tipo y características del accesorio y la especificación ASME aplicable.

3.8.1.5.1- Accesorios roscados

Los accesorios roscados se encuentran definidos bajo las especificaciones siguientes:

- a) American Society Mechanical Engineers. (2011). *Gray Iron Threaded Fittings Classes 125 and 250*. (B16.4). New York, NY: ASME.
- b) American Society Mechanical Engineers. (2006). *Malleable Iron Threaded Fittings Classes 150 and 300* (B16.3). New York, NY: ASME.

Estos accesorios suelen ser fabricados en fundición gris (B16.4) y fundición maleable (B16.3) siendo estos últimos los más resistentes a altas presiones.

La especificación B16.4, clasifica los accesorios roscados en 2 clases.

- a) Clase 125.

b) Clase 250.

Líneas abajo se presenta la tabla del rango de *presión-temperatura* soportado por los accesorios según corresponda.

Table 1 Pressure–Temperature Ratings

Temperature, °C	Working Pressure, bar	
	Class 125	Class 250
–29 to 66	12.1	27.6
100	11.1	25.0
125	10.2	23.1
150	9.8	21.2
175	8.7 [Note (1)]	19.4
200	...	17.5 [Note (2)]

NOTES:

(1) Permissible for service temperature up to 178°C, reflecting the temperature of saturated steam at 8.6 bar.

(2) Permissible for service temperature up to 208°C, reflecting the temperature of saturated steam at 17.2 bar.

Tabla 11-Rangos de *presión-temperatura* para los accesorios según B16.4. American Society Mechanical Engineers. (2011). *Gray Iron Threaded Fittings Classes 125 and 250*. (B16.4). New York, NY: ASME.

La especificación B16.3, clasifica los accesorios roscados en 2 clases.

a) Clase 150.

b) Clase 300.

Líneas abajo se presenta la tabla del rango de *presión-temperatura* soportado por los accesorios según corresponda.

Table 1 Pressure–Temperature Ratings

Temperature, °C	Working Pressure, bar			
	Class 150	Class 300		
		NPS		
		¼–1	1¼–2	2½–3
–29 to 66	20.7	137.9	103.4	69.0
100	17.5	119.6	90.5	61.5
125	15.2	106.4	81.1	56.1
150	12.8	93.1	71.8	50.7
175	10.5 [Note (1)]	79.9	62.5	45.2
200	...	66.6	53.1	39.8
225	...	53.4	43.8	34.3
250	...	40.1	34.5	28.9
275	...	26.9	25.2	23.4
288	...	20.7	20.7	20.7

NOTE:

(1) Permissible for service temperature up to 186°C, reflecting the temperature of saturated steam at 10.3 bar.

Tabla 12-Rangos de *presión-temperatura* para los accesorios según B16.3. American Society Mechanical Engineers. (2006). *Malleable Iron Threaded Fittings Classes 150 and 300* (B16.3). New York, NY: ASME.

Las clases 125 y 150 correspondientes a las especificaciones B16.4 y B16.3, respectivamente, son los más comerciales y por lo tanto los más utilizados. Para dimensiones y detalles de accesorios correspondientes a ambas especificaciones, véase tablas presentados en anexos A.19 y A.20 de la presente memoria respectivamente.

3.8.1.5.2- Accesorios soldables

Los accesorios soldables se encuentran definidos bajo las siguientes especificaciones.

- a) American Society Mechanical Engineers. (2003). *Pipe Flanges and Flanged Fittings – NPS ½ through NPS 24*. (B16.5). New York, NY: ASME.
- b) American Society Mechanical Engineers. (2012). *Factory-Made Wrought Butt welding Fittings* (B16.9). New York, NY: ASME.

Son fabricados en acero forjado, según requerimientos de especificaciones A 105 y A 234. El B16.5 cubre accesorios tales como: uniones bridadas y bridas en general y el B16.9 a accesorios de soldadura tope. Ambas especificaciones clasifican a los accesorios soldables en las siguientes clases.

- 1) Clase 150.
- 2) Clase 300.
- 3) Clase 600.
- 4) Clase 900.
- 5) Clase 1500.
- 6) Clase 2500.

Líneas abajo se presenta la tabla del rango de *presión-temperatura* soportado por los accesorios, válido para ambas especificaciones

Table 2-1.1 Pressure-Temperature Ratings for Group 1.1 Materials

Nominal Designation	Forgings	Castings	Plates
C-Si	A 105 (1)	A 216 Gr. WCB (1)	A 515 Gr. 70 (1)
C-Mn-Si	A 350 Gr. LF2 (1)		A 516 Gr. 70 (1), (2)
C-Mn-Si-V	A 350 Gr. LF6 Cl. (4)		
3½ Ni	A 350 Gr. LF3		A 537 Cl. 1 (3)

Working Pressure by Classes, bar							
Class Temp., °C	150	300	400	600	900	1500	2500
-29 to 38	19.6	51.1	68.1	102.1	153.2	255.3	425.5
50	19.2	50.1	66.8	100.2	150.4	250.6	417.7
100	17.7	46.6	62.1	93.2	139.8	233.0	388.3
150	15.8	45.1	60.1	90.2	135.2	225.4	375.6
200	13.8	43.8	58.4	87.6	131.4	219.0	365.0
250	12.1	41.9	55.9	83.9	125.8	209.7	349.5
300	10.2	39.8	53.1	79.6	119.5	199.1	331.8
325	9.3	38.7	51.6	77.4	116.1	193.6	322.6
350	8.4	37.6	50.1	75.1	112.7	187.8	313.0
375	7.4	36.4	48.5	72.7	109.1	181.8	303.1
400	6.5	34.7	46.3	69.4	104.2	173.6	289.3
425	5.5	28.8	38.4	57.5	86.3	143.8	239.7
450	4.6	23.0	30.7	46.0	69.0	115.0	191.7
475	3.7	17.4	23.2	34.9	52.3	87.2	145.3
500	2.8	11.8	15.7	23.5	35.3	58.8	97.9
538	1.4	5.9	7.9	11.8	17.7	29.5	49.2

NOTES:

- (1) Upon prolonged exposure to temperatures above 425°C, the carbide phase of steel may be converted to graphite. Permissible but not recommended for prolonged use above 425°C.
- (2) Not to be used over 455°C.
- (3) Not to be used over 370°C.
- (4) Not to be used over 260°C.

Fig. 14- Rango de presiones-temperatura para accesorios soldables.
 American Society Mechanical Engineers. (2003). *Pipe Flanges and Flanged Fittings – NPS ½ through NPS 24*. (B16.5).
 New York, NY: ASME.

Las clases 150, 300 son las comerciales. Para dimensiones y detalles de accesorios correspondientes a ambas especificaciones, véase tablas y gráficos presentados en anexo A.21 y A.22 de la presente memoria.

3.8.1.6- Válvulas

Las válvulas representan un caso especial de accesorios, debido a que no se fabrican bajo un especificación en particular, si no que varían según el fabricante, condiciones de servicio, características del fluido a transportar, etc. por lo que existen una infinidad de válvulas para distintos usos. Por eso, es necesario revisar minuciosamente los catálogos y especificaciones del fabricante antes de optar por seleccionar alguno.

Las marcas más comerciales, según la clase, tipo, fluido, características, función, etc. de las válvulas, en el mercado nacional son:

- 1) Cim-Val.
- 2) Cifunsa.
- 3) Bonney Forge.
- 4) Rex Valves.
- 5) Apollo.

6) *Valmatic*.

3.8.2- Tuberías de polipropileno (PP)

Seleccionado por la ingeniería del cliente para su uso en instalaciones sanitarias de agua fría (NPS menores a ¾ in), sanitarias de agua caliente (todos los NPS) e instalaciones enterradas. Debido a la presencia local, se optó por emplear las tuberías PP patentadas de Saladillo®, en su marca comercial Hidro3®.

Hidro3® es una marca especializada en tuberías para instalaciones sanitarias ya sea de agua fría o caliente en sus distintas condiciones de presión y temperatura. Entre las múltiples líneas comerciales que Hidro3® tiene disponibles, estos se puede resumir en:

- a) *Hidro3® Azul* - Línea de agua fría.
- b) *Hidro3® Verde* - Línea de agua caliente.

En nuestro caso se empleará ambas líneas comerciales, según sea el caso y conforme a los requerimientos de rango de presiones y temperaturas admisibles proporcionado por Hidro3®.

3.8.2.1- Dimensiones

El dimensionamiento de todas tuberías Hidro3® cumplen con los conceptos de NPS, DN, ID y OD establecidos en el ítem 3.2.3 y presenta un tabla resumen donde se indica los DN comerciales (véase tabla 12).

3.8.2.2- Método de unión

Hidro3® considera para sus tuberías 2 métodos de unión: *roscado* y *termofusión*. Describir las ventajas de uno u otro método de unión no es alcance del presente documento.

En *facilidades Linga*, se define como método de unión la unión roscada.

3.8.2.3- Presiones y temperaturas admisibles

Para el caso de tuberías PP, no es necesario determinar el espesor mínimo requerido como en el caso de las tuberías de acero, basta con verificar que la presión y temperatura de servicio de la línea, según sea el DN, sean menores a los establecidos por Hidro3® en la tabla que se muestra a continuación.

Presiones y temperaturas admisibles a 50 años para Tuberías Hidro 3 verde.										
Ø Nominal	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
Temperatura	Presión de servicio admisible para tubos Hidro 3 unidos por fusión (bar)									
20°	23.7	21.2	21.3	19.5	18.8	17.8	16.8	16.4	15.6	15.3
40°	19.0	17.0	17.0	15.6	15.0	14.2	13.4	13.1	12.5	12.2
60°	14.0	12.5	12.5	11.5	11	10.5	9.9	9.6	9.2	9.00
80°	6.1	5.4	5.4	5.0	4.8	4.5	4.3	4.2	4	3.90

Presiones y temperaturas admisibles a 50 años para Tuberías Hidro 3 azul.										
Ø Nominal	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"
Temperatura	Presión de servicio admisible para tubos Hidro 3 unidos por fusión (bar)									
20°	23.7	21.2	16.6	13.4	11.5	10.7	9.8	9.4	8.7	8.3

1 bar = 1 kg/cm² = 10 m de columna de agua

Tabla 13-Temperaturas y presiones admisibles para tuberías Hidro3®.

3.8.2.4- Accesorios

Hidro3® presenta una lista patentada de todos los accesorios disponibles para una instalación típica. Esta lista es anexada al final del presente memoria (véase anexo A.23)

3.9- GLOSARIO DE TERMINOS

Líneas: En la presente memoria, se usa como sinónimo de las rutas seguidas por las tuberías de distribución.

PP: Material plástico de polipropileno.

SI: Sistema internacional.

Stand-by: Término utilizado en equipos que están en espera de entrar en operación, en reemplazo de otro equipo de las mismas características.

TDH: Altura dinámica total. Habitualmente utilizado en equipos de impulsión de fluidos.

Unión roscada: Unión mecánica de extremos de tubería y/o accesorios realizados a través de roscas.

Unión por termofusión: Unión mecánica de extremos de tubería y/o accesorios realizados mediante la aplicación de calor que permite fusionar los materiales de los componentes. Habitualmente es utilizado en materiales plásticos.

Unidades de gasto: También denominadas Unidades UH, unidades Hunter. Número adimensional que indica capacidad de gasto de un determinado aparato sanitario.

USC: Sistema anglosajón de unidades.

3.10- REFERENCIAS

American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless (A 53/A 53M)*. West Conshohocken, PA: ASTM.

American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Seamless Carbon Steel for High-Temperature Service (A 106/A 106M)*. West Conshohocken, PA: ASTM.

American Iron and Steel Construction. (2011). *Manual Steel Construction (14th ed.)*. Chicago, IL: AISC.

American Society Mechanical Engineers. (2010). *Process Piping (B31.3)*. New York, NY: ASME.

American Society Mechanical Engineers. (2004). *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe (B36.10M)*. New York, NY: ASME.

American Society Mechanical Engineers. (2006). *Malleable Iron Threaded Fittings Classes 150 and 300 (B16.3)*. New York, NY: ASME.

American Society Mechanical Engineers. (2011). *Gray Iron Threaded Fittings Classes 125 and 250 (B16.4)*. New York, NY: ASME.

American Society Mechanical Engineers. (2003). *Pipe Flanges and Flanged Fittings – NPS ½ through NPS 24*. (B16.5). New York, NY: ASME.

American Society Mechanical Engineers. (2012). *Factory-Made Wrought Buttwelding Fittings* (B16.9). New York, NY: ASME.

American Petroleum Institute. (2014). *Welded Tanks for Oil Storage* (API 650). Washington, DC: API.

International Organization for Standardization. (1981). *Carbon Steel Tubes Suitable for Screwing in Accordance with ISO 7/1* (ISO 65). Geneva, Switzerland: ISO.

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010). Lima, Perú: M. Vivienda.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2012). *General Site Conditions Design Criteria* (Project N° A6CV, document N° 240K-C2-DC-10-002 REV.3T). Arequipa, Perú: SMCV.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Lineas Principales de Agua* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-10-007-Rev.1). Arequipa, Perú: SMCV.

CAPÍTULO 4 - INSTALACIÓN

4.1- RESUMEN

Entiéndase por instalación, como la ejecución operativa de un conjunto de actividades y sub-actividades planificadas e interrelacionadas, que tienen como objetivo “*colocar una cosa*” en un determinado lugar, de manera que cumpla la función para lo que fue concebido.

El objetivo de este capítulo es presentar los conceptos y lineamientos generales relacionados con la instalación de un *sistema hidroneumático* para el abastecimiento de agua potable en *facilidades Linga*. Esta instalación comprende dos grandes fases:

- a) Fabricación.
- b) Montaje.

La fabricación involucra a todas aquellas actividades relacionadas con el procesamiento de elementos o componentes, que requieren una transformación previa antes de ser instalados en obra. Estas pueden ser: habilitado, soldadura, maquinado, pintado, etc. Habitualmente son ejecutados en ambientes externos a la obra, dónde se pueden disponer, con facilidad, de todos los recursos necesarios.

El montaje involucra aquellas actividades que se ejecutan *in situ*. Comprende el montaje de los componentes previamente fabricados en conjunto con los equipos necesarios para poner la instalación en operación.

Este capítulo se centrará en describir, fundamentalmente, las actividades relacionadas con la instalación de equipos y tuberías, tocando superficialmente las actividades relacionadas con otras disciplinas (sanitaria, civil, eléctrico e instrumentación), que son necesarias, para poner en operación el *sistema hidroneumático*. Se iniciará presentando los aspectos generales que se deben tener en cuenta para realizar la instalación correctamente, seguido de las actividades preliminares y finalizando con la descripción de la actividad propiamente dicho.

4.2- CONSIDERACIONES GENERALES

La instalación, es por mucho, la fase más compleja y larga de cualquier proyecto, comprende la planificación y ejecución de un conjunto actividades y sub-actividades. Líneas abajo, se presenta los

aspectos más críticos que es necesario considerar, comprender, ejecutar y realizar un seguimiento permanente para el éxito de un proyecto.

- 1) El desarrollo de una *ingeniería de detalle* clara y concisa, es esencial, antes de proceder con la fabricación. De ser posible, durante esta fase, realizar una verificación *in situ* de las obras preliminares, además de los equipos a ser instalados. Así mismo es necesario contar con una ingeniería de acompañamiento para garantizar la correcta ejecución de la instalación.
- 2) Revisión de toda la documentación técnica del proyecto. Revisar y verificar los alcances y contrato del proyecto es fundamental para el éxito de cualquier proyecto.
- 3) Establecer un plan de seguimiento y control bien detallado nos permitirá tener el control de la instalación. Establecer un control de tiempos técnicamente justificable y con los recursos necesarios claramente establecidos que nos permita minimizar los tiempos muertos. Elaboración de un programa o plan de inspecciones que defina los *puntos de espera* (hold points), estableciendo los puntos críticos de inspección. Estas inspecciones deben ser minuciosas y correctamente ejecutadas, esto nos evitará reprocesos.
- 4) Reducción de actividades, técnicamente justificable, para ejecución de la instalación, considerando las diversas regulaciones de seguridad y medioambientales que impactan significativamente el avance. Definir las actividades que se realizarán en taller y en obra, partiendo de la premisa de simplificar las actividades en obra.
- 5) Procura y gestión de recursos. Establecer un sistema eficiente de gestión de recursos considerado personal calificado y proveedores certificados. Tratar de no reducir costos.
- 6) Control de calidad. El control de calidad en todas las etapas de un proceso o actividad es esencial. SMCV, como parte de su sistema de gestión, establece que todas las empresas contratistas de servicios, deben cumplir con los requerimientos de calidad establecidos en el estándar *ISO 9001 – Sistema de Gestión de la Calidad – Requisitos*. Podemos definir, resumidamente, un *sistema de gestión de la calidad* como un conjunto de requisitos, planes y procedimientos a seguir durante la ejecución de un proyecto o servicio con la finalidad de asegurar la satisfacción del cliente. No es objetivo del presente informe desarrollar todos los aspectos que esto involucra, únicamente nos centraremos en el aspecto técnico del control de la calidad, es decir, desarrollar los requerimientos de calidad según las especificaciones y códigos aplicables, así como, proporcionar los lineamientos de calidad a tener en cuenta durante todas etapas del proyecto o servicio.
- 7) Control permanente de los recursos durante la ejecución de las actividades de instalación. Considerar personal competente, calificado y certificado para evitar reprocesos.
- 8) Reuniones y coordinación permanente entre el personal involucrado y con la supervisión del cliente. Proceder, siempre, con la aprobación de la supervisión.
- 9) Control y registro de los resultados a través de formatos establecidos.

4.3- FABRICACIÓN

La fabricación involucra a todas aquellas actividades relacionadas con el procesamiento de elementos o componentes, que requieren una transformación previa antes de ser instalados en obra. Estas pueden ser: habilitado, soldadura, maquinado, pintado, etc. Habitualmente son ejecutados en ambientes externos a la obra, dónde se pueden disponer, con facilidad, de todos los recursos necesarios.

No es objetivo del presente documento, desarrollar, a detalle, cada una las etapas que abarca esta fase. A continuación se presentará un breve resumen con los aspectos más relevantes que se deben tener en cuenta en cada una de sus etapas.

4.3.1- Actividades preliminares

Involucra todas aquellas actividades que son necesarios ejecutar, antes de iniciar alguna actividad correspondiente a la fabricación.

4.3.1.1- Ingeniería de detalle

La ingeniería de detalle se define como una *re-ingeniería*, donde se busca revisar a *grosso modo* la ingeniería básica y desarrollar planos a detalle que contengan toda la información necesaria para la fabricación y montaje. En resumen, tiene por finalidad:

- 1) Contar con un *metrado* de materiales más preciso.
- 2) Contar con dimensiones y tolerancias dimensionales requeridas según campo.
- 3) Ayudar a determinar tiempos y recursos necesarios.
- 4) Ayudar a la planificación de actividades.
- 5) Ayudar a reducir el tiempo y costos de fabricación y montaje.
- 6) Evitar reprocesos durante fabricación y montaje.

Toda la información desarrollada en la ingeniería de detalle normalmente suele ser plasmado en planos. Estos planos suelen denominarse, habitualmente, *planos de taller*. Líneas abajo se enumera los planos habitualmente generados.

- 1) Planos de habilitado.
- 2) Planos de componentes.
- 3) Planos de soldadura.
- 4) Planos de ensamble.
- 5) Planos de izaje (*rigger plan*).

4.3.1.1.1- Planos de taller

Es absolutamente necesario asegurarse que los planos presenten toda la información necesaria para una correcta fabricación y montaje. Es necesario considerar, como mínimo:

- 1) Dimensiones.
- 2) Lista de materiales (BOM's).

- 3) Lista de componentes.
- 4) Sentido y orientación de ensamble.
- 5) Cantidades.
- 6) Simbología de soldadura y mecanizado.
- 7) Codificación de componentes.
- 8) Especificaciones de soldadura y acabado.
- 9) Especificaciones de ajuste y torque de ensamble.
- 10) Otros.

Existen casos, donde algunas formatos, dimensiones, materiales, calibres, etc. indicados en la *ingeniería básica*, no son comercializados local o nacionalmente y su importación no es factible, entonces se suele reemplazarlo por algún equivalente. En estos casos es necesario cerciorarse que estos cambios hayan sido aprobados por la supervisión.

El detallado de las tuberías, accesorios y equipos debe realizarse conforme a las especificaciones del cliente y códigos de diseño aplicables como el código ASME. (2010). *Process Piping* (B31.3).

Finalmente, antes de que los planos sean enviados para fabricación, deben estar probados por la supervisión del cliente y guardar absoluta concordancia con los planos de *ingeniería básica*, salvo las consideraciones mencionadas con anterioridad.

4.3.1.1.2- Lista de materiales (BOM's)

Otro aspecto importante es la elaboración de las listas de materiales, también denominados BOM's. Esta lista representa un *metrado* más o menos preciso de la cantidad de materiales requeridos para la fabricación y el montaje. Además de las cantidades, se suele incluir especificaciones técnicas, dimensiones, registro fotográfico, etc. Toda esta información, habitualmente, suele ser incluido y anexarse a los planos de taller, esto con el fin de evitar errores en las actividades subsecuentes.

4.3.1.2- Procura de materiales

Concluida la ingeniería de detalle y con los BOM's plenamente definidos, es necesario iniciar con la procura de materiales. El éxito de una correcta gestión de procura de materiales involucra, mínimamente lo siguientes aspectos.

- 1) Establecimiento de un cronograma de procura, considerando los aspectos técnicos, económicos, stock y tiempos, estableciendo un nivel de prioridad, según estos cuatro aspectos. El establecimiento de este cronograma también nos ayudará a definir el cronograma de fabricación y montaje.
- 2) Selección adecuada de proveedores locales y/o nacionales. Contar con proveedores seguros, eficientes y fiables es esencial para una adecuada procura de materiales.
- 3) Establecimiento de un organigrama y del rol de funciones interno. Habitualmente la procura es una gestión que involucra distintas áreas de una empresa tales como: proyectos, ingeniería, logística, almacén, abastecimiento, contabilidad y otras áreas afines, según el manual de funciones establecido por cada empresa.

- 4) Coordinación permanente entre todos los involucrados con la procura de materiales así como con los proveedores locales y/o nacionales.

4.3.1.3- Control de materiales

Controlar la calidad de los materiales suministrados, antes de su utilización, es un aspecto esencial fundamentalmente por las siguientes razones.

- 1) Evita procesar materiales defectuosos o que no cumplan los requerimientos.
- 2) Evita los sobrecostos y reprocesos debido a materiales.
- 3) Nos garantiza un mejor control de procesos.
- 4) Evita el rechazo de la supervisión debido a materiales.
- 5) Evita la desconfianza del cliente.

Este control involucra tres aspectos: *inspección documentaria, visual y dimensional*, que tiene por finalidad garantizar el cumplimiento de los requerimientos de ingeniería y que presenten una condición o grado de deterioro aceptables. Esta inspección se realiza durante la recepción de los mismos y siguiendo los estándares, especificaciones y recomendaciones del material o producto.

Mínimamente es necesario inspeccionar:

- 1) *Certificado de calidad* (especificación del material, número de lote, procedencia, fecha de fabricación, etc.).
- 2) Tolerancias dimensionales según especificaciones (largo, ancho, longitud, espesor, diámetro, etc.).
- 3) Tolerancias geométricas según especificaciones (redondez, planitud, acabado superficial, etc.).
- 4) Estado superficial.
- 5) Grado de corrosión.

La forma más aceptada de garantizar el cumplimiento de los requerimientos de ingeniería es través de un documento denominado *certificados de calidad*. Éste es un documento emitido por el fabricante con la finalidad de indicar que el producto cumple con las especificaciones bajo las cuales fueron fabricados. Habitualmente contiene la siguiente información.

- 1) Especificación(es).
- 2) Material.
- 3) Propiedades mecánicas.
- 4) Propiedades químicas.
- 5) Pruebas y ensayos realizados.
- 6) Tolerancias geométricas y dimensionales.
- 7) Otros específicos.

El *certificado de calidad* suele ser el único documento aceptado por la supervisión, como parte de su control, y por lo tanto debemos asegurarnos que todos los materiales a utilizarse cuenten con este documento. En el anexo B.2 se presenta algunos modelos de *certificado de calidad* de materiales.

Tanto las tolerancias dimensionales y geométricas vienen dadas por estándares y especificaciones técnicas aplicables y varía según el material o producto así como su uso. Para el caso de tuberías y accesorios en el anexo B.2 y B.2 se presenta tablas de tolerancias más comerciales.

La evaluación del estado superficial, consiste en verificar la presencia de *golpes*, *abolladuras* y *arañazos*, debido a un deficiente embalaje y/o transporte, que pueda afectar, de forma significativa la funcionalidad del material o componente evaluado. Habitualmente para el caso de tuberías y accesorios se suele utilizar los criterios de tolerancias dimensionales y geométricas mencionados en el párrafo anterior, con algunas particularidades como la verificación de la integridad del espesor y la magnitud de esfuerzos residuales generados producto de la deformación. La evaluación de estos puntos señalados es a través de la experiencia y criterios de buena ingeniería.

Finalmente, para evaluar el grado de corrosión de algún material, habitualmente se suele utilizar la experiencia o también se suele utilizar los criterios mencionados en los estándares del SSPC listados.

- 1) Society for Protective Coatings. (2002). *Dry Abrasive Blast Cleaning* (SSPC-VIS 1). Pittsburgh, PA: SSPC.
- 2) Society for Protective Coatings. (2000). *Standard Method of Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces* (SSPC-VIS 2). Pittsburgh, PA: SSPC.
- 3) Society for Protective Coatings. (2000). *Photographs for Steel Surfaces Prepared by Hand and Power Tool Cleaning* (SSPC-VIS 3). Pittsburgh, PA: SSPC.



Fig. 15- Recepción de tuberías.



Fig. 16- Recepción de accesorios para tuberías.

4.3.1.4- Calibración de equipos de medición

Contar con equipos y herramientas debidamente calibrados, es esencial durante las fases fabricación, montaje y puesta en servicio. Esto nos permitirá contrastar herramientas utilizadas en taller u obra y realizar verificaciones dimensionales con una absoluta garantía. Los equipos básicos con los que se debe contar son:

- 1) Flexómetro.
- 2) Nivel de mano.
- 3) Escuadras.
- 4) Vernier.

- 5) Plomada.
- 6) Galgas de comparación (gauges para soldadura y pintura).
- 7) Equipos topográficos (estación total, nivel de precisión).
- 8) Otros específicos.

La acreditación de una calibración se realiza a través de un documento denominado *certificado de calibración*. En el anexo B.3 se presenta algunos modelos de *certificado de calidad* de materiales.



Fig. 17- Goniómetro para control de biseles.



Fig. 18- Medidor EPS para verificar esp. recubrimientos.

4.3.1.5- Soldadura

La soldadura es el método de unión más utilizado en la fabricación de elementos de acero de cualquier tipo. Su conocimiento y comprensión es de absoluta necesidad. En el mundo, las organizaciones más reconocidas, en este campo, son el AWS y ASME que a través de códigos y estándares se encargan de estandarizar todos sus aspectos.

Los códigos de soldadura habitualmente empleados son.

- a) American Society Mechanical Engineers. (2013). *Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators* (ASME Boiler and Pressure Vessel Code IX). New York, NY: ASME.
- b) American Welding Society. (2010). *Structural Welding – Steel* (AWS D1.1). Miami, FL: AWS.

Como ya se mencionó, cada uno de estos códigos cubre, de forma independiente, diversos aspectos de la soldadura como:

- 1) Alcance.
- 2) Diseño.
- 3) Procedimientos.
- 4) Pruebas y ensayos.
- 5) Inspecciones.

- 6) Calificación de personal.
- 7) Calificaciones.

En cada aspecto mencionado, el código detalla los requerimientos mínimos que deben cumplirse, según sea el caso, para que la soldadura sea considerado aceptable.

Habitualmente el AWS, (2010), “*Structural Welding – Steel*”, AWS D1.1 suele ser empleado cuando se trata del soldeo de elementos estructurales tales como: columnas, vigas, arriostres, etc. y el ASME, (2013), “*Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators*”, ASME Boiler and Pressure Vessel Code IX para la soldadura de cascos, tuberías, tanques, recipientes a presión, etc. En todo caso, son los códigos de diseño específicos o el diseñador los encargados de definir la aplicabilidad de uno, otro o ambos.

El código ASME. (2010). *Process Piping* (B31.3), establece que cuando sea requerido el soldeo de tuberías y accesorios, este debe ejecutarse conforme a los requerimientos aplicables del código de soldadura ASME. Este código establece como requerimiento esencial, la elaboración de tres registros, antes de realizar, siquiera, alguna soldadura de producción o campo, estos documentos son.

- a) *Welding Procedure Specification* (WPS).
- b) *Procedure Qualification Record* (PQR).
- c) *Welding Procedure Qualification* (WPQ).

De forma resumida, estos documentos registran una serie de pasos que van desde el diseño de junta de soldadura, calificación de junta, ensayos destructivos y no destructivos, calificación de habilidad del soldador, etc.

Estos registros deben ser elaborados por personal calificado y certificado. Habitualmente suele ser realizado por un inspector certificado por la AWS.

4.3.1.5.1- Procedimientos de soldadura

Involucra la elaboración de 2 de los 3 documentos mencionados con anterioridad, estos son el PQR y WPS. Detallar paso a paso el procedimiento de elaboración de los mismos, va más allá del alcance del presente documento, solo se mencionará que tienen por objetivo demostrar la resistencia mecánica de los diseños de juntas soldadas propuestos, para las distintas condiciones de servicio a los que serán sometidos las estructuras o componentes mecánicos a lo largo de su vida útil.

Un modelo de estos documentos se presenta en los anexos B.4 y B.5 respectivamente.

4.3.1.5.2- Calificación de soldadores

Una vez elaborados y validados el PQR y WPS, es necesario demostrar la habilidad de los soldadores para ejecutar la soldadura, conforme a los parámetros establecidos por estos documentos. Describir el detalle de cada paso correspondiente al procedimiento de calificación de los soldadores va más allá del alcance del presente documento. La calificación de cada soldador es registrado en un documento denominado WPQ. Un ejemplo de estos documentos de anexa en el presente documento.

Un modelo de este documento se presenta en los anexo B.6.

4.3.2- Habilitado de piezas

Abarca el trazo y corte de materiales primarios como: planchas, perfiles, tuberías, etc. para ser transformados en piezas para la elaboración de componentes conformados. Este habilitado es realizado según la forma, dimensiones y especificaciones indicados en los planos de habilitado generados durante la ingeniería de detalle (véase ítem 4.3.1.1). Describir el método y el procedimiento de corte a emplearse, va más allá del alcance de la presente memoria.

Una verificación dimensional, pieza a pieza no es requerido en esta etapa, esto debido a que se eleva, innecesariamente, los tiempos de producción y en ocasiones ocurre que el costo de reproceso (pueden incluir soldaduras, NDT's, etc.) de una pieza resulta más elevado que la elaboración de una pieza nueva. Un aspecto que si es necesario mencionar es la preparación de bodes, extremos y superficies como: biseles, acabado superficiales, roscas, etc. que es necesario verificar antes de proceder con el armado, esto debido a que, en ocasiones, realizarlo una vez concluido el componente no es, técnicamente, viable.

Para el caso de tuberías, donde el habilitado, básicamente se centra en el corte perpendicular de tuberías rectas, solamente es necesario verificar:

- 1) *Perpendicularidad del corte* - Típicamente se asume desviaciones máximas de 1mm para diámetros de tubería menores a 2" y 3 mm para diámetros mayores.
- 2) *Preparación de biseles para soldadura* – Según WPS y especificaciones de planos de soldadura y taller aplicables.
- 3) *Preparación de roscas* - La verificación a través de galgas calibradas.



Fig. 19- Habilitado de spools de tuberías de 2".

4.3.3- Armado de componentes

Abarca el ensamble de las piezas habilitadas (ver ítem 4.3.2), según las dimensiones y especificaciones de los planos de armado de componentes. No es alcance del presente documento detallar la técnica y los procedimientos que involucra esta actividad.

Para el caso de armado de componentes tuberías es necesario verificar.

- 1) Forma, orientación.
- 2) Preparación de junta o armado de junta de soldadura conforme a especificaciones del WPS aplicable.

- 3) Colocación de arriostres o elementos que minimicen las distorsiones producto del aporte de calor generado por la soldadura.
- 4) Protección de las zonas maquinadas como: roscas, etc. que pueden producirse daños debidos a las salpicaduras y golpes de arco producir en las etapas subsecuentes.



Fig. 20- Armado de tubería de rebose.

4.3.4- Control dimensional

Realizar el control dimensional del componente, antes de proceder con el soldeo es esencial. Esto nos garantiza que el componente fabricado cumple con los requerimientos dimensionales, geométricos y superficiales de ingeniería. Este debe ser riguroso, de manera que cualquier error crítico sea evidenciado en esta etapa y no en uno posterior que derivaría en un reproceso con un evidente sobrecosto.

Un correcto control dimensional involucra mínimamente la verificación de los siguientes parámetros:

- 1) Dimensiones lineales (Largo, ancho, altura, espesor, diámetro, etc.).
- 2) Alineamiento (entre elementos de componente, entre caras, etc.).
- 3) Nivel (superficie).
- 4) Verticalidad.

Si la fabricación involucra algún proceso de mecanizado, también es necesario verificar:

- 5) Tipo de mecanizado (torneado, fresado, refrentado, roscado, etc.).
- 6) dimensiones geométricas (planitud, paralelismo, redondez, etc.).
- 7) Acabado superficial (rugosidad, etc.).

Es necesario contar con los planos de ingeniería de detalle debidamente actualizados. Todas las verificaciones dimensionales deben realizarse con herramientas y equipos debidamente calibrados y certificados (véase ítem 4.3.1.4).

Los criterios de aceptabilidad de los parámetros, antes mencionados, están dados a través de *tolerancias dimensionales* y *geométricas* que están dados por el código de diseño aplicable o por las especificaciones de ingeniería del proyecto.

El código ASME. (2010). *Process Piping* (B31.3), no se especifica tolerancia alguna por lo que va a ser necesario utilizar las especificaciones del PFI (*Pipe Fabrication Institute*) que establece tolerancias dimensionales para piezas de líneas fabricados por soldadura.

Componentes soldados:

- 1) *Tolerancias lineales* - Entiéndase que el valor "A" representa la longitud de una tubería determinada (ver figura). Para "A" igual o menor a 10 in, considerar tolerancia de $\pm 1/8$ in (3.0 mm). Para "A" entre 12 in hasta 24 in, considerar tolerancia de $\pm 3/16$ in (5.0 mm). Para "A" entre 24 in hasta 36 in, considerar tolerancia de $\pm 1/4$ in (6.0 mm). Para "A" mayores a 36" considerar una tolerancia de $\pm 1/4$ in (6.0 mm) más $\pm 1/16$ in (2.0 mm) por cada 12 in adicionales a 36 in.
- 2) *Rotación de bridas* - No debe exceder de $1/16$ in (2.0 mm), medidos entre agujeros opuestos. Ver figura 21.
- 3) *Preparación de extremos* - La desviación de la sección transversal preparada para la soldadura, no debe exceder de $1/32$ in (1.0 mm) cuando estas secciones serán parte de juntas que serán soldadas por gas inerte y $3/32$ in (3.0 mm) para los demás casos. Ver figura 21.
- 4) *Alineamiento de cara* – Ver figura 21.

Componentes roscados:

- 5) *Estados de roscas* - La verificación se realiza mediante galgas debidamente calibradas.

Líneas abajo se presenta el gráfico con las tolerancias dimensionales, establecidas por el estándar PFI, (2009). *Fabricating Tolerances*. Standard PFI ES-3 para la fabricación de líneas de tuberías por soldadura.

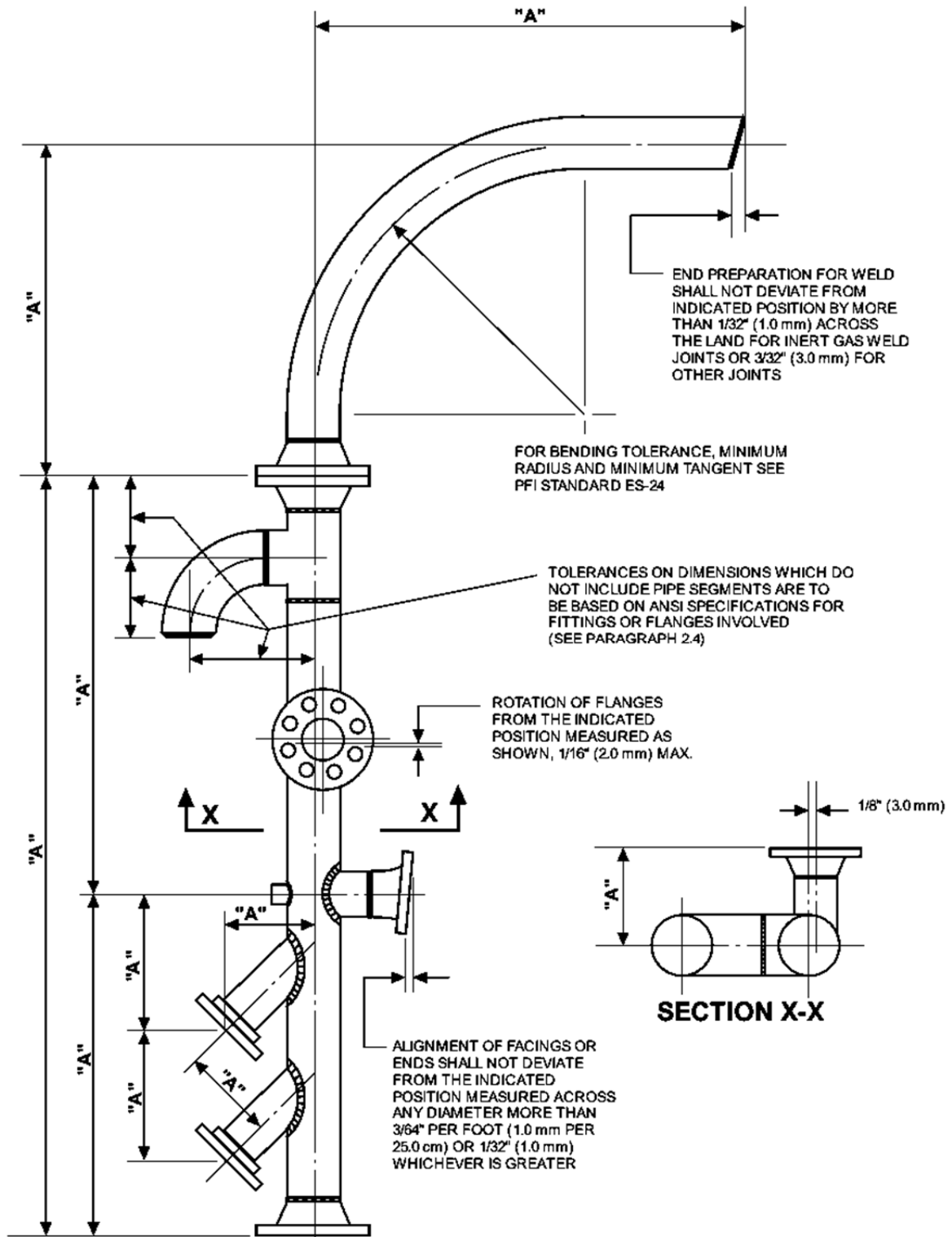


FIGURE 1
APPLICATION OF PIPE FABRICATION TOLERANCES

Fig. 21- Tolerancias dimensionales para fabricación de línea de tuberías por soldadura. Pipe Fabrication Institute. (2009). *Fabricating Tolerances* (Standard PFI ES-3). New York, NY: PFI.

4.3.5- Inspección de soldadura

Consiste en una inspección visual de la soldadura (VT). Nos permite evaluar la calidad de la soldadura ejecutada conforme a especificaciones técnicas aplicables.

Una correcta ejecución del VT se realiza a través de personal calificado y certificado, para examinar e identificar las discontinuidades y evaluarlos a través de los criterios de aceptación según sea el código de diseño aplicable. Las discontinuidades que habitualmente se observan durante la inspección visual de soldadura en tuberías se pueden resumir de la siguiente manera.

- 1) *Fisuras* – No son admisibles por los códigos de diseño.
- 2) *Socavaciones* – Admisibles dentro de las tolerancias aplicables.
- 3) *Falta de relleno* - Admisibles dentro de las tolerancias aplicables.
- 4) *Porosidades* – Admisibles dentro de las tolerancias aplicables.
- 5) *Sobremonta* – Admisibles dentro de las tolerancias aplicables.
- 6) *Incrustaciones de escoria* – Admisibles dentro de las tolerancias aplicables.
- 7) *Falta de fusión* - Admisibles dentro de las tolerancias aplicables.
- 8) *Penetración incompleta* - Admisibles dentro de las tolerancias aplicables.

La mayor limitación de la VT es que solo nos permite inspeccionar la soldadura superficialmente, es por eso que complementariamente a la inspección de soldadura, suele ser necesario una evaluación a través de Ensayos no Destructivos. (NDT's).

En el anexo A.25 de la presente memoria se adjunta la tabla criterios de aceptación para las discontinuidades de soldadura en tuberías de proceso proporcionado por el código ASME. (2010). *Process Piping* (B31.3). Estos criterios de aceptación aplican tanto para el VT como para los Ensayos No Destructivos (NDT's).

4.3.6- Ensayos no destructivos (NDT's)

Los ensayos no destructivos (en adelante NDT's) son métodos o técnicas de evaluación no destructivas, es decir, que nos permiten evaluar la presencia de discontinuidades de un determinado material sin dañarlo. Los NDT's típicamente empleados en la instalación de tuberías son: PT, RT y UT que son utilizados en la examinación del material empleado y en las uniones o soldaduras entre componentes.

- 1) *Tintes penetrantes* (PT) – Ensayo superficial relacionado con la aplicación de una sustancia penetrante seguido de un revelador, que nos permita identificar discontinuidades abiertas a la superficie presente en un material.
- 2) *Prueba radiográfica* (RT) – Ensayo volumétrico. Consiste en el uso de radiación industrial para la detección de discontinuidades presentes en un material.
- 3) *Prueba de ultrasonido* (UT) - Ensayo volumétrico. Consiste en el uso de ondas de sonido de alta frecuencia para la detección de discontinuidades presentes en un material.

No es objetivo del presente documento describir los procedimientos, métodos y técnicas utilizados en la ejecución de cada uno de los NDT's. Para mayor detalle se recomienda revisar los siguientes documentos.

- 1) ASME. (2013). *Non-destructive Examination* (ASME Boiler and Pressure Vessel Code V).
- 2) ASTM. (1999). *Standard Practice for Liquid Penetrant Examination* (ASTM E 1417).

- 3) ASTM. (2002). *Test Method for Liquid Penetrant Examination* (ASTM E 165/E 165M).
- 4) ASTM. (2002). *Guide for Radiographic Examination* (ASTM E 94/E 94M).

Habitualmente la ubicación, tipo, método, técnica, tamaño, porcentaje, etc. de los NDT's a emplearse vienen indicados en las especificaciones de la ingeniería.

Los criterios de aceptación presentadas en el anexo A.25 también aplican para para la evaluación de las discontinuidades observadas por NDT's.



Fig. 22- Aplicación de PT a juntas sold. de tuberías.



Fig. 23- Aplicación de PT a juntas sold. de tuberías.

4.3.7- Preparación superficial y acabado

Concluida la soldadura en condiciones aceptables. Los componentes abandonan el área de soldeo para seguir con la siguiente etapa de fabricación: el pintado. Esta etapa abarca dos fases.

- a) preparación superficial.
- b) aplicación de pintura o acabado.

La *Society for Protective Coatings*, en adelante SSPC, define como preparación superficial, cuando una superficie, vista sin ningún método de magnificación, se encuentra libre de *aceites, grasas, polvos, suciedad, cascarilla de laminación, moho, pintura, óxidos* o cualquier otro agente contaminante.

El SPCC publica varios estándares, especificaciones, prácticas recomendadas, manuales, etc. para indicar el método y método de preparación superficial. A continuación se listan aquellos que habitualmente son aplicados.

- 1) The Society for Protective Coatings. (2000). *White Metal Blast Cleaning* (Joint Surface Preparation Standard, SSPC SP 5). Pittsburg, PA: SSPC.
- 2) The Society for Protective Coatings. (2000). *Commercial Blast Cleaning* (Joint Surface Preparation Standard, SSPC SP 6). Pittsburg, PA: SSPC.
- 3) The Society for Protective Coatings. (2000). *Near-White Blast Cleaning* (Joint Surface Preparation Standard, SSPC SP 10). Pittsburg, PA: SSPC.

Estos documentos estandarizan varios aspectos de la preparación superficial, tales como: definiciones, grado de preparación superficial, nivel de limpieza de los materiales abrasivos, inspección, métodos de limpieza y operación.

Además de los estándares arriba mencionados, existen especificaciones tales como: SSPC-SP 1, SSPC-SP 2, SSPC-SP 3, SSPC-SP 11, SSPC-AB 1, SSPC-AB 2, SSPC-AB 3, etc. que cubren diversos aspectos de la preparación superficial. No es objetivo de la presente memoria detallar cada uno de estos.

Habitualmente es el usuario o el fabricante del recubrimiento a aplicarse quien debe especificar el estándar y especificaciones de preparación superficial aplicables.

Para una correcta preparación superficial es necesario considerar mínimamente los siguientes aspectos.

- 1) El método de preparación superficial (*Arenado y granallado*).
- 2) La superficie debe encontrarse libre de contaminantes como: *grasas, polvo, cascarilla de laminación*.
- 3) Existe una cierta tolerancia respecto al grado de preparación superficial, según sea la especificación aplicable, por ejemplo el SP 6 limita esta tolerancia a un 33% por unidad de área pero solo para sombras ligeras o trazas leves debido al óxido profundo, cascarilla de laminación o recubrimientos aplicados con anterioridad.
- 4) El perfil de anclaje de la superficie (rugosidad) debe ser especificado por el cliente o fabricante del recubrimiento a aplicarse. Perfiles con valores desde 1.2 a 2.5 mils normalmente son aceptables. Perfiles con un valor menor no generan buena adherencia de la pintura y valores mayores elevan el consumo de la pintura.
- 5) La preparación superficial puede realizarse por cualquiera de los dos métodos de abrasión mencionados.
- 6) El aire utilizado debe estar libre de contaminantes.
- 7) El material abrasivo a utilizarse debe estar seco y libre de contaminantes como: grasas, aceites, etc. y cumplir con las especificaciones SSPC-AB 1, SSPC-AB 2 y SSPC-AB 3.
- 8) El porcentaje de sombras admisible.



Fig. 24- Preparación superficial de tuberías.



Fig. 25- Preparación superficial de tuberías.

De forma similar a la preparación superficial, el SPCC también abarca a la aplicación de recubrimientos a través del estándar.

- 1) The Society for Protective Coatings. (2004). *Measurement of Dry Coating Thickness with Magnetic Gages* (Joint Surface Preparation Standard, SSPC-PA 2). Pittsburg, PA: SSPC.

Para una correcta aplicación del recubrimiento, es necesario considerar mínimamente los siguientes aspectos.

- 1) Adecuado perfil de anclaje (véase preparación superficial).
- 2) La superficie debe encontrarse libre de contaminantes.
- 3) El método y número de aplicaciones debe ser seleccionado de acuerdo los requerimientos de espesor de película seca (EPS) requerido y según las características del recubrimiento a aplicarse. Para mayor detalle se recomienda consultar con el fabricante
- 4) Seguir las recomendaciones del fabricante.
- 5) Utilizar equipos de medición EPS debidamente calibrados.

No es objetivo de la presente memoria, describir los detalles técnicos de la aplicación del recubrimiento.

Al igual que la preparación superficial, el sistema de pintura más adecuado suele ser especificado por el fabricante de la pintura a través de las especificaciones del proyecto.

4.3.8- Embalaje y despacho a obra

Un aspecto final muy importante es el despacho de los componentes fabricados a obra, un correcto embalaje puede evitar el daño de un componente que pueda desencadenar retrasos y reprocesos. Este embalaje debe realizarse considerando mínimamente los siguientes criterios.

- 1) Zonas con acabado mecanizado debe ser necesariamente protegidos.
- 2) Los extremos roscados deben ser protegidos en toda la longitud de la rosca. Los hilos de la rosca deben encontrarse libres de cualquier residuo de pintura.
- 3) Los extremos bridados también deben ser protegidos, la cara que va en contacto con la empaquetadura debe encontrarse libre de pintura, salpicaduras o cualquier otro *elemento extraño*.
- 4) *Bordes filosos* también deben protegerse para evitar el daño hacia el personal u a otros componentes.
- 5) El carguío de los componentes debe realizarse de manera ordenada y que los componentes se encuentren firmemente asegurados.



Fig. 26- Embalaje de componentes de tuberías fabricados.

4.4- MONTAJE

Etapa subsecuente a la fabricación, comprende todas aquellas actividades realizadas en obra no es objetivo del presente memoria, desarrollar, a detalle, cada una las etapas que abarca esta fase. A continuación se presentará un breve resumen con los aspectos más relevantes que se deben tener en cuenta.

4.4.1- Actividades preliminares

4.4.1.1- Ingeniería en obra

También conocida como *ingeniería de acompañamiento*, tiene el objetivo proponer los replanteos de las posibles interferencias e incoherencias que puedan presentarse en el transcurso de la ejecución del montaje, además de mantener la información de ingeniería actualizada a través de revisiones y elaboración de planos *As Built*. Todos los replanteos deben realizarse en coordinación con la supervisión del cliente.

4.4.1.2- Verificación de obras preliminares

Entiéndase por obras preliminares, todas aquellas ejecutadas por las disciplinas predecesoras como: movimiento de tierras, obras civiles, estructurales, etc. que puedan tener algún impacto directo sobre las actividades de montaje. También podemos incluir en esto a las instalaciones existentes, en caso se trate de alguna modificación o modernización de planta. Es absolutamente necesario, que antes de iniciar con las actividades de montaje, cerciorarse que estas instalaciones se encuentren conforme a los planos de ingeniería. De encontrarse incoherencias, será necesario evaluar, conjuntamente con el supervisión del cliente, el impacto y proponer una solución alternativa.

Prioritariamente se debe verificar los siguientes puntos:

- 1) Ubicación, coordenadas.
- 2) Niveles y elevaciones.
- 3) Ejes.
- 4) Verticalidad.
- 5) Dimensiones.

Se debe contar herramientas adecuadas y equipos de medición debidamente calibrados así como con personal competente.

4.4.1.3- Inspección de equipos y accesorios

Otro aspecto importante es la inspección de equipos mecánicos, accesorios, etc. suministrados por el cliente. En muchos casos suele ocurrir presentar defecto de fábrica o algún daño producto del incorrecto almacenaje y/o transporte. En algunos casos también suele ocurrir que el equipo no coincide con las especificaciones técnicas mencionadas en los planos de ingeniería, por eso es necesario realizar pruebas. En caso se detecte algún desperfecto informar inmediatamente al supervisor designado y proponer una solución alternativa.

Principalmente se debe verificar:

- a) Documentarios (Packing list, datasheet, manual de usuario).
- b) Marca, modelo y serie.
- c) Potencia.
- d) RPM.
- e) Sentido de giro.
- f) Peso.
- g) Dimensiones.
- h) Estado de almacenamiento.



Fig. 27- Inspección de equipos y accesorios.



Fig. 28- Inspección de unidad de bombeo.

4.4.2- Equipos

4.4.2.1- Requerimientos generales

Describir todos los aspectos que involucran la instalación de equipos es imposible, debido a que, estos, varían según sea el tipo equipo y las condiciones particulares de instalación y operación de equipo. En este ítem nos limitaremos únicamente a considerar aquellos aspectos que afectan de manera significativa al equipo. Estos se pueden clasificar en dos categorías.

4.4.2.1.1- Especificaciones de ingeniería

Habitualmente la *ingeniería básica* del proyecto, es la encargada de proporcionar estas especificaciones, que se relacionan con dimensiones, ejes, niveles, orientación y coordenadas. Estas especificaciones son seleccionadas por el diseñador tomando en cuenta los criterios del fabricante del equipo y las condiciones de la planta. El trazo y replanteo de los ejes de equipos, así como la orientación, debe realizarse según esta ingeniería.

4.4.2.1.2- Especificaciones de fabricante

Son proporcionadas por el fabricante del equipo y están relacionadas con aspectos puntuales del mismo. Habitualmente suelen presentarse en el *Manual de instalación y operación del equipo*. Estos pueden ser:

- 1) *Tolerancias dimensionales y geométricas* de instalación (Nivelación, verticalidad, alineamiento, planitud, etc.).
- 2) Calidad de pernos, ajuste y torqueo.
- 3) Tipo de anclaje.
- 4) Tipo de lubricante.
- 5) Temperatura de operación.
- 6) Vibraciones (véase puesta en servicio).
- 7) Otros.

En algunos casos suele ocurrir una incongruencia entre las especificaciones de ingeniería y del fabricante,, en estos casos es necesario replantear la ingeniería tomando, siempre, en cuenta los criterios del fabricante, previa aprobación de la supervisión.

4.4.2.1.3- Tolerancias de instalación

No existe un sistema de tolerancias estandarizado para todos equipos, habitualmente, en condiciones críticas que afectan su correcta operación, es proporcionado por el fabricante.

En casos, donde alguna tolerancia de montaje sea requerido y no se encuentre especificado por el fabricante, este debe reducirse al mínimo posible.

4.4.2.2- Tanques de almacenamiento

Una correcta instalación de cualquier de tanque prefabricado, mínimamente, involucra la ejecución de las siguientes actividades.

- 1) Trazo y replanteo topográfico de los ejes y coordenadas, en la ubicación del tanque, según la *ingeniería básica*.
- 2) Determinar, dimensiones, peso estimado y centro de gravedad. Selección de grúa de izaje.
- 3) Verificación, *in situ*, de maniobras de izaje (verticalización, traslación y rotación) requeridas. Elaboración de un plan.
- 4) Ejecución de la las maniobras.
- 5) Verificación de ubicación, orientación de boquillas y anclajes.
- 6) Colocación de anclajes y grouteo.
- 7) Rotulado e identificación.

En la instalación de los tanques en *facilidades Linga*, se estimó el peso de cada tanque de 831 *kg* y con las siguientes boquillas (Véase anexo D).

- a) Boquilla de conexión, 6”.
- b) Boquilla de llenado, 3”.
- c) Boquilla de rebose, 3”.
- d) Boquilla de descarga, 2”.

Una ventaja importante del tanque seleccionado, que nos facilita su instalación, es que las boquillas no vienen instaladas de fábrica, sino estos deben ser instalados en campo según su ubicación y los requerimientos de ingeniería. Los accesorios necesarios, son subministrados por el fabricante y que pueden ser, fácilmente, instalados posteriormente, conjuntamente, con las tuberías. Tomando en cuenta este aspecto, una orientación precisa de cada una de las boquillas no es requerida. El tanque seleccionado, no considera sistema de anclaje alguno.



Fig. 29- Instalación de tanques de almacenamiento en *facilidades Linga*.

4.4.2.3- Unidades de bombeo

La correcta instalación de las *unidades de bombeo*, mínimamente, involucra la ejecución de las siguientes actividades.

- 1) Trazo y replanteo topográfico de los ejes y coordenadas según planos de ingeniería.
- 2) Instalación de los anclajes químicos, según las especificaciones aplicables.
- 3) Colocación de las *unidades de bombeo* según planos de ingeniería.
- 4) Nivelación de las *unidades de bombeo* (bastidor, brida de ingreso y salida).
- 5) Ajuste manual de los pernos de anclaje.
- 6) Ajuste y torqueo de pernos de las bridas de conexión.
- 7) Grouteo final (epóxico o cementicio).
- 8) Rotulado e identificación.

En algunos casos, según el peso y/o volumen del equipo se puede requerir equipos de izaje. En estos casos es necesario desarrollar un *plan de izaje* y realizar el cálculo de los elementos de izaje y del *centro de gravedad* del equipo para su correcto estrobo. Se recomienda consultar los *manuales de instalación del fabricante* referente a este punto, para evitar dañar el equipo.

En la instalación de los *unidades de bombeo* en *facilidades Linga*, el peso unitario fue 175 kg. La instalación se realizó de manera manual.



Fig. 30- Ajuste y torqueo de las unidades de bombeo.

4.4.2.4- Tanques hidroneumáticos

La correcta instalación de los *tanques hidroneumáticos*, involucra la ejecución de las siguientes actividades.

- 1) Trazo y replanteo topográfico de los ejes y coordenadas según planos de ingeniería.
- 2) Instalación de los anclajes químicos, según las especificaciones aplicables.

- 3) Colocación de los *tanques hidroneumáticos* según planos de ingeniería.
- 4) Nivelación y verticalidad de los *tanques hidroneumáticos*.
- 5) Ajuste manual de los pernos de anclaje.
- 6) Ajuste de las uniones de conexión.
- 7) Grouteo final (si aplica).
- 8) Rotulado e identificación.

En la instalación de los *tanques hidroneumáticos* en *facilidades Linga*, el peso unitario fue 75 kg. La instalación se realizó de manera manual.



Fig. 31- Instalación de los tanques hidroneumáticos.

4.4.3- Tuberías

4.4.3.1- Anclajes y soportes

Los anclajes y soportes para tuberías, debe fabricarse e instalarse de acuerdo a las especificaciones técnicas y planos de *ingeniería básica* (véase anexo D) considerando, como mínimo, los siguientes aspectos.

- 1) Deben ser fabricados conforme a los requerimientos dimensionales de los planos de ingeniería (véase anexo D).
- 2) Deben ser firmemente instalados y con los elementos de sujeción tales como: abrazaderas, correas, pernos, etc. adecuados, de manera que el movimiento de las tuberías quede limitado.
- 3) No corregir desalineamientos de las tuberías a través de los soportes. Estas condiciones de servicio, crean en las tuberías esfuerzos adicionales que reducen, considerablemente, su resistencia mecánica.

- 4) Si durante la instalación y puesta en marcha, se observa zonas donde las tuberías presentan un grado de movilidad excesivo, se puede proceder a instalar soportes adicionales previa aprobación de la supervisión del cliente y considerando las posibles interferencias con la operación de algunas válvulas.

4.4.3.2- Líneas de *baja presión*

También conocidas como *líneas de succión*. Comprende desde la salida de los tanques hasta la bridas de succión de las bombas centrífugas (véase planos de anexo D). La instalación debe realizarse considerando, como mínimo, los siguientes criterios.

- 1) Los tramos de línea deben ser fabricados conforme a las requerimientos dimensionales y tolerancias de los planos de ingeniería (véase anexo D) y especificaciones aplicables.
- 2) Las uniones bridadas y roscadas deben cumplir con las buenas prácticas de instalación, de manera que garanticen su hermeticidad.
- 3) Los pernos en uniones bridadas deben ser ajustados y torquados según las especificaciones técnicas aplicables. Considerar ajuste cruzado y reducción de torque, según características de la empaquetadura.
- 4) Evitar corregir desalineamientos en las uniones de las tuberías y accesorios a través de los soportes.
- 5) Todas las líneas de *baja presión* cumplir los requerimientos de la *prueba de presión* (véase anexo 5.3.2.2).

4.4.3.3- Líneas de *alta presión*

También conocidas como *líneas de descarga*. Comprende desde la brida de descarga de las bombas centrífugas hasta el manifold descarga (véase planos de anexo D). La instalación debe realizarse considerando, como mínimo, los siguientes criterios.

- 1) Los tramos de línea deben ser fabricados conforme a las requerimientos dimensionales y tolerancias de los planos de ingeniería (véase anexo D) y especificaciones aplicables.
- 2) Las uniones bridadas y roscadas deben cumplir con las buenas prácticas de instalación, de manera que garanticen su hermeticidad.
- 3) Los pernos en uniones bridadas deben ser ajustados y torquados según las especificaciones técnicas aplicables. Considerar ajuste cruzado y reducción de torque, según características de la empaquetadura.
- 4) Evitar corregir desalineamientos en las uniones de las tuberías y accesorios a través de los soportes.
- 5) Todas las líneas de *baja presión* cumplir los requerimientos de la *prueba de presión* (véase anexo 5.3.2.2).

Las líneas sanitarias de PVC no son consideradas como *líneas de alta presión*.



Fig. 32- Líneas de alta presión facilidades Linga.

4.4.3.4- Líneas complementarias

Son líneas de tuberías auxiliares que no forman parte del sistema de bombeo, pero que son indispensables para la operación y mantenimiento del sistema. Estas líneas deben cumplir los mismos requerimientos básicos de instalación descritos para las líneas de baja presión (véase ítem 4.4.3.2).

En *facilidades Linga*, se identificaron, como complementarias, las siguientes líneas.

- 1) Línea de alimentación o llenado de tanques de almacenamiento.
- 2) Líneas de purga.
- 3) Líneas de rebose.
- 4) Líneas intermedias.



Fig. 33- Líneas complementarias tanques almacenamiento.



Fig. 34- Líneas complementarias tanques almacenamiento.

4.5- ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

4.5.1- Código de colores, señalética y rotulación

La señalética y rotulación de las tuberías y equipos debe ser realizada conforme a los planos de ingeniería (véase anexo D), considerando los siguientes aspectos.

- a) *Colores* – Aplicable a tuberías (según el estándar de colores nacionales y aprobados por la supervisión del cliente).
- b) *Sentido de flujo* – Aplicable a tuberías.
- c) *Código o tag* – Aplicable a equipos y tuberías (color, tamaño y fuente de letra deben ser fácilmente legibles).

Un color estandarizado para las tuberías, así como un correcto rotulado, nos permite identificar el fluido, tuberías, válvulas y equipos con facilidad durante las actividades de operación y mantenimiento.



Fig. 35- Rotulado de equipos y tuberías en *facilidades Linga*.

4.5.2- Fuerza, control y lógica

Parte fundamental del funcionamiento del *sistema hidroneumático*. La descripción a detalle de cada uno de los aspectos de este tema, no forma parte del alcance de la presente memoria. Nos limitaremos a presentar los circuitos básicos que requieren ser instalados para la operación de la planta.

- 1) Circuito de fuerza, desde sala eléctrica a tablero de control y unidades de bombeo.
- 2) Circuito de encendido y apagado manual, desde tablero de control a unidades de bombeo.
- 3) Circuito de encendido y apagado automático, desde presostato a tablero de control.
- 4) Circuito de nivel bajo, desde tablero de control a tanques de almacenamiento.

4.6- GLOSARIO DE TERMINOS

As Built: Actualización de los planos de ingeniería que incluyen los replanteos realizados durante la fase de construcción o instalación.

Datasheet: Ficha técnica del equipo o producto.

EPS: Espesor de película seca.

Metrado: Elaboración de la lista de materiales y equipos requeridos.

Mils: Unidad de medición de aplicación de recubrimiento. Se define la unidad como la milésima parte de una pulgada.

Packing list: Listado de materiales y equipos enviados por el proveedor.

Rigger plan: Procedimiento escrito y detallado de maniobras de izajes de cargas.

Spool: Segmentos rectos de líneas de tubería de extremos bridados o roscados.

Tag: Código único de un equipo, línea de tubería, etc.

4.7- REFERENCIAS

American Society Mechanical Engineers. (2010). *Process Piping* (B31.3). New York, NY: ASME.

American Society Mechanical Engineers. (2013). *Qualification Standard for Welding, Brazing, and Fusing Procedures; Welders; Brazers; and Welding, Brazing, and Fusing Operators* (ASME Boiler and Pressure Vessel Code IX). New York, NY: ASME.

American Welding Society. (2010). *Structural Welding – Steel* (AWS D1.1). Miami, FL: AWS.

Pipe Fabrication Institute. (2009). *Fabricating Tolerances* (Standard PFI ES-3). New York, NY: PFI.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Líneas Principales de Agua* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-10-007-Rev.1). Arequipa, Perú: SMCV.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Shop Fabrication of Metallic Piping* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-50-002 Rev.0). Arequipa, Perú: SMCV.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Installation of Mechanical Equipment* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-55-001 Rev.1). Arequipa, Perú: SMCV.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Paint Specification* (Project N° PSP108, specification N° C-ES-55-003 Rev.3). Arequipa, Perú: SMCV.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2006). *Piping Supports* (Project N° PSP108, specification N° C-SP-50-005 Rev.1). Arequipa, Perú: SMCV.

Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Piping Pressure Testing, Construction* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-50-010 Rev.0). Arequipa, Perú: SMCV.

The Society for Protective Coatings. (2000). *White Metal Blast Cleaning* (Joint Surface Preparation Standard, SSPC SP 5). Pittsburg, PA: SSPC.

The Society for Protective Coatings. (2000). *Commercial Blast Cleaning* (Joint Surface Preparation Standard, SSPC SP 6). Pittsburg, PA: SSPC.

The Society for Protective Coatings. (2000). *Near-White Blast Cleaning* (Joint Surface Preparation Standard, SSPC SP 10). Pittsburg, PA: SSPC.

The Society for Protective Coatings. (2004). *Measurement of Dry Coating Thickness with Magnetic Gages* (Joint Surface Preparation Standard, SSPC-PA 2). Pittsburg, PA: SSPC.

CAPÍTULO 5 - PUESTA EN SERVICIO

5.1- RESUMEN

También denominado *puesta en marcha, comisionamiento*. Es la etapa final de un proyecto, consiste en arrancar, de manera progresiva, la planta construida hasta alcanzar la capacidad instalada o las condiciones de diseño definidos por la ingeniería. Es de carácter multidisciplinario, requiere la colaboración y coordinación permanente de las áreas y disciplinas involucradas. Describir los detalles y alcances de esta interrelación va más allá del alcance de esta memoria y nos limitaremos a las actividades relacionadas con las disciplinas de mecánica y tuberías.

La puesta en marcha es una etapa compleja que comprende varias fases interrelacionadas. Estas pueden ser agrupadas en dos categorías.

Las *actividades preliminares*, que abarcan a todas aquellas necesarias para garantizar una correcta entrada en operación de los equipos, mecanismos, sistema de tuberías, elementos auxiliares, etc. Básicamente abarcan todas aquellas actividades relacionadas con la limpieza, pruebas preliminares, verificación de parámetros como: lubricación, cebado, alineamiento, sentido de rotación, ajuste de pernos, seteo de la instrumentación, etc.

El *arranque y pruebas*, comprende el arranque de los equipos de manera ordenada y secuencial, siguiendo el sentido de operación de la planta. Habitualmente la entrada en servicio de la planta se inicia con el arranque en vacío de los equipos, para ir, progresivamente, ingresando la carga hasta llegar a la capacidad instalada.

El tiempo de duración de las pruebas es variable y depende en gran medida de la complejidad de la planta, de los equipos y los requerimientos de ingeniería y el cliente. Habitualmente estas pruebas suelen tomar varias semanas, meses o incluso puede llegar al año.

La función de la puesta en servicio es poner a prueba la ingeniería de la planta. En ocasiones es necesario realizar algunos ajustes o correcciones para considerar algunos aspectos que no pudieron proveerse durante la fase de diseño.

5.2- CONSIDERACIONES GENERALES

Durante todas las etapas que comprende la puesta en marcha, es necesario tener en cuenta algunas consideraciones generales antes de realizar cualquier actividad.

- 1) Coordinación permanente con todas las disciplinas relacionadas durante todas las fases de prueba de los equipos.
- 2) Seguir las consideraciones de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente según sean aplicables establecidos por el cliente.
- 3) Seguir los procedimientos de arranque establecidos por el fabricante y por el cliente.
- 4) Realizar las mediciones con instrumentos calibrados.
- 5) Supervisión permanente de las pruebas realizadas y registro de los resultados.
- 6) Para actividades críticas y según sea necesario, presencia permanente de la supervisión del cliente y/o usuario.
- 7) Según la complejidad del arranque de los equipos y por cuestiones de garantía, puede requerirse la presencia de un representante del fabricante.

5.3- ACTIVIDADES PRELIMINARES

5.3.1- Equipos

A pesar de tratarse de equipos nuevos, es necesario, siempre, verificar algunos puntos clave antes de poner en marcha los equipos. Estas verificaciones mínimamente deben incluir:

- 1) Estado de los anclajes.
- 2) Estado del acoplamiento.
- 3) Estado de guardas.
- 4) Alineamiento.
- 5) Engrase de los rodamientos.
- 6) Limpieza general.

5.3.1.1- Verificación de alineamiento

La configuración bomba-motor, para potencias regularmente medianas a pequeñas, habitualmente vienen instalados, acoplados y alineados, de fábrica, sobre un bastidor metálico denominado en conjunto, unidad de bombeo. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que sin importar la rigidez del bastidor, el ajuste de los pernos, etc. un desplazamiento del motor, bomba o ambos, como consecuencia del transporte o almacenaje es posible. En consecuencia, no existen garantías de que se conserve el alineamiento de fábrica. Un desalineamiento fuera de tolerancias aceptables, acrecienta significativamente las vibraciones mecánicas y desgasta prematuramente los rodamientos, sellos, etc. reduciendo la vida útil del equipo. Es

por ese motivo, que es necesario verificarlo, una vez instalada la unidad de bombeo y antes de ponerlo en marcha.

Las tolerancias de alineamiento dependen fundamentalmente del tipo de acoplamiento, existen en el mercado, una gran variedad de tipos de acoplamiento, pero se pueden reducir a tres configuraciones básicas habitualmente utilizadas: Acoplamiento flexible, por fajas y tipo cardán o de eje flotante. Entrar en detalles de tipos, selección, ventajas y desventajas de uno u otro acoplamiento va más allá del alcance de esta memoria.

Habitualmente el fabricante del equipo o del acoplamiento, presenta un resumen de las tolerancias de alineamiento aceptables según el modelo de la unidad de bombeo y tipo de acoplamiento utilizado.

Para las unidades de bombeo instaladas en *facilidades Linga*, (unidades de bombeo *Hidrostral*, véase ítem 3.7.2), las tolerancias habitualmente aceptables son.

- a) Tipo de acoplamiento: *Rejilla tipo Falk*
- b) Gap: $1/8$ in
- c) Paralelo: $\Delta 0.25$ mm
- d) Angular: $\Delta 0.15$ mm

Otro aspecto importante son los tipos y las condiciones de los equipos utilizados para la verificación del alineamiento. Habitualmente se suele usar relojes comparadores o también equipos de alineamiento láser, según sea la precisión que se desea obtener. Siempre se recomienda, antes de cualquier medición, cerciorarse que los equipos se encuentren operativos y calibrados para obtener lecturas fiables.



Fig. 36- Verificación de alineamiento de las unidades de bombeo de *facilidades Linga*.

5.3.1.2- Engrase de rodamientos

Verificar el engrase de los cojinetes y rodamientos, antes de poner en marcha un equipo, es esencial para una correcta operación. Habitualmente las unidades de bombeo vienen engrasados de fábrica, pero por el tiempo transcurrido y las condiciones de almacenaje esto puede llegar a variar. La selección de la tipo, calidad y cantidad de grasa a utilizarse, varía de acuerdo a múltiples parámetros como el equipo, modelo de cojinete, rodamientos, temperatura de operación, rpm, etc. En resumen es el fabricante del equipo o en tal caso el rodamiento, quien debe indicar estas especificaciones.

Para sus unidades de bombeo seleccionados, *Hidrostral* recomienda usar:

- a) Tipo de grasa: Grasas de uso general
- b) Viscosidad: $120 \text{ mm}^2/\text{s} @ 40^\circ\text{C}$.
- c) Cantidad: Véase tabla 13.

Un aspecto que es necesario recordar es utilizar solo la cantidad de grasa recomendada según el tipo de rodamiento, una cantidad excesiva de grasa puede originar un sobrecalentamiento y reducir su vida útil.

SOPORTE DE RODAMIENTOS	BOMBAS CON PRENSAESTOPA	BOMBAS CON SELLO MECANICO	CANTIDAD DE GRASA	
	05 Empaquetaduras c/u de	Medida del sello	LADO BOMBA	LADO MOTOR
C300	-----	1 1/8"	10	15
D385	5/16" x 140 mm	1 1/8"	10	15
D500	3/8" X 200 mm	2"	15	30
E500	3/8" X 200 mm	2"	15	30
E530	3/8" X 230 mm	2 1/2"	15	30
F530	3/8" X 230 mm	2 1/2"	15	30
H670	3/8" X 230 mm	2 1/2"	25	30
H670 Cono 63*	3/8" X 285 mm	2 1/2"	25	30
H750	3/8" X 285 mm	3 1/8"	50	30

Tabla 14-Cantidad de grasa que debe aplicarse en la lubricación (gr.), número de empaquetaduras y medida de sellos. Hidrostral SA. (2015). *Manual de Usuario, Instalación, Operación y Mantenimiento* (Catálogo I – Versión G). Lima, Perú: HIDROSTAL.



Fig. 37- Engrase de rodamientos de bombas centrífugas.



Fig. 38- Engrase de rodamientos.

5.3.1.3- Seteo tanques hidroneumáticos

Según sea la marca, modelo y capacidad del tanque hidroneumático seleccionado, estos vienen de fábrica, con una presión de precarga que es necesario regular o *setear* hasta la *presión de operación* del sistema. Esta regulación se realiza, según el *volumen útil requerido* (véase ítem 4.4.2.4).

En *facilidades Linga*, para tanques hidroneumáticos seleccionados, *Champion*, el rango de presión de operación recomendada es:

- a) Rango de presión de trabajo del equipo hidroneumático: 38 – 50 *PSI*

b) Presión mínima de seteo de equipo hidroneumático: 38 *PSI*

La verificación de la presión debe ser realizada mediante algún medidor de presión certificado para obtener valores fiables.



Fig. 39- Seteo de tanques hidroneumáticos.



Fig. 40- Seteo de tanques hidroneumáticos.

5.3.1.4- Seteo de presostato

El presostato es un dispositivo mecánico-eléctrico que nos permitirá arrancar la unidad de bombeo, cuando la presión del sistema baje por debajo de un valor mínimo preestablecido o detener la unidad de bombeo cuando la presión del sistema alcance un valor máximo preestablecido.

Antes de poner en marcha la unidad de bombeo, es necesario *setear* el presostato. En *facilidades Linga*, el presostato debe ser *seteado* a:

Presión min. del sistema = 38 PSI

Presión máx. del sistema = 50 PSI

5.3.2- Tuberías

5.3.2.1- Limpieza de tuberías

Un procedimiento habitual, cuando se trata de instalación de tuberías es la limpieza con aire a presión, *flushing* en inglés. Consiste en el soplado de la línea completa o por tramos, con la finalidad de retirar algún material extraño o restos que pudieran haber quedado atrapados, producto de la soldadura o montaje y que durante el funcionamiento puedan ocasionar un bloqueo total o parcial del flujo o dañar algún accesorio o instrumentación sensible.

La presión del aire debe ser lo suficientemente alta como para suspender todos estos materiales y expulsarlos. No existe un método adecuado para estimar la presión requerida, debido a que depende de múltiples factores como: ruteo, diámetro, accesorios, etc. Pero la experiencia ha demostrado que una presión alrededor de 100 *PSI* a 160 *PSI*, aplicada de forma repetitiva, suele ser más que suficiente para NPS menores a 4 y ruteos relativamente sencillos. No es alcance del documento, detallar el método y el procedimiento de esta actividad.

La limpieza adquiere gran importancia cuando se trata de líneas primarias como: succión e impulsión debido a su criticidad. Cuando se trata de líneas complementarias como: venteo, rebose, retorno y limpieza no es muy relevante. Una inspección adecuada durante el montaje, suele ser más que suficiente.



Fig. 41- Flushing de tuberías.



Fig. 42- Flushing limpieza de tuberías.

5.3.2.2- Prueba de presión

Con la finalidad de garantizar la correcta instalación, así como la hermeticidad de las líneas de tuberías, es necesario someterlas a una prueba con una presión mayor a la *presión de operación* o de servicio.

El código ASME. (2010). *Process Piping* (B31.3), establece que la presión de prueba debe calcularse mediante los siguientes criterios:

- La *presión de prueba* no debe ser menor a 1.5 veces la *presión de diseño*.
- Establece una ecuación para el cálculo de la *presión de prueba*.

$$P_T = 1.5PR_r$$

Dónde:

- P_T : Mínima presión manométrica de prueba.
 P : Presión manométrica interna o de diseño.
 R_r : Relación entre S/S_T , para tuberías o componentes sin clase establecido, pero no debe exceder de 6.5.
Relación entre clase del componente y la temperatura de prueba, pero no debe exceder de 6.5.
 S : Esfuerzo permisible en el componente a la *temperatura de diseño*.
 S_T : Esfuerzo permisible a la *temperatura de prueba*.

Para sistemas donde la temperatura de diseño, prueba y operación son relativamente similares, la relación S/S_T adquiere un valor aproximado de 1.

Así mismo, establece que la presión debe ser incrementada gradualmente hasta alcanzar la *presión de prueba* y mantenerse por un período no menor a 15 minutos.

Estas pruebas habitualmente son realizadas por tramos y se priorizan las líneas de impulsión y succión próximas a la unidades de bombeo.



Fig. 43- Prueba de presión en tuberías.



Fig. 44- Prueba de presión de tuberías.

5.4- PRUEBAS

Concluida las actividades preliminares, sigue el proceso de arranque y pruebas, donde se inicia con el arranque progresivo y secuencial de los equipos de la planta.

5.4.1- Llenado de tanques de almacenamiento

Consiste en el llenado, solamente, de los tanques de almacenamiento hasta la máxima capacidad disponible, por lo que todo estos deben ser aislados del resto del sistema. Según sea el volumen requerido, el llenado, se realiza de manera progresiva y se desarrolla paralelamente con la prueba de estanqueidad. A cualquier evidencia de una fuga, que no pueda ser controlado, debe ser suspendido. El fluido a utilizarse puede ser el mismo fluido de trabajo o simplemente agua, pero que cumpla con los requerimientos de calidad necesarios para evitar dañar y/o contaminar las líneas y equipos existentes *aguas abajo*. Por disponibilidad y por cuestiones económicas habitualmente suele optarse por utilizar agua.

En *facilidades Linga*, la *máxima capacidad* para cada tanque de almacenamiento es (véase ítem 3.7.2).

$$NtWCV = 19434.32 \text{ lts}$$

Contamos con llenar los 2 tanques existentes, por lo tanto el volumen total requerido de agua es.

$$38868.64 \text{ lts}$$

48349.12 lts

El llenado de los tanques se realizó secuencialmente, a través de tanques cisterna de 5000 Lts de capacidad.

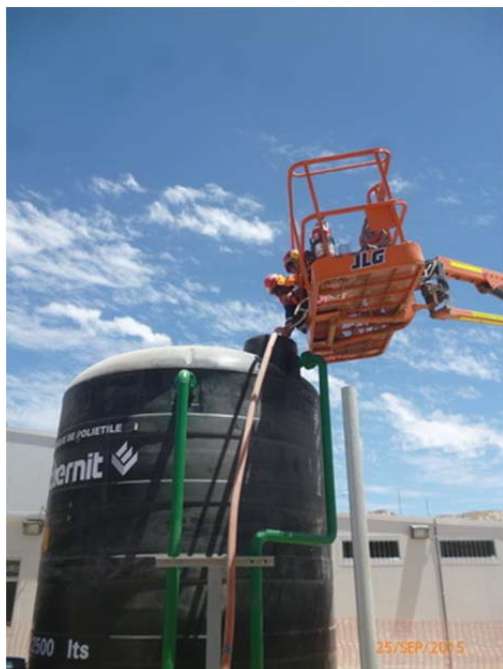


Fig. 45- Llenado de tanque de almacenamiento.



Fig. 46- Llenado de tanque de almacenamiento.

5.4.2- Prueba de estanqueidad (Hidrostática)

También denominada prueba hidrostática. Nos ayudará a determinar la hermeticidad del tanque de almacenamiento y de las conexiones en las boquillas, así como ubicar las posibles fugas existentes debido a una incorrecta instalación o defecto de algún componente o accesorio. La prueba se realiza con la máxima capacidad de almacenamiento del tanque. Habitualmente, suele durar un período de 24 a 48 horas, donde el tanque debe permanecer en total reposo.

El procedimiento habitual, en caso de fugas, indica que si se evidencia fugas en el casco o fondo de tanque, la prueba debe ser suspendida inmediatamente y proceder con el vaciado total o hasta un nivel por debajo de donde se observó la fuga. Si la fuga se presenta en las conexiones de las boquillas, se debe realizar un ajuste adicional mínimo de la unión para detener la fuga, caso contrario es necesario proceder con el vaciado según el criterio antes mencionado.



Fig. 47- Fuga en línea de purga (auxiliar).



Fig. 48- Fuga en línea de purga (auxiliar).

5.4.3- Arranque de equipos

El arranque de equipos es una tarea bastante compleja, precedida de muchas actividades que es necesario cumplir a cabalidad. Los criterios, lineamientos y procedimientos de cada equipo a arrancarse son particulares para cada planta y equipo. No es objetivo de este documento servir de manual de arranque aplicable a equipos.

En el caso que nos ocupa, tenemos como único equipo para arranque las unidades de bombeo, que es relativamente sencillo, sin embargo, es necesario tener en cuenta algunos criterios mínimos, antes de proceder con el arranque.

- 1) *Cebado de las líneas de aspiración y bombas centrífugas* – Evitar el daño de los sellos mecánicos y del prensa-estopas.
- 2) *Válvulas en posición de operación* – Las válvulas, de lado de impulsión como de descarga deben de encontrarse en posición de operación.
- 3) *Fuerza y control en posición de operación* -



Fig. 49- Arranque de bombas centrífugas.

El arranque de las unidades de bombeo se realizó de manera alternada, con periodos de funcionamiento de 3 min y paradas de 10 min en promedio, todo esto, según el consumo realizado durante las pruebas realizadas *aguas abajo*. El período de duración de las pruebas fue de 8 horas.

Durante las pruebas, se realizó el monitoreo de los siguientes parámetros.

- 1) *Condiciones de operación de las bombas* - Velocidad de rotación, temperatura, vibración, etc.
- 2) *Operación del presostato* – Regulación de presostato, según los parámetros de operación.
- 3) *Presión en tanques hidroneumáticos* - Control de presiones.
- 4) *Presión de parada en línea de impulsión* – Control de presiones.
- 5) *Presión de arranque en línea de impulsión* – Control de presiones.
- 6) *Fugas* – Detección de fugas en líneas succión e impulsión.
- 7) *Otros* – Ruidos extraños, golpeteo en válvulas y accesorios, estado de los soportes de tuberías



Fig. 50- Control de presiones en manifold.



Fig. 51- Control de presiones en tq. hidroneumático.

5.4.4- Pruebas y regulación de líneas sanitarias

Estas pruebas tienen lugar en las líneas sanitarias y en las áreas usuarias del servicio como: vestuarios, comedor, SSHH, etc. Habitualmente las líneas sanitarias, durante su instalación, suelen probarse hidrostáticamente a una presión de 100 *PSI*. Por lo que, antes de *inundar* las líneas sanitarias, es necesario cerciorarse que la presión en la estación de bombeo no supere los 70 *PSI*, con la finalidad de no sobreexigirlas.

El objetivo de las pruebas en las líneas sanitarias es:

- 1) *Determinar fugas en las líneas sanitarias.*
- 2) *Presión de salida en terminales de usuario*, para múltiples condiciones de servicio (uso bajo, uso normal, uso intensivo, uso crítico, uso en punto más lejano, etc.). Encontrar un punto de equilibrio.
- 3) *Tiempo de vaciado de los tanques hidroneumáticos.*

4) *Tiempo de funcionamiento de las unidades de bombeo.*

La duración de las pruebas en las líneas sanitarias no debe ser menor a 48 horas.



Fig. 52- Pruebas de aparatos sanitarios (duchas).



Fig. 53- Pruebas de aparatos sanitarios (lavamanos).

5.5- GLOSARIO DE TERMINOS

Alineamiento: Terminio utilizado en turbomaquinarias. Consiste en reducir el desalineamiento axial y angular del acoplamiento motor-turbomaquina hasta valores aceptables.

Cebado: Terminio utilizado en bombas centrifugas. Consisten en el llenado de la carcasa, conductos de aspiración y descarga para que la bomba pueda operar correctamente.

Engrase: Aplicar grasa a una superficie con la finalidad de reducir el rozamiento por rodadura o deslizamiento.

Flushing: Retiro de elementos extraños que pudieran haber quedado atrapados en la línea de tubería o tuberías antes de su puesta en servicio u operación.

Lubricación: Técnica empleada para reducir el desgaste por rozamiento entre componentes mecánicos a través de una película de aceite que se deposita entre ambos componentes.

Presostato: Componente mecánico- eléctrico, habitualmente instalado en líneas de tuberías, que permite interrumpir el flujo eléctrico, de forma automática, a una determinada presión previamente seteada.

Seteo: Establecer un determinado valor de un parámetro en un instrumento de medición, para que este, pueda responder con una acción mecánica o eléctrica, cuando el valor medido alcance el valor previamente establecido.

Torqueo: Ajuste controlado de pernos hasta un valor de tensión preestablecido.

5.6- REFERENCIAS

- American Society Mechanical Engineers. (2010). *Process Piping* (B31.3). New York, NY: ASME.
- Hidrostal SA. (2015). *Bomba Centrífuga ISO 2858* (catálogo I – versión G). Lima, Perú: HIDROSTAL.
- Hidrostal SA. (2015). *Manual de Usuario, Instalación, Operación y Mantenimiento* (catálogo I – versión G). Lima, Perú: HIDROSTAL.
- Hidrostal SA. (2015). *Equipo Hidroneumático con Tanque de Membrana Champion* (catálogo I – versión G). Lima, Perú: HIDROSTAL.
- Industrias Saladillo SA. (2015). *Hidro3* (catálogo). Buenos Aires, Argentina: Saladillo
- Pipe Fabrication Institute. (2009). *Fabricating Tolerances* (Standard PFI ES-3). New York, NY: PFI.
- Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Lineas Principales de Agua* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-10-007-Rev.1). Arequipa, Perú: SMCV.
- Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Shop Fabrication of Metallic Piping* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-50-002 Rev.0). Arequipa, Perú: SMCV.
- Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Installation of Mechanical Equipment* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-55-001 Rev.1). Arequipa, Perú: SMCV.
- Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Paint Specification* (Project N° PSP108, specification N° C-ES-55-003 Rev.3). Arequipa, Perú: SMCV.
- Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2006). *Piping Supports* (Project N° PSP108, specification N° C-SP-50-005 Rev.1). Arequipa, Perú: SMCV.
- Sociedad Minera Cerro Verde SAA. (2005). *Piping Pressure Testing, Construction* (Project N° PSP108, specification N° C-CS-50-010 Rev.0). Arequipa, Perú: SMCV.

CONCLUSIONES

- 1) En la presente memoria descriptiva se resume, adecuadamente, mis conocimientos y madurez adquirida a través de los años de experiencia aplicando la ingeniería.
- 2) Se proporcionó información de primera fuente acerca de las fases de ejecución de un proyecto, desde su concepción hasta la puesta en servicio, enfocado fundamentalmente a la ingeniería de tuberías.
- 3) La presente memoria sirve como un guía y material de apoyo, particularmente a la ingeniería de tuberías.
- 4) Se presentó códigos, estándares y especificaciones de diseño y construcción relacionado con la ingeniería de tuberías.

ANEXOS

A- TABLAS Y DIAGRAMAS

- A.1- Diagrama de *factor de fricción de Darcy (f)*
- A.2- Diagrama de *rugosidad relativa (ϵ/D) y factor de fricción de Darcy (f)* para flujo completamente turbulento y tubería de un material dado
- A.3- Tabla de fórmulas de *coeficiente de resistencia (K)* para válvulas y accesorios
- A.4- Tabla de *longitudes equivalentes (LE)* según tipo de accesorios y válvulas
- A.5- Tabla de capacidades y dimensiones de tanques *Eternit*
- A.6- Tabla de selección de tanques de membrana *Champion*
- A.7- Tabla de capacidades de tanques de membrana *Champion*
- A.8- *Curvas de selección* de bombas *Hidrostal*
- A.9- *Curvas de funcionamiento experimental* de bombas *Hidrostal*
- A.10- Tabla de dimensiones y pesos de tuberías de acero según ASME B36.10
- A.11- Tabla de requerimientos mecánicos de tuberías según ASTM A 53
- A.12- Tabla de dimensiones, pesos y presión de prueba de tuberías según ASTM A 53
- A.13- Tabla de dimensiones de *uniones roscadas* según el ASTM A 53
- A.14- Tabla de requerimientos mecánicos de tuberías según el ASTM A 106
- A.15- Tabla de dimensiones de tuberías según el ISO 65
- A.16- Tabla de dimensiones de *accesorios roscados* según ASME B16.3
- A.17- Tabla de dimensiones de *accesorios roscados* según el ASME B16.4
- A.18- Tabla de dimensiones de bridas *Clase 150* según el ASME B16.5
- A.19- Tabla de dimensiones de *accesorios soldables* según el ASME B16.9
- A.20- Tabla de accesorios disponibles para tuberías *Hidro3*
- A.21- *Criterios de aceptación* para la soldadura de tuberías según el ASME B31.3

B- MANUALES, CERTIFICADOS Y REGISTROS

- B.1- Manual de tanque de almacenamiento industrial *Eternit*
- B.2- *Certificado de materiales* de tuberías
- B.3- *Certificado de calibración* de instrumento de medición
- B.4- Registro de *procedimiento de soldadura (WPS)*
- B.5- Registro de *calificación de procedimiento de soldadura (PQR)*
- B.6- Registro de *calificación de soldador (WPQ)*

C- MEMORIAS DE CÁLCULO

C.1- Estimación de la *dotación requerida*

C.2- Estimación de la *máxima demanda probable* por el *método de Hunter*

C.3- Estimación de la *presión y caudal mínimo de arranque* del *equipo hidroneumático* según los requerimientos del sistema

C.4- Estimación del *ciclo de trabajo, capacidad requerida* y selección de equipo hidroneumático

C.5- Lista de equipos mecánicos

C.6- Lista de componentes – unidad de bombeo HIDROSTAL 40-250-9HE-E500-AC-2R

D- PLANOS DE INGENIERÍA

D.1- Planos de arquitectura

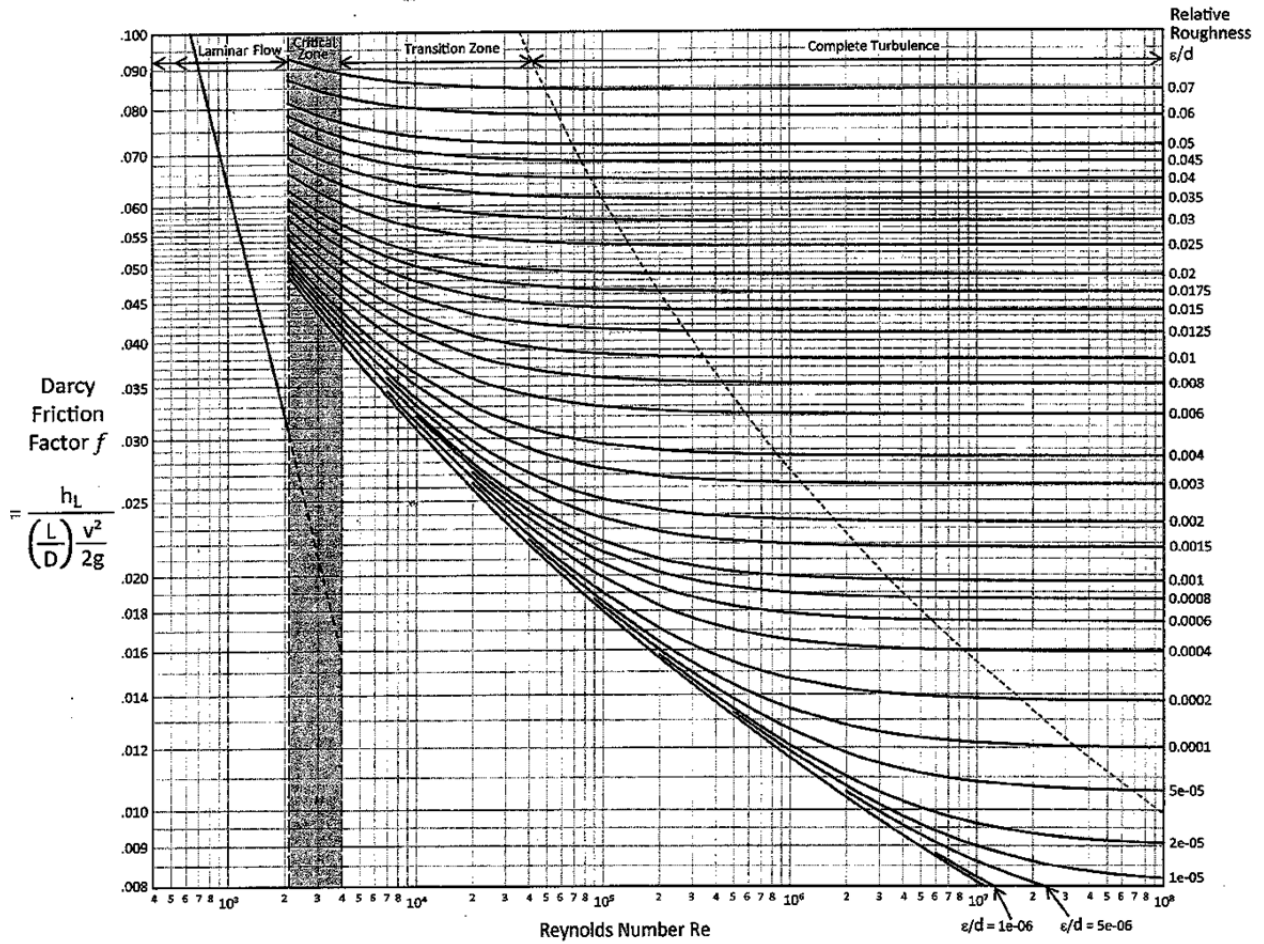
D.2- Planos civiles

D.3- Planos de sistema de agua doméstica

Anexo A – tablas y diagramas

A- TABLAS Y DIAGRAMAS

A.1- Diagrama de *factor de fricción de Darcy (f)*

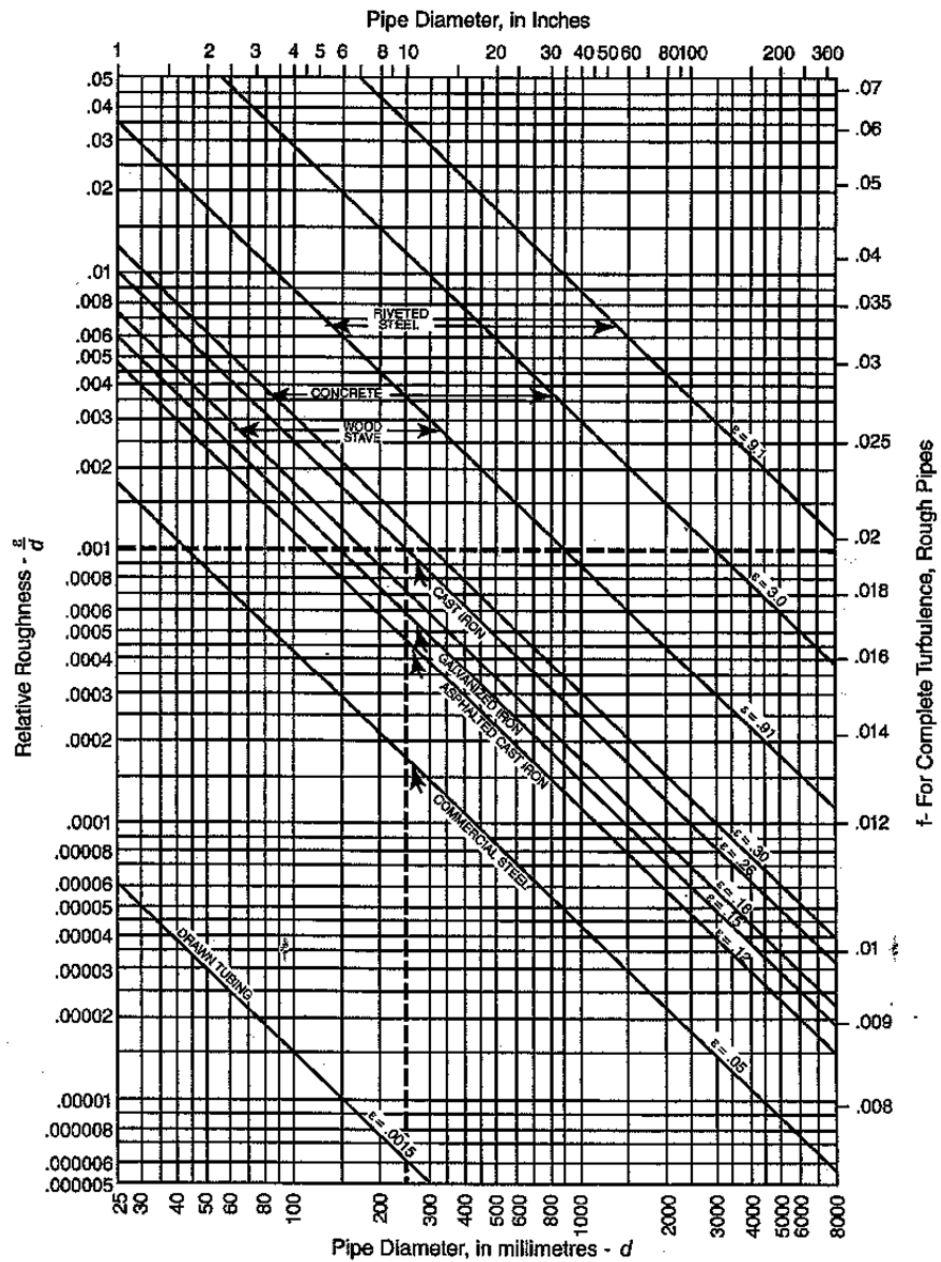


Factor de fricción de Darcy para cualquier tipo de tubería de acero comercial.

Extraído de CRANE. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (technical paper nro. 410M, ap. A-25).

Anexo A – tablas y diagramas

A.2- Diagrama de rugosidad relativa (ϵ/D) y factor de fricción de Darcy (f) para flujo completamente turbulento y tubería de un material dado



Absolute Roughness (ϵ) is in millimetres

Diagrama de rugosidad relativa y factor de fricción de Darcy para flujo completamente turbulento y tubería de un material dado. Extraído de CRANE. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (technical paper nro. 410M; ap. A-24).

A.3- Tabla de fórmulas de coeficiente de resistencia (K) para válvulas y accesorios

CRANE

Representative Resistance Coefficient K for Valves and Fittings

(K is based on use of schedule pipe as listed on page 2-9.)

Pipe Friction Data for Schedule 40 Clean Commercial Steel Pipe with Flow in Zone of Complete Turbulence

Nominal Size (mm)	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125-150	200	250-350	400-550	600-900
Friction Factor (f_r)	.026	.024	.022	.021	.020	.019	.018	.017	.016	.015	.014	.013	.012	.011

$$f_r = \frac{0.25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon/d}{3.7} \right) \right]^2}$$

Formulas For Calculating K Factors* For Valves and Fittings with Reduced Port
(Refer to page 2-11)

Formula 1

$$K_2 = \frac{0.8 \sin \frac{\theta}{2} (1 - \beta^2)}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Formula 2

$$K_2 = \frac{0.5 \sqrt{\sin \frac{\theta}{2}} (1 - \beta^2)}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Formula 3

$$K_2 = \frac{2.6 \sin \frac{\theta}{2} (1 - \beta^2)^2}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Formula 4

$$K_2 = \frac{(1 - \beta^2)^2}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Formula 5

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Formula 1} + \text{Formula 3}$$

$$K_2 = \frac{K_1 + \sin \frac{\theta}{2} [0.8 (1 - \beta^2) + 2.6 (1 - \beta^2)^2]}{\beta^4}$$

Formula 6

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Formula 2} + \text{Formula 4}$$

$$K_2 = \frac{K_1 + 0.5 \sqrt{\sin \frac{\theta}{2}} (1 - \beta^2) + (1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$

Formula 7

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \beta (\text{Formula 2} + \text{Formula 4}) \text{ When } \theta = 180^\circ$$

$$K_2 = \frac{K_1 + \beta [0.5 (1 - \beta^2) + (1 - \beta^2)^2]}{\beta^4}$$

$$\beta = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\beta^2 = \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2 = \frac{a_1}{a_2}$$

Subscript 1 defines dimensions and coefficients with reference to the smaller diameter. Subscript 2 refers to the larger diameter.

*Use K furnished by valve or fitting supplier when available.

Sudden and Gradual Contraction



If: $\theta \geq 45^\circ$ $K_2 = \text{Formula 1}$

$45^\circ < \theta < 180^\circ$ $K_2 = \text{Formula 2}$

Sudden and Gradual Enlargement



If: $\theta \geq 45^\circ$ $K_2 = \text{Formula 3}$

$45^\circ < \theta < 180^\circ$ $K_2 = \text{Formula 4}$

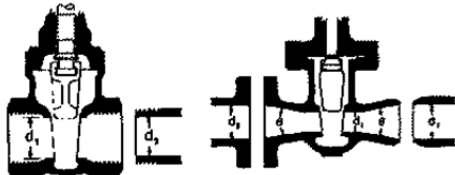
Tabla de fórmulas de coeficiente de resistencia (K) para válvulas y accesorios (hoja 1 de 4).
Extraído de CRANE. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (technical paper nro. 410M; ap. A-27).

CRANE.

Representative Resistance Coefficient K for Valves and Fittings

For formulas and friction data, see page A-27. K is based on use of schedule pipe as listed on page 2-9.

GATE VALVES
Wedge Disc, Double Disc, or Plug Type



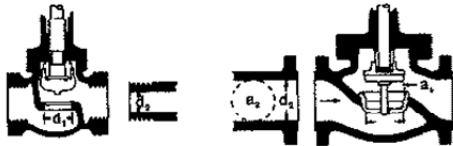
If: $\beta = 1, \theta = 0 \dots \dots \dots K_1 = 8 f_T$
 $\beta < 1$ and $\theta \geq 45^\circ \dots \dots \dots K_2 = \text{Formula 5}$
 $\beta < 1$ and $45^\circ < \theta \leq 180^\circ \dots \dots \dots K_2 = \text{Formula 6}$

SWING CHECK VALVES

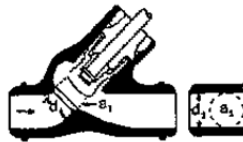


$K = 100 f_T$ $K = 50 f_T$
 Minimum pipe velocity
 m/s for full disc lift
 = $45 \sqrt{V}$ Minimum pipe velocity
 m/s for full disc lift
 = $75 \sqrt{V}$ except
 U/L listed = $120 \sqrt{V}$

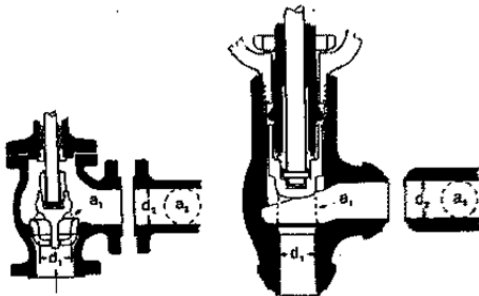
GLOBE AND ANGLE VALVES



If: $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 340 f_T$



If: $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 35 f_T$



If: $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 150 f_T$ If: $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 55 f_T$

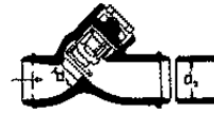
All globe and angle valves,
 whether reduced seat or throttled,
 If: $\beta < 1 \dots \dots K_2 = \text{Formula 7}$

LIFT CHECK VALVES



If: $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 600 f_T$
 $\beta < 1 \dots \dots K_2 = \text{Formula 7}$

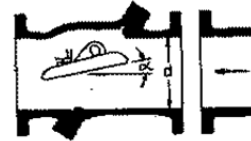
Minimum pipe velocity (m/s) for full disc lift
 = $50 \beta^2 \sqrt{V}$



If: $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 55 f_T$
 $\beta < 1 \dots \dots K_2 = \text{Formula 7}$

Minimum pipe velocity (m/s) for full disc lift
 = $170 \beta^2 \sqrt{V}$

TILTING DISC CHECK VALVES



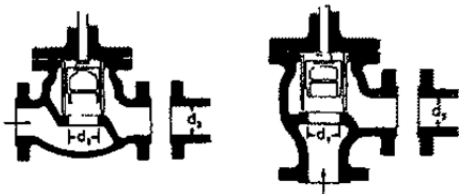
	$\alpha = 5^\circ$	$\alpha = 15^\circ$
Sizes 50 to 200mm . . . $K =$	$40 f_T$	$120 f_T$
Sizes 250 to 350mm . . . $K =$	$30 f_T$	$90 f_T$
Sizes 400 to 1200mm . . . $K =$	$20 f_T$	$60 f_T$
Minimum pipe velocity (m/s) for full disc lift =	$100 \sqrt{V}$	$30 \sqrt{V}$

Tabla de fórmulas de coeficiente de resistencia (K) para válvulas y accesorios (hoja 2 de 4).
 Extraído de CRANE. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (technical paper nro. 410M; ap. A-28).

Representative Resistance Coefficient K for Valves and Fittings

For formulas and friction data, see page A-27. K is based on use of schedule pipe as listed on page 2-9.

**STOP-CHECK VALVES
(Globe and Angle Types)**

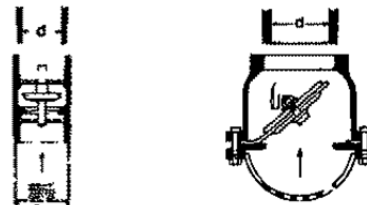


If: $\beta = 1 \dots K_1 = 400 f_T$
 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 7}$
 Minimum pipe velocity (m/s) for full disc lift
 $= 70 \beta^2 \sqrt{V}$

If: $\beta = 1 \dots K_1 = 200 f_T$
 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 7}$
 Minimum pipe velocity (m/s) for full disc lift
 $= 95 \beta^2 \sqrt{V}$

FOOT VALVES WITH STRAINER

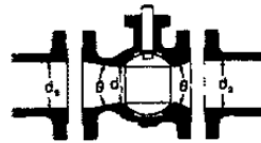
Poppet Disc Hinged Disc



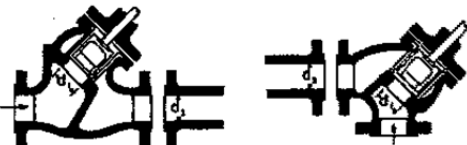
$K = 420 f_T$ $K = 75 f_T$

Minimum pipe velocity (m/s) for full disc lift
 $= 20 \sqrt{V}$ Minimum pipe velocity (m/s) for full disc lift
 $= 45 \sqrt{V}$

BALL VALVES



If: $\beta = 1, \theta = 0 \dots K_1 = 3 f_T$
 $\beta < 1$ and $\theta \geq 45^\circ \dots K_2 = \text{Formula 5}$
 $\beta < 1$ and $45^\circ < \theta \leq 180^\circ \dots K_2 = \text{Formula 6}$



If: $\beta = 1 \dots K_1 = 300 f_T$
 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 7}$

If: $\beta = 1 \dots K_1 = 350 f_T$
 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 7}$

Minimum pipe velocity (m/s) for full disc lift
 $= 75 \beta^2 \sqrt{V}$

BUTTERFLY VALVES



SIZE RANGE	CENTRIC	DOUBLE OFFSET	TRIPLE OFFSET
50 to 200mm	$K = 45 f_T$	$K = 74 f_T$	$K = 216 f_T$
250 to 350mm	$K = 35 f_T$	$K = 52 f_T$	$K = 96 f_T$
400 to 600mm	$K = 25 f_T$	$K = 43 f_T$	$K = 55 f_T$

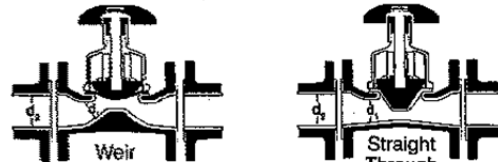


If: $\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$
 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 7}$

If: $\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$
 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 7}$

Minimum pipe velocity (m/s) for full disc lift
 $= 170 \beta^2 \sqrt{V}$

DIAPHRAGM VALVES



$\beta = 1 \dots K = 149 f_T$ $\beta = 1 \dots K = 39 f_T$

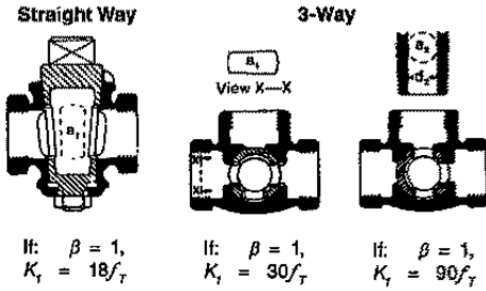
Tabla de fórmulas de coeficiente de resistencia (K) para válvulas y accesorios (hoja 3 de 4).
 Extraído de CRANE. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (technical paper nro. 410M; ap. A-29).

CRANE.

Representative Resistance Coefficient K for Valves and Fittings

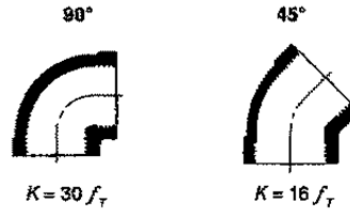
For formulas and friction data, see page A-27. K is based on use of schedule pipe as listed on page 2-9.

PLUG VALVES AND COCKS

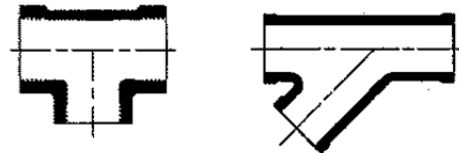


If: $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Formula 6}$

STANDARD ELBOWS

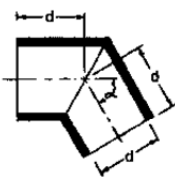


STANDARD TEES AND WYES



For Converging or Diverging Flow:
Refer to Chapter 2, pages 2-14 through 2-16

MITRE BENDS



α	K
0°	$2 f_T$
15°	$4 f_T$
30°	$8 f_T$
45°	$15 f_T$
60°	$25 f_T$
76°	$40 f_T$
90°	$60 f_T$

90° PIPE BENDS AND FLANGED OR BUTT-WELDING 90° ELBOWS



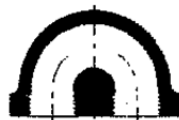
r/d	K	r/d	K
1	$20 f_T$	8	$24 f_T$
1.5	$14 f_T$	10	$30 f_T$
2	$12 f_T$	12	$34 f_T$
3	$12 f_T$	14	$38 f_T$
4	$14 f_T$	16	$42 f_T$
6	$17 f_T$	20	$50 f_T$

The resistance coefficient, K_b , for pipe bends other than 90° may be determined as follows:

$$K_b = (n - 1) \left(0.25 \pi f_T \frac{r}{d} + 0.5 K \right) + K$$

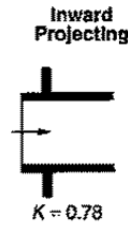
n = number of 90° bends
K = resistance coefficient for one 90° bend (per table)

CLOSE PATTERN RETURN BENDS



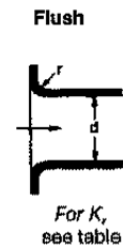
$K = 50 f_T$

PIPE ENTRANCE



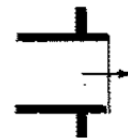
r/d	K
0.00*	0.5
0.02	0.28
0.04	0.24
0.06	0.15
0.10	0.09
0.15 & up	0.04

*Sharp-edged



PIPE EXIT

Projecting



Sharp-Edged



Rounded



Tabla de fórmulas de coeficiente de resistencia (K) para válvulas y accesorios (hoja 4 de 4).
Extraído de CRANE. (2009). *Flow of Fluids Through Valves, Fittings and Pipe* (technical paper nro. 410M; ap. A-30).

Anexo A – tablas y diagramas

A.4- Tabla de longitudes equivalentes (LE) según tipo de accesorios y válvulas

Fittings	Rigid PVC/HDPE e = 0.005 mm	GRP/FRP e = 0.02 mm	Commercial Steel e = 0.05 mm	Spiral Weld Steel e = 0.1 mm
Threaded bends				
90° elbow, r/d=1	37	34	30	26
45° elbow, r/d=1	20	18	16	14
Welded bends				
90° elbow, sharp bend	69	63	55	49
90° elbow, r/d=1	23	21	19	16
90° elbow, r/d=1.5	17	15	13	12
90° elbow, r/d=2	14	13	11	10
45° elbow, sharp bend	22	20	18	16
45° elbow, r/d=1	17	16	14	12
45° elbow, r/d=1.5	12	11	9.4	8.3
Threaded tees				
Tee, straight through	25	23	20	18
Tee, through branch	75	68	60	53
Welded tees				
Tee, square, straight through	0	0	0	0
Tee, square, through branch	87	79	70	61
Tee, radiused, straight through	13	12	10	9
Tee, radiused, through branch	72	65	57	50
Valves / Strainers				
Globe valve, full open	400	370	320	280
Gate valve, full open	9	8.5	7.5	6.6
Ball valve, full bore	3.3	3.0	2.6	2.3
Ball valve, reduced bore	31	28	25	22
Plug valve, 2-way	21	19	17	15
Plug valve, 3-way, straight through	36	32	29	25
Plug valve, 3-way, through branch	100	95	84	74
Diaphragm valve, weir type	200	190	160	140
Butterfly valve	46	42	37	32
Lift check valve	700	640	560	490
Swing check valve	120	110	95	85
Wafer disk check valve	530	480	420	370
Y-strainer, clean	300	280	250	220

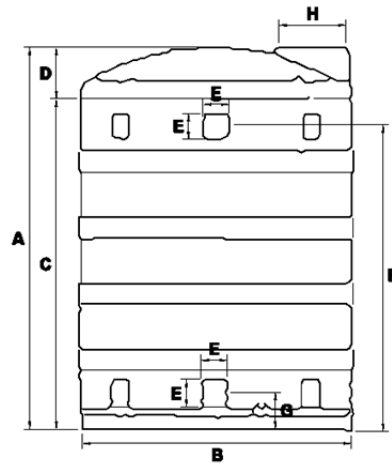
Tabla de longitudes equivalentes (LE) según características de accesorios y válvulas.

Anexo A – tablas y diagramas

A.5- Tabla de capacidades y dimensiones de tanques *Eternit*



Tanques
Línea Industrial



DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES SEGÚN CAPACIDAD (mm)		
	Tanque 5000 lts.	Tanque 10000 lts.	Tanque 25000 lts.
Altura (A) mm	1800	3000	3990
Diametro (B) mm	2200	2200	3000
(C) mm	1330	2530	3420
(D) mm	470	470	570
(E) mm	150	200	250
(F) mm	1235	2360	3230
(G) mm	145	190	227
Tapa (H) pulg	18	18	18



Tabla de capacidades y dimensiones de tanques de almacenamiento industriales *Eternit*.
Extraído de Eternit SA (2012). *Tanque Industrial* (catálogo; TTIE. V02).

Anexo A – tablas y diagramas

A.6- Tabla de selección de tanques de membrana *Champion*



TABLAS DE SELECCION

VALORES	Q [l/s]	NUMERO DE PISOS												TUBERIA QUE SALE DEL EQUIPO							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
		20 - 40 PSI		25 - 45		30 - 50		35 - 55		40 - 60		45 - 65		50 - 70		55 - 75		60 - 80		65 - 85 PSI	
20	0.54	1M 1B CH20 A11 - 0.6 M				1M 1B CH-32 A11 - 1.4 M								1M 1B CH-82 MULTI H-204 - 1.5 M / T						3/4"	
30	0.65	1M 1B CH-32 A11 - 0.8 M																		1"	
40	0.85	1M 1B CH-32 MULTI H-202 - 0.75 M / T																		1"	
50	1.16																			1.14"	
60	1.25			1M 1B CH-32 MULTI H-203 - 1.0 M / T																1.14"	
70	1.34																			1.14"	
80	1.45	1M 1B CH-62 MULTI H-402 - 1.0 M / T																		1.12"	
100	1.67																			1.12"	
120	1.83			1M 1B CH-62 MULTI H-403 - 1.5 M / T																1.12"	
150	2																			1.12"	
200	2.45																			2"	
240	2.75																			2"	
280	3.07	2M 1B CH-62 MULTI H-802 - 2.0 M / T						2M 1B CH-86 MULTI H-803 - 2.5 T												2"	
320	3.37																			2"	
400	3.97																			2"	
600	5.34	2M 1B CH-119 B1.1/2 x 2 - 3.4 T				3M 1B CH-119 B1.1/2 x 2 - 5.7 T														2.1/2"	
800	6.6									3M 1B CH-119 C1.1/2 x 2 - 8.6 T						3M 1B CH-119 MULTI V-1804 - 10.0 T				2.1/2"	

NOTA:

- 1) Para edificios más de 12 pisos y más de 800 valores, consultar con nuestro departamento de ventas.
- 2) Adicionalmente ofrecemos la alternativa de funcionamiento con bombas sumergibles. Las mismas que presentan ventajas tales como:
 - Operación silenciosa; el ruido del motor es disipado por el agua en la que se encuentra sumergida la bomba.
 - Menos espacio; van instaladas dentro de la cisterna.
 - Bajo mantenimiento; no llevan rodamientos ni sellos mecánicos.
 - Menor potencia requerida para el mismo servicio.

*Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.

Para mayor información, consulte a nuestro Dpto. de Investigación y Desarrollo.

EQUIPO HIDRONEUMÁTICO CON
TANQUE DE MEMBRANA CHAMPION
CATALOGO I
1_140_100_07/12_4

HIDROSTAL S.A.
PORTADA DEL SOL 722 - LIMA 36, PERU
APARTADO POSTAL 3989 - LIMA 1, PERU
E-MAIL: hidrostral@hidrostral.com.pe
WEB: www.hidrostral.com.pe

VERSION: E
TELEFONO: (51-1) 319 1000
FAX: (51-1) 489 0006
FAX VENTAS: (51-1) 319 10 19
SERVICIO AL CLIENTE SOLO PERU: 0801-10000



Tabla de selección de tanques de membrana *Champion*.
Extraído de Hidrostral SA. (2015). *Equipo Hidroneumático con Tanque de Membrana Champion* (catálogo I – versión G).

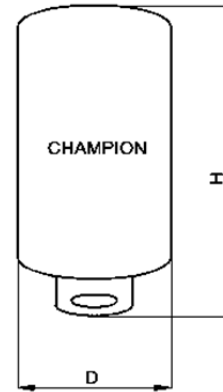
Anexo A – tablas y diagramas

A.7- Tabla de capacidades de tanques de membrana *Champion*



TABLA DE DATOS TECNICOS

	MODELO DEL TANQUE	VOLUMEN TOTAL (GAL)	VOLUMEN UTIL			PRESION DE PRECARGA (PSI)	DIMENSIONES (PULG)		DIAMETRO DE DESCARGA (PULG)	PESO (LB)
			20/40 PSI	30/50 PSI	40/60 PSI		D	H		
VERTICAL CON BASE	CH-20	20.0	7.3	6.2	5.4	28	15	32	1	35
	CH-32	32.0	11.2	9.9	8.6	28	15	48	1	43
	CH-62	62.0	22.9	19.2	16.7	38	22	47	1 1/4	92
	CH-86	86.0	31.8	26.7	23.2	38	26	47	1 1/4	123
	CH-119	119.0	44.0	36.9	32.1	38	26	62	1 1/4	166



NOTAS:

- 1) Volumen útil : Cantidad de agua descargada por el tanque entre cada ciclo de arranque y parada de la bomba. Es determinado por la ley de BOYLE.
- 2) Temperatura máxima de operación: 90° C.
- 3) Máxima presión de trabajo: 100 PSI.
- 4) Máximo caudal de llenado del tanque: 50 GPM, mayor caudal consultar.
- 5) Instalar una válvula de alivio si la presión puede exceder la máxima presión del tanque.

Tabla de capacidades de tanques de membrana *Champion*.

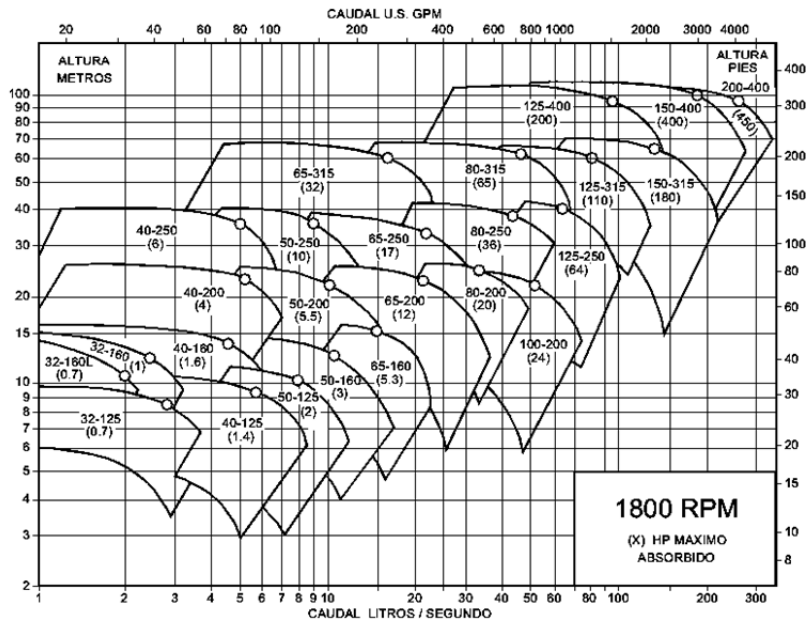
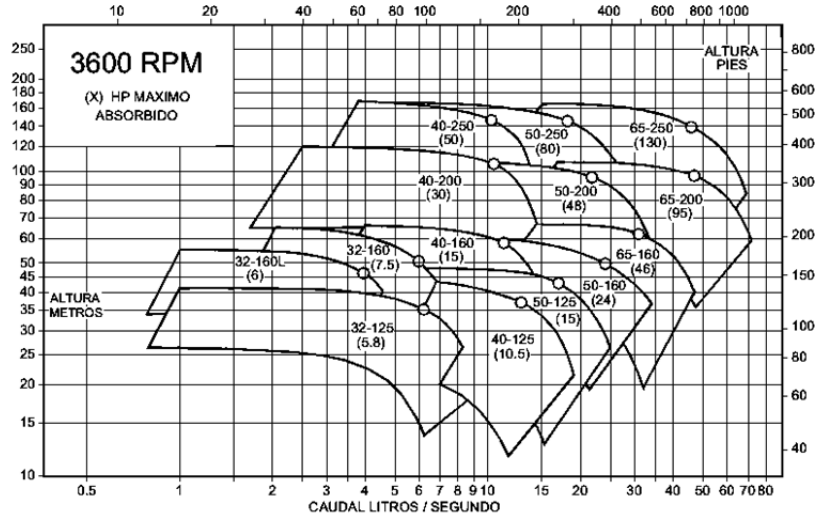
Extraído de Hidrostat SA. (2015). *Equipo Hidroneumático con Tanque de Membrana Champion* (catálogo I – versión G).

Anexo A – tablas y diagramas

A.8- Curvas de selección de bombas Hidrostat



RANGOS DE OPERACION A 60 Hz



NOTA: PARA UNA CORRECTA SELECCION DIRIJASE A LAS CURVAS INDIVIDUALES DE LAS BOMBAS DE ACUERDO A SU EJECUCION METALURGICA:
SECCION 10 A: BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO
SECCION 10 B: BOMBAS CON CAJA EN ACERO INOXIDABLE O EN BRONCE SIN RECUBRIMIENTO CERAMICO

BOMBA CENTRIFUGA
ISO 2858
CATALOGO I - VERSION: G
REV.10_08/12_3



Curvas de selección de bombas Hidrostat.
Extraído de Hidrostat SA. (2015). Bomba Centrífuga ISO 2858 (catálogo I – versión G).

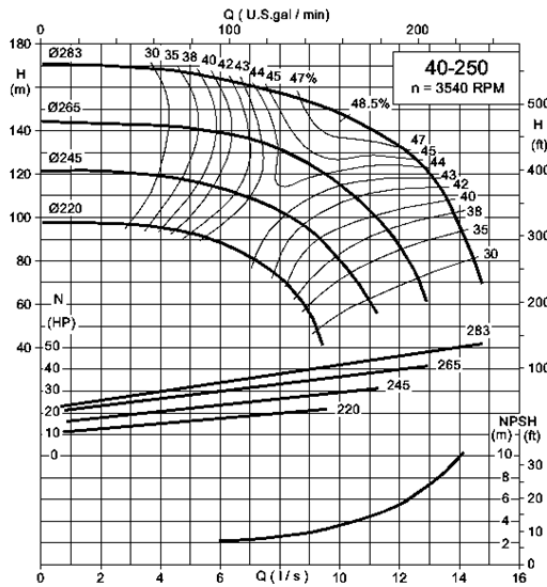
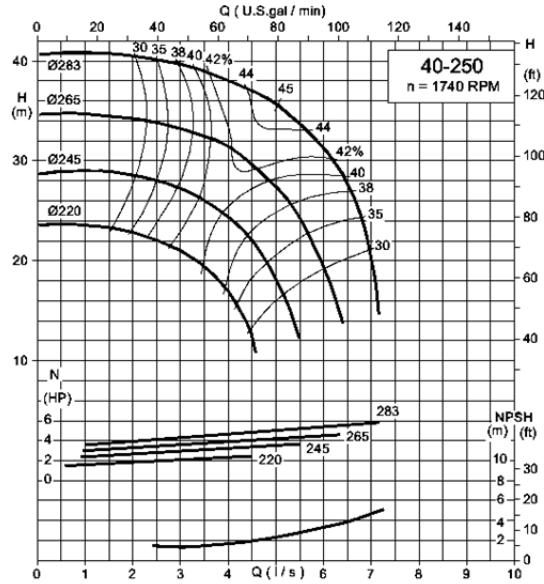
Anexo A – tablas y diagramas

A.9- Curvas de funcionamiento experimental de bombas Hidrostral



CURVAS DE OPERACION A 60 Hz

40 - 250



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO.
CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2.

BOMBA CENTRIFUGA
ISO 2858
CATALOGO I - VERSION: G
REV.10_06/12_11



Curvas de funcionamiento experimental de bomba Hidrostral 40-250.
Extraído de Hidrostral SA. (2015). Bomba Centrífuga ISO 2858 (catálogo I – versión G).

Anexo A – tablas y diagramas

A.10- Tabla de dimensiones y pesos de tuberías de acero según ASME B36.10

WELDED AND SEAMLESS WROUGHT STEEL PIPE

ASME B36.10M-2004

Table 1 Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
1/8	0.405	0.049	0.19	...	10	6 (3)	10.3	1.24	0.28
1/8	0.405	0.057	0.21	...	30	6 (3)	10.3	1.45	0.32
1/8	0.405	0.068	0.24	STD	40	6 (3)	10.3	1.73	0.37
1/8	0.405	0.095	0.31	XS	80	6 (3)	10.3	2.41	0.47
1/4	0.540	0.065	0.33	...	10	8 (3)	13.7	1.65	0.49
1/4	0.540	0.073	0.36	...	30	8 (3)	13.7	1.85	0.54
1/4	0.540	0.088	0.43	STD	40	8 (3)	13.7	2.24	0.63
1/4	0.540	0.119	0.54	XS	80	8 (3)	13.7	3.02	0.80
3/8	0.675	0.065	0.42	...	10	10	17.1	1.65	0.63
3/8	0.675	0.073	0.47	...	30	10	17.1	1.85	0.70
3/8	0.675	0.091	0.57	STD	40	10	17.1	2.31	0.84
3/8	0.675	0.126	0.74	XS	80	10	17.1	3.20	1.10
1/2	0.840	0.065	0.54	...	5	15	21.3	1.65	0.80
1/2	0.840	0.083	0.67	...	10	15	21.3	2.11	1.00
1/2	0.840	0.095	0.76	...	30	15	21.3	2.41	1.12
1/2	0.840	0.109	0.85	STD	40	15	21.3	2.77	1.27
1/2	0.840	0.147	1.09	XS	80	15	21.3	3.73	1.62
1/2	0.840	0.188	1.31	...	160	15	21.3	4.78	1.95
1/2	0.840	0.294	1.72	XXS	...	15	21.3	7.47	2.55
3/4	1.050	0.065	0.69	...	5	20	26.7	1.65	1.03
3/4	1.050	0.083	0.86	...	10	20	26.7	2.11	1.28
3/4	1.050	0.095	0.97	...	30	20	26.7	2.41	1.44
3/4	1.050	0.113	1.13	STD	40	20	26.7	2.87	1.69
3/4	1.050	0.154	1.48	XS	80	20	26.7	3.91	2.20
3/4	1.050	0.219	1.95	...	160	20	26.7	5.56	2.90
3/4	1.050	0.308	2.44	XXS	...	20	26.7	7.82	3.64
1	1.315	0.065	0.87	...	5	25	33.4	1.65	1.29
1	1.315	0.109	1.41	...	10	25	33.4	2.77	2.09
1	1.315	0.114	1.46	...	30	25	33.4	2.90	2.18
1	1.315	0.133	1.68	STD	40	25	33.4	3.38	2.50
1	1.315	0.179	2.17	XS	80	25	33.4	4.55	3.24
1	1.315	0.250	2.85	...	160	25	33.4	6.35	4.24
1	1.315	0.358	3.66	XXS	...	25	33.4	9.09	5.45
1 1/4	1.660	0.065	1.11	...	5	32	42.2	1.65	1.65
1 1/4	1.660	0.109	1.81	...	10	32	42.2	2.77	2.69
1 1/4	1.660	0.117	1.93	...	30	32	42.2	2.97	2.87
1 1/4	1.660	0.140	2.27	STD	40	32	42.2	3.56	3.39
1 1/4	1.660	0.191	3.00	XS	80	32	42.2	4.85	4.47
1 1/4	1.660	0.250	3.77	...	160	32	42.2	6.35	5.61
1 1/4	1.660	0.382	5.22	XXS	...	32	42.2	9.70	7.77
1 1/2	1.900	0.065	1.28	...	5	40	48.3	1.65	1.90
1 1/2	1.900	0.109	2.09	...	10	40	48.3	2.77	3.11
1 1/2	1.900	0.125	2.37	...	30	40	48.3	3.18	3.53
1 1/2	1.900	0.145	2.72	STD	40	40	48.3	3.68	4.05
1 1/2	1.900	0.200	3.63	XS	80	40	48.3	5.08	5.41
1 1/2	1.900	0.281	4.86	...	160	40	48.3	7.14	7.25
1 1/2	1.900	0.400	6.41	XXS	...	40	48.3	10.15	9.55

Tabla de dimensiones y pesos de tuberías de acero forjado con y sin costura según ASME B36.10 (hoja 1 de 3).
Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2004). *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe* (B36.10M).

Anexo A – tablas y diagramas

ASME B36.10M-2004

WELDED AND SEAMLESS WROUGHT STEEL PIPE

Table 1 Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe (Cont'd)

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, in.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
2	2.375	0.065	1.61	...	5	50	60.3	1.65	2.39
2	2.375	0.083	2.03	...	...	50	60.3	2.11	3.03
2	2.375	0.109	2.64	...	10	50	60.3	2.77	3.93
2	2.375	0.125	3.01	...	30	50	60.3	3.18	4.48
2	2.375	0.141	3.37	...	...	50	60.3	3.58	5.01
2	2.375	0.154	3.66	STD	40	50	60.3	3.91	5.44
2	2.375	0.172	4.05	...	...	50	60.3	4.37	6.03
2	2.375	0.188	4.40	...	...	50	60.3	4.78	6.54
2	2.375	0.218	5.03	XS	80	50	60.3	5.54	7.48
2	2.375	0.250	5.68	...	...	50	60.3	6.35	8.45
2	2.375	0.281	6.29	...	...	50	60.3	7.14	9.36
2	2.375	0.344	7.47	...	160	50	60.3	8.74	11.11
2	2.375	0.436	9.04	XXS	...	50	60.3	11.07	13.44
2½	2.875	0.083	2.48	...	5	65	73.0	2.11	3.69
2½	2.875	0.109	3.22	...	...	65	73.0	2.77	4.80
2½	2.875	0.120	3.53	...	10	65	73.0	3.05	5.26
2½	2.875	0.125	3.67	...	...	65	73.0	3.18	5.48
2½	2.875	0.141	4.12	...	...	65	73.0	3.58	6.13
2½	2.875	0.156	4.53	...	...	65	73.0	3.96	6.74
2½	2.875	0.172	4.97	...	...	65	73.0	4.37	7.40
2½	2.875	0.188	5.40	...	30	65	73.0	4.78	8.04
2½	2.875	0.203	5.80	STD	40	65	73.0	5.16	8.63
2½	2.875	0.216	6.14	...	...	65	73.0	5.49	9.14
2½	2.875	0.250	7.02	...	...	65	73.0	6.35	10.44
2½	2.875	0.276	7.67	XS	80	65	73.0	7.01	11.41
2½	2.875	0.375	10.02	...	160	65	73.0	9.53	14.92
2½	2.875	0.552	13.71	XXS	...	65	73.0	14.02	20.39
3	3.500	0.083	3.03	...	5	80	88.9	2.11	4.52
3	3.500	0.109	3.95	...	...	80	88.9	2.77	5.88
3	3.500	0.120	4.34	...	10	80	88.9	3.05	6.46
3	3.500	0.125	4.51	...	...	80	88.9	3.18	6.72
3	3.500	0.141	5.06	...	...	80	88.9	3.58	7.53
3	3.500	0.156	5.58	...	...	80	88.9	3.96	8.30
3	3.500	0.172	6.12	...	...	80	88.9	4.37	9.11
3	3.500	0.188	6.66	...	30	80	88.9	4.78	9.92
3	3.500	0.216	7.58	STD	40	80	88.9	5.49	11.29
3	3.500	0.250	8.69	...	...	80	88.9	6.35	12.93
3	3.500	0.281	9.67	...	...	80	88.9	7.14	14.40
3	3.500	0.300	10.26	XS	80	80	88.9	7.62	15.27
3	3.500	0.438	14.34	...	160	80	88.9	11.13	21.35
3	3.500	0.600	18.60	XXS	...	80	88.9	15.24	27.68
3½	4.000	0.083	3.48	...	5	90	101.6	2.11	5.18
3½	4.000	0.109	4.53	...	...	90	101.6	2.77	6.75
3½	4.000	0.120	4.98	...	10	90	101.6	3.05	7.41
3½	4.000	0.125	5.18	...	...	90	101.6	3.18	7.72
3½	4.000	0.141	5.82	...	...	90	101.6	3.58	8.65
3½	4.000	0.156	6.41	...	...	90	101.6	3.96	9.54
3½	4.000	0.172	7.04	...	...	90	101.6	4.37	10.48
3½	4.000	0.188	7.66	...	30	90	101.6	4.78	11.41

Tabla de dimensiones y pesos de tuberías de acero forjado con y sin costura según ASME B36.10 (hoja 2 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2004). *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe* (B36.10M).

Anexo A – tablas y diagramas

WELDED AND SEAMLESS WROUGHT STEEL PIPE

ASME B36.10M-2004

Table 1 Dimensions and Weights of Welded and Seamless Wrought Steel Pipe (Cont'd)

NPS [Note (1)]	Customary Units			Identification [Standard (STD), Extra-Strong (XS), or Double Extra Strong (XXS)]	Schedule No.	DN [Note (2)]	SI Units		
	Outside Diameter, In.	Wall Thickness, in.	Plain End Weight, lb/ft				Outside Diameter, mm	Wall Thickness, mm	Plain End Mass, kg/m
3 1/2	4.000	0.226	9.12	STD	40	90	101.6	5.74	13.57
3 1/2	4.000	0.250	10.02	...	...	90	101.6	6.35	14.92
3 1/2	4.000	0.281	11.17	...	...	90	101.6	7.14	16.63
3 1/2	4.000	0.318	12.52	XS	80	90	101.6	8.08	18.64
4	4.500	0.083	3.92	...	5	100	114.3	2.11	5.84
4	4.500	0.109	5.12	...	...	100	114.3	2.77	7.62
4	4.500	0.120	5.62	...	10	100	114.3	3.05	8.37
4	4.500	0.125	5.85	...	...	100	114.3	3.18	8.71
4	4.500	0.141	6.57	...	...	100	114.3	3.58	9.78
4	4.500	0.156	7.24	...	...	100	114.3	3.96	10.78
4	4.500	0.172	7.96	...	...	100	114.3	4.37	11.85
4	4.500	0.188	8.67	...	30	100	114.3	4.78	12.91
4	4.500	0.203	9.32	...	...	100	114.3	5.16	13.89
4	4.500	0.219	10.02	...	...	100	114.3	5.56	14.91
4	4.500	0.237	10.80	STD	40	100	114.3	6.02	16.08
4	4.500	0.250	11.36	...	...	100	114.3	6.35	16.91
4	4.500	0.281	12.67	...	...	100	114.3	7.14	18.87
4	4.500	0.312	13.97	...	...	100	114.3	7.92	20.78
4	4.500	0.337	15.00	XS	80	100	114.3	8.56	22.32
4	4.500	0.438	19.02	...	120	100	114.3	11.13	28.32
4	4.500	0.531	22.53	...	160	100	114.3	13.49	33.54
4	4.500	0.674	27.57	XXS	...	100	114.3	17.12	41.03
5	5.563	0.083	4.86	...	...	125	141.3	2.11	7.24
5	5.563	0.109	6.36	...	5	125	141.3	2.77	9.46
5	5.563	0.125	7.27	...	...	125	141.3	3.18	10.83
5	5.563	0.134	7.78	...	10	125	141.3	3.40	11.56
5	5.563	0.156	9.02	...	...	125	141.3	3.96	13.41
5	5.563	0.188	10.80	...	...	125	141.3	4.78	16.09
5	5.563	0.219	12.51	...	...	125	141.3	5.56	18.61
5	5.563	0.258	14.63	STD	40	125	141.3	6.55	21.77
5	5.563	0.281	15.87	...	...	125	141.3	7.14	23.62
5	5.563	0.312	17.51	...	...	125	141.3	7.92	26.05
5	5.563	0.344	19.19	...	...	125	141.3	8.74	28.57
5	5.563	0.375	20.80	XS	80	125	141.3	9.53	30.97
5	5.563	0.500	27.06	...	120	125	141.3	12.70	40.28
5	5.563	0.625	32.99	...	160	125	141.3	15.88	49.12
5	5.563	0.750	38.59	XXS	...	125	141.3	19.05	57.43
6	6.625	0.083	5.80	...	...	150	168.3	2.11	8.65
6	6.625	0.109	7.59	...	5	150	168.3	2.77	11.31
6	6.625	0.125	8.69	...	...	150	168.3	3.18	12.95
6	6.625	0.134	9.30	...	10	150	168.3	3.40	13.83
6	6.625	0.141	9.77	...	...	150	168.3	3.58	14.54
6	6.625	0.156	10.79	...	...	150	168.3	3.96	16.05
6	6.625	0.172	11.87	...	...	150	168.3	4.37	17.67
6	6.625	0.188	12.94	...	...	150	168.3	4.78	19.28
6	6.625	0.203	13.94	...	...	150	168.3	5.16	20.76
6	6.625	0.219	15.00	...	...	150	168.3	5.56	22.31
6	6.625	0.250	17.04	...	...	150	168.3	6.35	25.36
6	6.625	0.280	18.99	STD	40	150	168.3	7.11	28.26

Tabla de dimensiones y pesos de tuberías de acero forjado con y sin costura según ASME B36.10 (hoja 3 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2004). *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe* (B36.10M).

Anexo A – tablas y diagramas

A.11- Tabla de requerimientos mecánicos de tuberías según ASTM A 53

TABLE 2 Tensile Requirements

	Type F	Types E and S	
	Open-Hearth, Basic Oxygen, or Electric- Furnace, Grade A	Grade A	Grade B
Tensile strength, min, psi [MPa]	48 000 [330]	48 000 [330]	60 000 [415]
Yield strength, min, psi, [MPa]	30 000 [205]	30 000 [205]	35 000 [240]
Elongation in 2 in. [50 mm]	^{A, B}	^{A, B}	^{A, B}

^A The minimum elongation in 2 in. [50 mm] shall be that determined by the following equation:

$$e = 625\ 000 [1940] A^{0.2} U^{0.9}$$

where:

- e = minimum elongation in 2 in. [50 mm] in percent rounded to the nearest percent,
- A = cross-sectional area of the tension specimen, rounded to the nearest 0.01 in.² [1 mm²], based on the specified outside diameter or the nominal specimen width and specified wall thickness. If the area calculated is equal to or greater than 0.75 in.² [500 mm²], then the value 0.75 in.² [500 mm²] shall be used, and
- U = specified tensile strength, psi [MPa].

^B See Table X4.1 or Table X4.2, whichever is applicable, for minimum elongation values for various size tension specimens and grades.

Tabla de requerimientos mecánicos de tuberías según el ASTM A 53.
 Extraído del American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless (A 53/A 53M)*.

Anexo A – tablas y diagramas

A.12- Tabla de dimensiones, pesos y presión de prueba de tuberías según ASTM A 53

TABLE X2.2 Dimensions, Weights, and Test Pressures for Plain End Pipe

NPS Designator	DN Designator	Outside Diameter, in. [mm]	Nominal Wall Thickness, in. [mm]	Nominal Weight [Mass] per Unit Length, Plain End, lb/ft [kg/m]	Weight Class	Schedule No.	Test Pressure, ^A psi [kPa]	
							Grade A	Grade B
¼	6	0.405 [10.3]	0.068 [1.73]	0.24 [0.37]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.095 [2.41]	0.31 [0.47]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
¼	8	0.540 [13.7]	0.088 [2.24]	0.43 [0.63]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.119 [3.02]	0.54 [0.80]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
¾	10	0.675 [17.1]	0.091 [2.31]	0.57 [0.84]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.126 [3.20]	0.74 [1.10]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
½	15	0.840 [21.3]	0.109 [2.77]	0.85 [1.27]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.147 [3.73]	1.09 [1.62]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.188 [4.78]	1.31 [1.95]	...	160	900 [6200]	900 [6200]
			0.294 [7.47]	1.72 [2.55]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
¾	20	1.050 [26.7]	0.113 [2.87]	1.13 [1.69]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.154 [3.91]	1.48 [2.20]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.219 [5.56]	1.95 [2.90]	...	160	950 [6500]	950 [6500]
			0.308 [7.82]	2.44 [3.64]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
1	25	1.315 [33.4]	0.133 [3.38]	1.68 [2.50]	STD	40	700 [4800]	700 [4800]
			0.179 [4.55]	2.17 [3.24]	XS	80	850 [5900]	850 [5900]
			0.250 [6.35]	2.85 [4.24]	...	160	950 [6500]	950 [6500]
			0.358 [9.09]	3.66 [5.45]	XXS	...	1000 [6900]	1000 [6900]
1¼	32	1.660 [42.2]	0.140 [3.56]	2.27 [3.39]	STD	40	1200 [8300]	1300 [9000]
			0.191 [4.85]	3.00 [4.47]	XS	80	1800 [12 400]	1900 [13 100]
			0.250 [6.35]	3.77 [5.61]	...	160	1900 [13 100]	2000 [13 800]
			0.382 [9.70]	5.22 [7.77]	XXS	...	2200 [15 200]	2300 [15 900]
1½	40	1.900 [48.3]	0.145 [3.68]	2.72 [4.05]	STD	40	1200 [8300]	1300 [9000]
			0.200 [5.08]	3.63 [5.41]	XS	80	1800 [12 400]	1900 [13 100]
			0.281 [7.14]	4.86 [7.25]	...	160	1950 [13 400]	2050 [14 100]
			0.400 [10.16]	6.41 [9.56]	XXS	...	2200 [15 200]	2300 [15 900]
2	50	2.375 [60.3]	0.154 [3.91]	3.66 [5.44]	STD	40	2300 [15 900]	2500 [17 200]
			0.218 [5.54]	5.03 [7.48]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.344 [8.74]	7.47 [11.11]	...	160	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.436 [11.07]	9.04 [13.44]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
2½	65	2.875 [73.0]	0.203 [5.16]	5.80 [8.63]	STD	40	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.276 [7.01]	7.67 [11.41]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.375 [9.52]	10.02 [14.90]	...	160	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.552 [14.02]	13.71 [20.39]	XXS	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
3	80	3.500 [88.9]	0.125 [3.18]	4.51 [6.72]	...	...	1290 [8900]	1500 [1000]
			0.156 [3.96]	5.58 [8.29]	...	...	1600 [11 000]	1870 [12 900]
			0.188 [4.78]	6.66 [9.92]	...	...	1930 [13 330]	2260 [15 600]
			0.216 [5.49]	7.58 [11.29]	STD	40	2220 [15 300]	2500 [17 200]
			0.250 [6.35]	8.69 [12.93]	...	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.281 [7.14]	9.67 [14.40]	...	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.300 [7.62]	10.26 [15.27]	XS	80	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.438 [11.13]	14.34 [21.35]	...	160	2500 [17 200]	2500 [17 200]
3½	90	4.000 [101.6]	0.125 [3.18]	5.18 [7.72]	...	...	1120 [7700]	1310 [19 000]
			0.156 [3.96]	6.41 [9.53]	...	...	1400 [6700]	1640 [11 300]
			0.188 [4.78]	7.66 [11.41]	...	...	1680 [11 700]	1970 [13 600]
			0.226 [5.74]	9.12 [13.57]	STD	40	2030 [14 000]	2370 [16 300]
			0.250 [6.35]	10.02 [14.92]	...	...	2250 [15 500]	2500 [17 200]
			0.281 [7.14]	11.17 [16.63]	...	...	2500 [17 200]	2500 [17 200]
			0.318 [8.08]	12.52 [18.63]	XS	80	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			4	100	4.500 [114.3]	0.125 [3.18]	5.85 [8.71]	...	...	1000 [6900]	1170 [8100]
0.156 [3.96]	7.24 [10.78]	...				...	1250 [8600]	1460 [10 100]
0.188 [4.78]	8.67 [12.91]	...				...	1500 [10 300]	1750 [12 100]
0.219 [5.56]	10.02 [14.91]	...				...	1750 [12 100]	2040 [14 100]
0.237 [6.02]	10.80 [16.07]	STD				40	1900 [13 100]	2210 [15 200]
0.250 [6.35]	11.36 [16.90]	...				...	2000 [13 800]	2330 [16 100]
0.281 [7.14]	12.67 [18.87]	...				...	2250 [15 100]	2620 [18 100]
0.312 [7.92]	13.97 [20.78]	...				...	2500 [17 200]	2800 [19 300]

Tabla de dimensiones, pesos y presión de pruebas de tuberías según ASTM A 53 (hoja 1 de 2).
 Extraído del American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless (A 53/A 53M)*.

Anexo A – tablas y diagramas

TABLE X2.2 *Continued*

NPS Designator	DN Designator	Outside Diameter, in. [mm]	Nominal Wall Thickness, in. [mm]	Nominal Weight per Unit Length, Plain End, lb/ft [kg/m]	Weight Class	Schedule No.	Test Pressure, ^A psi [kPa]	
							Grade A	Grade B
			0.337 [8.56]	15.00 [22.32]	XS	80	2700 [18 600]	2800 [19 300]
			0.438 [11.13]	19.02 [28.32]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.531 [13.49]	22.53 [33.54]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.674 [17.12]	27.57 [41.03]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
5	125	5.563 [141.3]	0.156 [3.96]	9.02 [13.41]	...	...	1010 [7000]	1180 [8100]
			0.188 [4.78]	10.80 [16.09]	...	...	1220 [8400]	1420 [9800]
			0.219 [5.56]	12.51 [18.61]	...	...	1420 [9800]	1650 [11 400]
			0.258 [6.56]	14.63 [21.77]	STD	40	1670 [11 500]	1950 [13 400]
			0.281 [7.14]	15.87 [23.62]	...	...	1820 [12 500]	2120 [14 600]
			0.312 [7.92]	17.51 [26.05]	...	...	2020 [13 900]	2360 [16 300]
			0.344 [8.74]	19.19 [28.57]	...	...	2230 [15 400]	2600 [17 900]
			0.375 [9.52]	20.80 [30.94]	XS	80	2430 [16 800]	2800 [19 300]
			0.500 [12.70]	27.06 [40.28]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.625 [15.88]	32.99 [49.11]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.750 [19.05]	38.59 [57.43]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
6	150	6.625 [168.3]	0.188 [4.78]	12.94 [19.27]	...	...	1020 [7000]	1190 [8200]
			0.219 [5.56]	15.00 [22.31]	...	...	1190 [8200]	1390 [9600]
			0.250 [6.35]	17.04 [25.36]	...	...	1360 [9400]	1580 [10 900]
			0.280 [7.11]	18.99 [28.26]	STD	40	1520 [10 500]	1780 [12 300]
			0.312 [7.92]	21.06 [31.32]	...	...	1700 [11 700]	1980 [13 700]
			0.344 [8.74]	23.10 [34.39]	...	...	1870 [12 900]	2180 [15 000]
			0.375 [9.52]	25.05 [37.28]	...	...	2040 [14 100]	2380 [16 400]
			0.432 [10.97]	28.60 [42.56]	XS	80	2350 [16 200]	2740 [18 900]
			0.562 [14.27]	36.43 [54.20]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.719 [18.26]	45.39 [67.56]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.864 [21.95]	53.21 [79.22]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
8	200	8.625 [219.1]	0.188 [4.78]	16.96 [25.26]	...	...	780 [5400]	920 [6300]
			0.203 [5.16]	18.28 [27.22]	...	...	850 [5900]	1000 [6900]
			0.219 [5.56]	19.68 [29.28]	...	...	910 [6300]	1070 [7400]
			0.250 [6.35]	22.38 [33.31]	...	20	1040 [7200]	1220 [8400]
			0.277 [7.04]	24.72 [36.31]	...	30	1160 [7800]	1350 [9300]
			0.312 [7.92]	27.73 [41.24]	...	...	1300 [9000]	1520 [10 500]
			0.322 [8.18]	28.58 [42.55]	STD	40	1340 [9200]	1570 [10 800]
			0.344 [8.74]	30.45 [45.34]	...	...	1440 [9900]	1680 [11 600]
			0.375 [9.52]	33.07 [49.20]	...	...	1570 [10 800]	1830 [12 600]
			0.406 [10.31]	35.67 [53.08]	...	60	1700 [11 700]	2000 [13 800]
			0.438 [11.13]	38.33 [57.08]	...	...	1830 [12 600]	2130 [14 700]
			0.500 [12.70]	43.43 [64.64]	XS	80	2090 [14 400]	2430 [16 800]
			0.594 [15.09]	51.00 [75.92]	...	100	2500 [17 200]	2800 [19 300]
			0.719 [18.26]	60.77 [90.44]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.812 [20.62]	67.82 [100.92]	...	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			0.875 [22.22]	72.49 [107.88]	XXS	...	2800 [19 300]	2800 [19 300]
0.906 [23.01]	74.76 [111.27]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]			
10	250	10.750 [273.0]	0.188 [4.78]	21.23 [31.62]	...	...	630 [4300]	730 [5000]
			0.203 [5.16]	22.89 [34.08]	...	...	680 [4700]	800 [5500]
			0.219 [5.56]	24.65 [36.87]	...	...	730 [5000]	860 [5900]
			0.250 [6.35]	28.06 [41.75]	...	20	840 [5800]	980 [6800]
			0.279 [7.09]	31.23 [46.49]	...	...	930 [6400]	1090 [7500]
			0.307 [7.80]	34.27 [51.01]	...	30	1030 [7100]	1200 [8300]
			0.344 [8.74]	38.27 [56.96]	...	...	1150 [7900]	1340 [9200]
			0.365 [9.27]	40.52 [60.29]	STD	40	1220 [8400]	1430 [9900]
			0.438 [11.13]	48.28 [71.87]	...	...	1470 [10 100]	1710 [11 800]
			0.500 [12.70]	54.79 [81.52]	XS	60	1670 [11 500]	1950 [13 400]
			0.594 [15.09]	64.49 [95.97]	...	80	1990 [13 700]	2320 [16 000]
			0.719 [18.26]	77.10 [114.70]	...	100	2410 [16 600]	2800 [19 300]
			0.844 [21.44]	89.38 [133.00]	...	120	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.000 [25.40]	104.23 [155.09]	XXS	140	2800 [19 300]	2800 [19 300]
			1.125 [28.57]	115.75 [172.21]	...	160	2800 [19 300]	2800 [19 300]
12	300	12.750 [323.8]	0.203 [5.16]	27.23 [40.55]	...	...	570 [3900]	670 [4600]
			0.219 [5.56]	29.34 [43.63]	...	...	620 [4300]	720 [5000]
			0.250 [6.35]	33.41 [49.71]	...	20	710 [4900]	820 [5700]
			0.281 [7.14]	37.46 [55.75]	...	...	790 [5400]	930 [6400]
			0.312 [7.92]	41.48 [61.69]	...	...	880 [6100]	1030 [7100]
			0.330 [8.38]	43.81 [65.18]	...	30	930 [6400]	1090 [7500]
			0.344 [8.74]	45.62 [67.90]	...	...	970 [6700]	1130 [7800]
			0.375 [9.52]	49.61 [73.78]	STD	...	1060 [7300]	1240 [8500]

Tabla de dimensiones, pesos y presión de pruebas de tuberías según ASTM A 53 (hoja 2 de 2).
 Extraído del American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless (A 53/A 53M)*.

Anexo A – tablas y diagramas

A.13- Tabla de dimensiones de uniones roscadas según el ASTM A 53

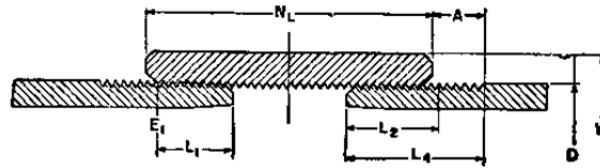


FIG. X3.1 Dimensions of Hand Tight Assembly for Use with Table X3.1

TABLE X3.1 Basic Threading Data for Standard-Weight NPS 6 [DN 50] and Under

NOTE 1—All dimensions in this table are nominal and subject to mill tolerances.
NOTE 2—The taper of threads is 3/4 in./ft [62.5 mm/m] on the diameter.

Pipe		Threads					Coupling			
NPS Designator	DN Designator	Outside Diameter, in. [mm]	Number per inch	End of Pipe to Hand Tight Plane, in. [mm]	Effective Length, in. [mm]	Total Length, in. [mm]	Pitch Diameter at Hand Tight Plane, in. [mm]	Outside Diameter, in. [mm]	Length, min., in. [mm]	Hand Tight Stand-Off (Number of Threads)
		D		L ₁	L ₂	L ₄	E _T	W	N _L	A
1/8	6	0.405 [10.3]	27	0.1615 [4.1021]	0.2638 [6.7005]	0.3924 [9.9670]	0.37360 [9.48944]	0.563 [14.3]	3/4 [19]	4
1/4	8	0.540 [13.7]	18	0.2278 [5.7861]	0.4018 [10.2057]	0.5946 [15.1028]	0.49163 [12.48740]	0.719 [18.3]	1 1/8 [29]	5 1/2
3/8	10	0.675 [17.1]	18	0.240 [6.096]	0.4078 [10.3581]	0.6006 [15.2552]	0.62701 [15.92605]	0.875 [22.2]	1 1/8 [29]	5
1/2	15	0.840 [21.3]	14	0.320 [8.128]	0.5337 [13.5560]	0.7815 [19.8501]	0.77843 [19.77212]	1.063 [27.0]	1 1/2 [38]	5
3/4	20	1.050 [26.7]	14	0.339 [8.611]	0.5457 [13.8608]	0.7935 [20.1549]	0.98887 [25.11730]	1.313 [33.4]	1 [40]	5
1	25	1.315 [33.4]	11 1/2	0.400 [10.160]	0.6828 [17.3431]	0.9845 [25.0063]	1.23863 [31.46120]	1.576 [40.0]	1 1/4 [49]	5
1 1/4	32	1.660 [42.2]	11 1/2	0.420 [10.668]	0.7068 [17.9527]	1.0085 [25.6159]	1.58338 [40.21785]	1.900 [48.3]	2 [50]	5
1 1/2	40	1.900 [48.3]	11 1/2	0.420 [10.668]	0.7235 [18.3769]	1.0252 [26.0401]	1.82234 [46.28744]	2.200 [55.9]	2 [50]	5 1/2
2	50	2.375 [60.3]	11 1/2	0.436 [11.074]	0.7565 [19.2151]	1.0582 [26.8783]	2.29627 [58.32526]	2.750 [69.8]	2 1/4 [52]	5 1/2
2 1/2	65	2.875 [73.0]	8	0.682 [17.323]	1.1376 [28.8950]	1.5712 [39.9085]	2.76216 [70.15886]	3.250 [82.5]	3 1/4 [78]	5 1/2
3	80	3.500 [88.9]	8	0.766 [19.456]	1.2000 [30.4800]	1.6337 [41.4960]	3.38850 [86.06790]	4.000 [101.6]	3 3/4 [81]	5 1/2
3 1/2	90	4.000 [101.6]	8	0.821 [20.853]	1.2500 [31.7500]	1.6837 [42.7660]	3.88881 [98.77577]	4.625 [117.5]	3 3/4 [84]	5 1/2
4	100	4.500 [114.3]	8	0.844 [21.438]	1.3000 [33.0200]	1.7337 [44.0360]	4.38713 [111.43310]	5.000 [127.0]	3 3/4 [87]	5
5	125	5.563 [141.3]	8	0.937 [23.800]	1.4063 [35.7200]	1.8400 [46.7360]	5.44929 [138.41200]	6.296 [159.9]	3 1/2 [94]	5
6	150	6.625 [168.3]	8	0.958 [24.333]	1.5125 [38.4175]	1.9462 [49.4335]	6.50597 [165.25164]	7.390 [187.7]	4 1/4 [125]	6

Tabla de dimensiones de uniones roscadas según el ASTM A 53.

Extraído del American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless (A 53/A 53M)*.

Anexo A – tablas y diagramas

A.14- Tabla de requerimientos mecánicos de tuberías según el ASTM A 106

TABLE 2 Tensile Requirements

	Grade A		Grade B		Grade C	
	Longitudinal	Transverse	Longitudinal	Transverse	Longitudinal	Transverse
Tensile strength, min, psi [MPa]	48 000 [330]		60 000 [415]		70 000 [485]	
Yield strength, min, psi [MPa]	30 000 [205]		35 000 [240]		40 000 [275]	
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %:						
Basic minimum elongation transverse strip tests, and for all small sizes tested in full section	35	25	30	16.5	30	16.5
When standard round 2-in. [50-mm] gage length test specimen is used	28	20	22	12	20	12
For longitudinal strip tests	A		A		A	
For transverse strip tests, a deduction for each 1/32-in. [0.8-mm] decrease in wall thickness below 5/16 in. [7.9 mm] from the basic minimum elongation of the following percentage shall be made		1.25		1.00		1.00

^A The minimum elongation in 2 in. [50 mm] shall be determined by the following equation:

$$e = 625\ 000A^{0.2} / U^{0.8}$$

for SI units, and

$$e = 1\ 940A^{0.2} / U^{0.8}$$

for Customary US unites,

where:

e = minimum elongation in 2 in. [50 mm], %, rounded to the nearest 0.5 %,

A = cross-sectional area of the tension test specimen, in.² [mm²], based on specified outside diameter or nominal specimen width and specified wall thickness rounded to the nearest 0.01 in.² [1 mm²] (If the area thus calculated is equal to or greater than 0.75 in.² [500 mm²], then the value 0.75 in.² [500 mm²] shall be used), and

U = specified tensile strength, psi [MPa].

Tabla de requerimientos mecánicos de tuberías según el ASTM A 106.

Extraído del American Society Testing Materials. (2002). *Standard Specification for Seamless Carbon Steel for High-Temperature Service (A 106/A 106M)*.

Anexo A – tablas y diagramas

A.15- Tabla de dimensiones de tuberías según el ISO 65

Table 2 – Dimensions

DN	Designation of thread	Outside diameter ¹⁾ <i>D</i> mm	Thicknesses (<i>T</i>) and masses per unit length (<i>M</i>) according to the series											
			Heavy series			Medium series			Light series 1			Light series 2		
			<i>T</i> mm	Plain end <i>M</i> kg/m	Screwed socketed <i>M</i> kg/m	<i>T</i> mm	Plain end <i>M</i> kg/m	Screwed socketed <i>M</i> kg/m	<i>T</i> mm	Plain end <i>M</i> kg/m	Screwed socketed <i>M</i> kg/m	<i>T</i> mm	Plain end <i>M</i> kg/m	Screwed socketed <i>M</i> kg/m
6	1/8	10,2	2,6	0,487	0,490	2,0	0,404	0,407	1,8	0,366	0,369	1,8	0,360	0,363
8	1/4	13,6	2,9	0,765	0,769	2,3	0,641	0,645	2,0	0,570	0,574	1,8	0,515	0,519
10	3/8	17,2	2,9	1,02	1,03	2,3	0,839	0,845	2,0	0,742	0,748	1,8	0,670	0,676
15	1/2	21,3	3,2	1,44	1,45	2,6	1,21	1,22	2,3	1,08	1,09	2,0	0,947	0,956
20	3/4	26,9	3,2	1,87	1,88	2,6	1,56	1,57	2,3	1,39	1,40	2,3	1,38	1,39
25	1	33,7	4,0	2,93	2,95	3,2	2,41	2,43	2,9	2,20	2,22	2,6	1,98	2,00
32	1 1/4	42,4	4,0	3,79	3,82	3,2	3,10	3,13	2,9	2,82	2,85	2,6	2,54	2,57
40	1 1/2	48,3	4,0	4,37	4,41	3,2	3,56	3,60	2,9	3,24	3,28	2,9	3,23	3,27
50	2	60,3	4,5	6,19	6,26	3,6	5,03	5,10	3,2	4,49	4,56	2,9	4,08	4,15
65	2 1/2	76,1	4,5	7,93	8,05	3,6	6,42	6,54	3,2	5,73	5,85	3,2	5,71	5,83
80	3	88,9	5,0	10,3	10,5	4,0	8,36	8,53	3,6	7,55	7,72	3,2	6,72	6,89
100	4	114,3	5,4	14,5	14,8	4,5	12,2	12,5	4,0	10,8	11,1	3,6	9,75	10,0
125	5	139,7	5,4	17,9	18,4	5,0	16,6	17,1						
150	6	165,1 ²⁾	5,4	21,3	21,9	5,0	19,8	20,4						

1) See table 3 and clause 8.1.

2) This diameter is not listed in ISO 4200 but the mass per unit length for this tube has been calculated according to the rules laid down in clause 3.

Tabla de dimensiones de tuberías según el ISO 65.

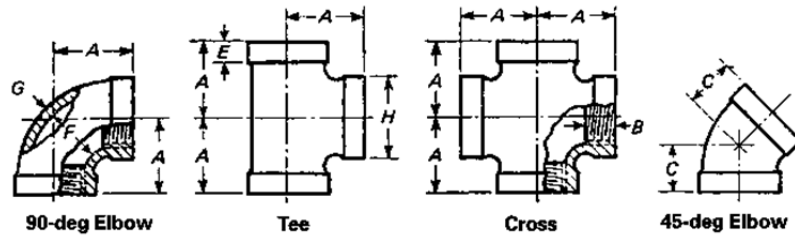
Extraído del International Organization for Standardization. (1981). *Carbon Steel Tubes Suitable for Screwing in Accordance with ISO 7/1* (ISO 65).

Anexo A – tablas y diagramas

A.16- Tabla de dimensiones de accesorios roscados según ASME B16.3

ASME B16.3-2006

Table 3 Dimensions of Class 150, 90-deg Elbows, Tees, and Crosses, and 45-deg Elbows (Straight Sizes)



NPS	Center-to-End Elbows, Tees, and Crosses, <i>A</i> [Note (1)]	Center-to-End 45-deg Elbows, <i>C</i>	Minimum Length of Thread, <i>B</i>	Minimum Width of Band, <i>E</i>	Inside Diameter of Fitting, <i>F</i>		Metal Thickness, <i>G</i>	Minimum Outside Diameter of Band, <i>H</i>
					Min.	Max.		
1/8	17.5	...	6.4	5.1	10.3	11.0	2.29	17.6
1/4	20.6	18.5	8.1	5.5	13.7	14.8	2.41	21.4
3/8	24.1	20.3	9.1	5.8	17.1	18.3	2.54	35.8
1/2	28.5	22.4	10.9	6.3	21.3	22.8	2.67	30.4
3/4	33.3	24.9	12.7	6.9	26.7	28.1	3.05	37.0
1	38.1	28.5	14.7	7.7	33.4	35.2	3.40	45.0
1 1/4	44.5	32.8	17.0	8.7	42.2	43.9	3.68	54.7
1 1/2	49.3	36.3	17.8	9.3	48.3	50.0	3.94	61.6
2	57.2	42.7	19.1	10.7	60.3	62.1	4.39	75.3
2 1/2	68.6	49.5	23.4	12.1	73.0	75.6	5.33	91.2
3	78.2	55.1	24.9	13.9	88.9	91.4	5.87	108.8
3 1/2	86.9	60.7	26.2	15.3	101.6	104.1	6.30	123.0
4	96.3	66.3	27.4	16.8	114.4	116.8	6.73	137.2
5	114.3	77.5	30.0	19.8	141.3	143.8	7.62	167.2
6	130.3	87.9	32.5	22.9	168.3	170.8	8.53	197.3

GENERAL NOTE: Dimensions are in millimeters.

NOTE:

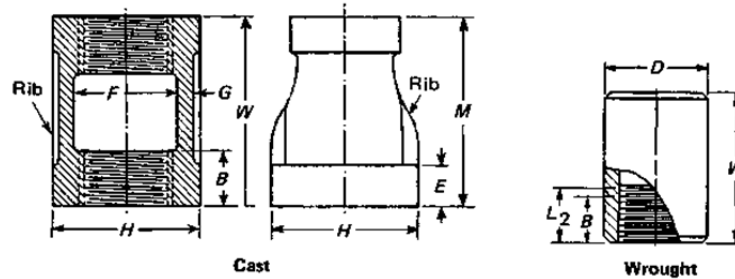
(1) Dimensions for reducing elbows and reducing crosses are given in Table 4 and dimensions for reducing tees in Table 5.

Tabla de dimensiones de accesorios roscados según el ASME B16.3 (hoja 1 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2006). *Malleable Iron Threaded Fittings Classes 150 and 300* (B16.3).

Anexo A – tablas y diagramas

ASME B16.3-2006

Table 8 Dimensions of Class 150 Couplings (Straight and Reducing Sizes)



NPS	Minimum Length of Thread		Minimum Width of Band, E	Inside Diameter of Fittings, F		Metal Thickness, G	Minimum Outside Diameter of Band, H		Thickness of Ribs	Length of Straight Couplings, W	Length of Reducing Concentric Couplings, M [Notes (1) and (2)]	Steel Couplings [Notes (2) and (3)]	
	B	L ₂		Min.	Max.		Length, W	Outside Diameter, D					
1/8	6.4	6.7	5.1	10.3	11.0	2.29	17.6	2.29	24.2	...	20.7	14.3	
1/4	8.1	10.2	5.5	13.7	14.8	2.41	21.4	2.41	26.9	25.4	30.2	18.3	
3/8	9.1	10.4	5.8	17.1	18.3	2.54	25.8	2.54	29.5	28.7	30.2	22.2	
1/2	10.9	...	6.3	21.3	22.8	2.67	30.4	2.67	34.0	31.8	...	...
3/4	12.7	...	6.9	26.7	28.1	3.05	37.0	3.05	38.6	36.6	...	...
1	14.7	...	7.7	33.4	35.2	3.40	45.0	3.40	42.4	42.9	...	...
1 1/4	17.0	...	8.7	42.2	43.9	3.68	54.7	3.60	49.0	52.3	...	...
1 1/2	17.8	...	9.3	48.3	50.0	3.94	61.6	3.84	54.6	58.7	...	...
2	19.1	...	10.7	60.3	62.1	4.39	75.3	4.39	64.3	71.4	...	...
2 1/2	23.4	...	12.1	73.0	75.6	5.33	91.2	5.33	73.2	82.6	...	...
3	24.9	...	13.9	88.9	91.4	5.87	108.8	5.87	80.8	93.7	...	...
4	27.4	...	16.8	114.4	116.8	6.73	137.2	6.73	93.7	111.3	...	...

GENERAL NOTES:

- (a) Dimensions are in millimeters.
- (b) Right- and left-hand pattern couplings are standard only in sizes up to and including NPS 2.

NOTES:

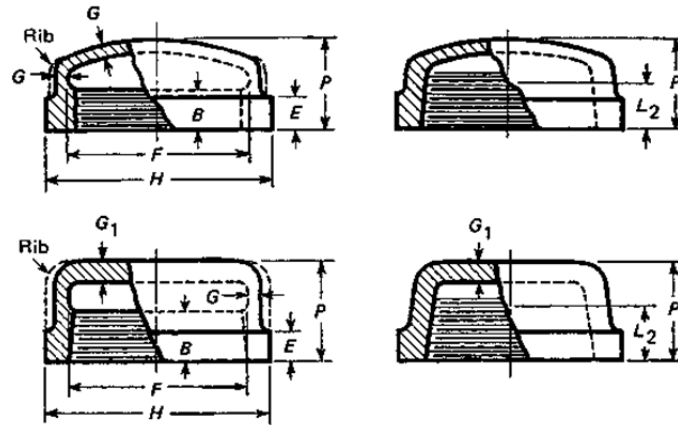
- (1) Dimension M for all reduction of reducing couplings (concentric only) shall be the same as shown for the largest opening. Dimension M for eccentric couplings is not standard and such information should be obtained from the manufacturer.
- (2) Couplings NPS 3/8 and smaller may be cast or made from steel rod with a minimum yield strength of 207 MPa at the option of the manufacturer.
- (3) Steel couplings are made without recess. Dimension B for steel couplings is minimum length of perfect thread, and the length of useful thread (B plus threads with fully formed roots and flat crests) shall be not less than L₂ (effective length of external thread) required by ASME B1.20.1. See section 7.

Tabla de dimensiones de accesorios roscados según el ASME B16.3 (hoja 2 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2006). *Malleable Iron Threaded Fittings Classes 150 and 300* (B16.3).

Anexo A – tablas y diagramas

ASME B16.3-2006

Table 9 Dimensions of Class 150 Caps



NPS	Minimum Length of Thread		Minimum Width of Band, E	Inside Diameter of Fittings, F		Metal Thickness of Side, G	Minimum Outside Diameter of Band, H [Note (1)]	Minimum Height, P [Note (2)]	Thickness of Ribs	Thickness of Flat Top Caps, G ₁
	B	L ₂		Min.	Max.					
3/8	6.4	6.7	5.1	10.3	11.0	2.29	17.6	13.5	...	...
1/4	8.1	10.2	5.5	13.7	14.8	2.41	21.4	16.0	...	...
3/8	9.1	10.4	5.8	17.1	18.3	2.54	25.8	18.8	...	...
1/2	10.9	13.6	6.3	21.3	22.8	2.67	30.4	22.1	3.67	...
3/4	12.7	13.9	6.9	26.7	28.1	3.05	37.0	24.6	3.05	3.30
1	14.7	17.3	7.7	33.4	35.2	3.40	45.0	29.5	3.40	3.81
1 1/4	17.0	18.0	8.7	42.2	43.9	3.68	54.7	32.5	3.68	4.32
1 1/2	17.8	18.4	9.3	48.3	50.0	3.94	61.6	33.8	3.94	4.83
2	19.1	19.2	10.7	60.3	62.1	4.39	75.3	36.8	4.39	5.59
2 1/2	23.4	28.9	12.1	73.0	75.6	5.33	91.3	43.2	5.33	6.35
3	24.9	30.5	13.9	88.9	91.4	5.87	108.8	45.7	5.87	7.37
3 1/2	26.2	31.8	15.3	101.6	104.1	6.30	123.0	48.3	6.30	7.62
4	27.4	33.0	16.9	114.4	116.8	6.73	137.2	52.8	6.73	9.14
5	30.0	35.7	19.8	141.3	143.8	7.62	167.2	58.9	7.62	...
6	32.5	38.4	22.9	168.3	170.8	8.53	197.3	64.8	8.53	...

GENERAL NOTE: Dimensions are in millimeters.

NOTES:

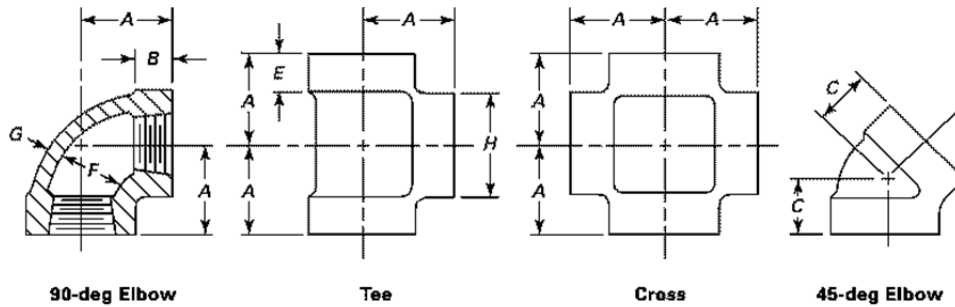
- (1) Caps sizes 1/8, 1/4, and 3/8 may be malleable castings or made from steel rod with a minimum yield strength of 207 MPa at the option of the manufacturer. When made from steel rod, diameters shall be 14.3, 17.4, and 21.4, respectively. Caps made from steel rod have no recess.
- (2) Caps may be made without recess. Caps so made shall be of such height P that the length of perfect thread shall be not less than B, and the length of useful thread (B plus threads with fully formed roots and flat crests) shall be not less than L₂ (effective length of external thread) required by ASME B1.20.1.

Tabla de dimensiones de accesorios roscados según el ASME B16.3 (hoja 3 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2006). *Malleable Iron Threaded Fittings Classes 150 and 300* (B16.3).

Anexo A – tablas y diagramas

A.17- Tabla de dimensiones de accesorios roscados según el ASME B16.4

Table 2 Dimensions of Class 125, 90-deg and 45-deg Elbows, Tees, and Crosses (Straight Sizes)



NPS	Center-to-End Elbows, Tees, and Crosses, A [Note (1)]	Center-to-End, 45 deg Elbows, C	Minimum Length of Thread, B	Minimum Width of Band, E	Inside Diameter of Fitting, F		Metal Thickness, G	Minimum Outside Diameter of Band, H
					Min.	Max.		
1/8	20.5	18.5	8.0	9.0	13.7	14.8	3.0	24
3/8	24.0	20.5	9.0	11.0	17.1	18.3	3.0	28
1/2	28.5	22.5	11.0	12.5	21.3	22.8	3.5	34
3/4	33.5	25.0	12.5	14.0	26.7	28.1	4.0	41
1	38.0	28.5	14.5	15.5	33.4	35.2	4.5	50
1 1/4	44.5	33.0	17.0	17.5	42.2	43.9	4.5	61
1 1/2	49.5	36.5	18.0	19.0	48.3	50.0	5.0	68
2	57.0	42.5	19.0	21.5	60.3	62.1	5.5	83
2 1/2	68.5	49.5	23.5	24.0	73.0	75.6	6.0	98
3	78.0	55.0	25.0	25.5	88.9	91.4	6.5	117
3 1/2	87.0	60.5	26.0	27.0	101.6	104.1	7.0	132
4	96.5	66.5	27.5	28.5	114.4	116.8	8.0	147
5	114.5	77.5	30.0	30.0	141.3	143.8	9.5	179
6	130.5	88.0	31.5	31.5	168.3	170.8	11.0	210
8	166.5	108.5	37.5	37.5	219.2	221.7	14.0	270
10	205.0	131.0	42.5	42.5	273.1	275.6	17.5	333
12	241.5	151.5	48.0	48.0	323.8	326.4	20.5	393

GENERAL NOTE: Dimensions are in millimeters.

NOTE:

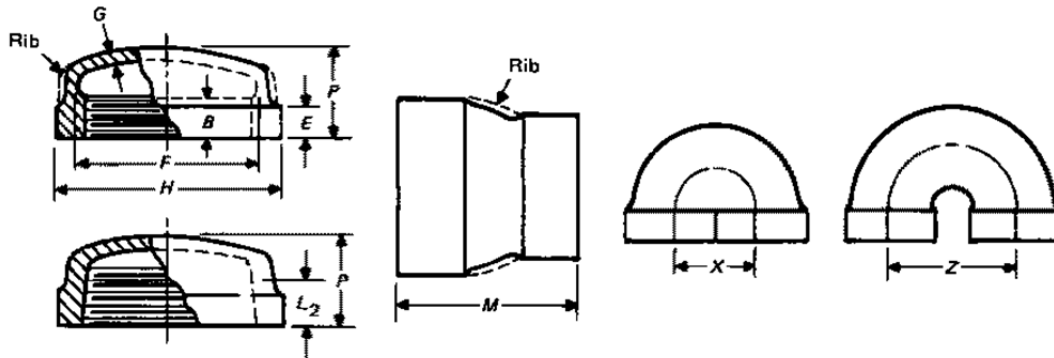
(1) Dimensions for reducing elbows and reducing crosses are given in Table 3 and reducing tees in Table 4.

Tabla de dimensiones de accesorios roscados según el ASME B16.4 (hoja 1 de 3).

Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2011). *Gray Iron Threaded Fittings Classes 125 and 250* (B16.4).

Anexo A – tablas y diagramas

Table 5 Dimensions of Class 125 Caps, Reducing Couplings, and Closed- and Open-Pattern Return Bends



NPS	Minimum Length of Thread [Note (1)]		Minimum Width of Band, E	Inside Diameter of Fitting, F [Note (1)]		Metal Thickness, G	Minimum Outside Diameter of Band, H	Length of Reducing Concentric Couplings, M [Note (2)]	Minimum Height, P [Note (1)]	Center-to-Center	
	B	L ₂		Min.	Max.					Closed, X	Open, Z
1/2	11.0	...	12.5	21.3	22.8	3.5	34	35	...	32.0	44.5
3/4	12.5	...	14.0	26.7	28.1	4.0	41	38	...	38.0	48.0
1	14.5	...	16.0	33.4	35.2	4.5	50	43	...	44.5	63.5
1 1/4	17.0	...	17.5	42.4	43.9	4.5	61	54	...	52.0	76.0
1 1/2	18.0	...	19.0	48.3	50.0	5.0	68	57	...	63.5	89.0
2	19.0	...	21.5	60.3	62.1	5.0	83	59	...	82.5	114.5
2 1/2	23.5	29.0	30.0	73.0	75.6	6.0	98	67	46.0	95.5	139.5
3	25.0	30.5	25.5	88.9	91.4	6.5	117	73	48.5	114.5	165.0
3 1/2	26.0	32.0	27.0	101.6	104.1	7.0	132	80	51.5	...	...
4	27.5	33.0	28.5	114.4	116.8	8.0	147	86	56.5	152.5	190.5
5	30.0	36.0	30.0	141.3	143.8	9.5	179	91	60.5	...	...
6	32.5	38.5	32.5	168.3	170.8	11.0	210	97	67.0	...	...
8	37.5	43.5	37.5	219.2	221.7	14.0	270	133	73.0	...	...
10	42.5	49.0	42.5	273.1	275.6	17.5	333	...	89.0	...	...
12	48.0	54.0	48.0	323.8	326.4	20.5	...	...	98.5	...	...

GENERAL NOTES:

- (a) Dimensions are in millimeters.
- (b) Caps may be made flat or with a radius as shown in the illustrations.

NOTES:

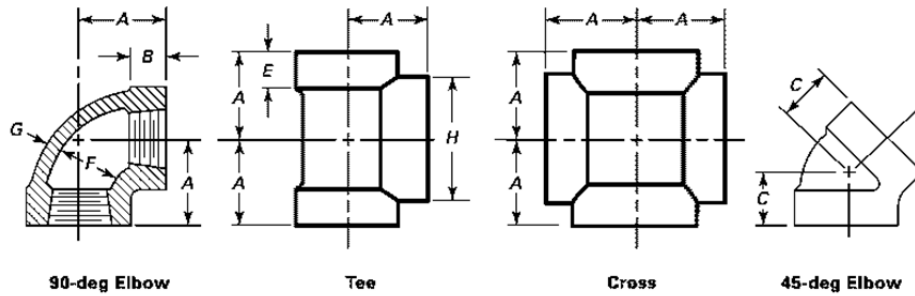
- (1) Caps may be made without recess. Caps so made shall be of such height, P, that the length of perfect thread shall be not less than B, and the length of useful thread (B plus threads with fully formed roots and flat crests) shall be not less than L (effective length of external thread) required by ASME B1.20.1.
- (2) Dimension M for all reduction of reducing couplings (concentric only) shall be the same as shown for the largest opening. Dimension M for eccentric couplings is not standard and such information should be obtained from the manufacturer.

Tabla de dimensiones de accesorios roscados según el ASME B16.4 (hoja 2 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2011). *Gray Iron Threaded Fittings Classes 125 and 250* (B16.4).

Anexo A – tablas y diagramas

ASME B16.4-2011

Table 6 Dimensions of Class 250, 90-deg and 45-deg Elbows, Tees, and Crosses (Straight Sizes)



NPS	Center-to-End Elbows, Tees, and Crosses, A	Center-to-End, 45-deg Elbows, C	Minimum Length of Thread, B	Minimum Width of Band, E	Inside Diameter of Fitting, F		Metal Thickness, G	Minimum Outside Diameter of Band, H
					Min.	Max.		
1/4	24.0	20.5	11.0	12.5	13.7	14.8	4.5	30
3/8	27.0	22.5	12.0	14.0	17.1	18.3	4.5	36
1/2	32.0	25.5	14.5	15.0	21.3	22.8	5.0	40
3/4	36.5	28.5	16.5	17.5	26.7	28.1	6.0	48
1	41.5	33.5	19.0	19.5	33.4	35.2	7.0	57
1 1/4	49.5	38.0	21.5	22.5	42.2	43.9	8.5	69
1 1/2	54.0	43.0	22.0	24.5	48.3	50.0	9.0	78
2	63.5	51.0	25.5	28.5	60.3	62.1	10.0	95
2 1/2	74.5	57.0	29.5	33.0	73.0	75.6	11.0	117
3	86.0	63.5	31.0	35.5	88.9	91.4	12.0	136
3 1/2	95.5	67.0	32.5	38.0	101.6	104.1	13.0	152
4	105.0	71.5	34.0	40.0	114.4	116.8	14.0	168
5	124.0	81.0	36.5	44.0	141.3	143.8	17.0	201
6	143.0	89.0	39.0	48.5	168.3	170.8	19.0	235
8	178.0	109.5	43.5	57.0	219.2	221.7	23.0	298
10	219.0	132.9	49.0	65.5	273.1	275.6	27.5	365
12	254.0	152.5	54.0	74.0	323.8	326.4	31.5	428

GENERAL NOTES:

(a) Dimensions are in millimeters.

(b) The Class 250 standard for threaded fittings covers only the straight sizes of 90-deg and 45-deg elbows, tees, and crosses.

Tabla de dimensiones de *accesorios roscados* según el ASME B16.4 (hoja 3 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2011). *Gray Iron Threaded Fittings Classes 125 and 250* (B16.4).

Anexo A – tablas y diagramas

A.18- Tabla de dimensiones de bridas Clase 150 según el ASME B16.5

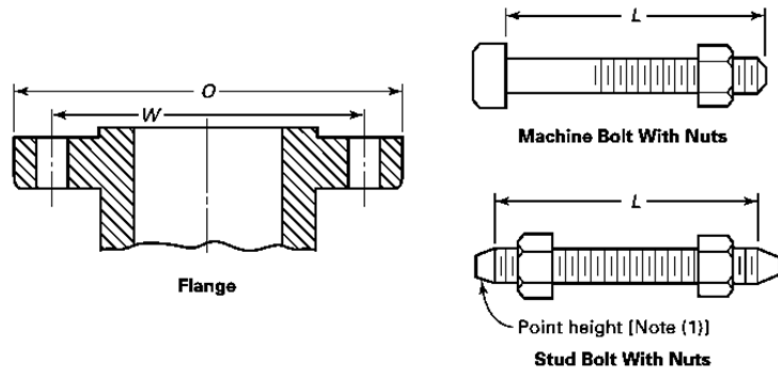


Table 7 Templates for Drilling Class 150 Flanges

Nominal Pipe Size, NPS	Outside Diameter of Flange, O	Drilling [Notes (2), (3)]				Length of Bolts, L [Notes (1), (4)]		
		Diameter of Bolt Circle, W	Diameter of Bolt Holes, in.	Number of Bolts	Diameter of Bolts, in.	Stud Bolts [Note (1)]		Machine Bolts
						2 mm Raised Face	Ring Joint	2 mm Raised Face
1/2	90	60.3	5/8	4	1/2	55	...	50
3/4	100	69.9	5/8	4	1/2	65	...	50
1	110	79.4	5/8	4	1/2	65	75	55
1 1/4	115	88.9	5/8	4	1/2	70	85	55
1 1/2	125	98.4	5/8	4	1/2	70	85	65
2	150	120.7	3/4	4	5/8	85	95	70
2 1/2	180	139.7	3/4	4	5/8	90	100	75
3	190	152.4	3/4	4	5/8	90	100	75
3 1/2	215	177.8	3/4	8	5/8	90	100	75
4	230	190.5	3/4	8	5/8	90	100	75
5	255	215.9	7/8	8	3/4	95	110	85
6	280	241.3	7/8	8	3/4	100	115	85
8	345	298.5	7/8	8	3/4	110	120	90
10	405	362.0	1	12	7/8	115	125	100
12	485	431.8	1	12	7/8	120	135	100
14	535	476.3	1 1/8	12	1	135	145	115
16	595	539.8	1 1/8	16	1	135	145	115
18	635	577.9	1 1/4	16	1 1/8	145	160	125
20	700	635.0	1 1/4	20	1 1/8	160	170	140
24	815	749.3	1 3/8	20	1 1/4	170	185	150

GENERAL NOTES:

- (a) Dimensions of Table 7 are in millimeters, except for diameters of bolts and bolt holes, which are in inch units. For dimensions in inch units, refer to Annex F, Table F7.
- (b) For other dimensions, see Tables 8 and 9.

NOTES:

- (1) Length of stud bolt does not include the height of the points. See para. 6.10.2.
- (2) For flange bolt holes, see para. 6.5.
- (3) For spot facing, see para. 6.6.
- (4) Bolt lengths not shown in table may be determined in accordance with Annex D. See para. 6.10.2.

Tabla de dimensiones de bridas Clase 150 según el ASME B16.5 (hoja 1 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2003). *Pipe Flanges and Flanged Fittings – NPS 1/2 through NPS 24 (B16.5)*.

Anexo A – tablas y diagramas

Table 8 Dimensions of Class 150 Flanges (Cont'd)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nominal Pipe Size NPS	Outside Diameter of Flange, O	Thickness of Flange, Min., t _f [Notes (2)-(4)]	Thickness Lap Joint Min., t _f	Diameter of Hub, X	Hub Diameter Beginning of Chamfer Welding Neck, A [Note (5)]	Length Through Hub			Thread Length Threaded Min., T [Note (6)]	Bore		Welding Neck/ Socket Welding, B [Note (7)]	Corner Radius of Bore of Lapped Flange and Pipe, r	Depth of Socket, D
						Threaded/ Slip-on/ Socket Welding, Y	Lapped, Y	Welding Neck, Y		Slip- on/ Socket Welding, Min. B	Lapped Min., B			
1/2	90	9.6	11.2	30	21.3	14	16	46	16	22.2	22.9	15.8	3	10
3/4	100	11.2	12.7	38	26.7	14	16	51	16	27.7	28.2	20.9	3	11
1	110	12.7	14.3	49	33.4	16	17	54	17	34.5	34.9	26.6	3	13
1 1/4	115	14.3	15.9	59	42.2	19	21	56	21	43.2	43.7	35.1	5	14
1 1/2	125	15.9	17.5	65	48.3	21	22	60	22	49.5	50.0	40.9	6	16
2	150	17.5	19.1	78	60.3	24	25	62	25	61.9	62.5	52.5	8	17
2 1/2	180	20.7	22.3	90	73.0	27	29	68	29	74.6	75.4	62.7	8	19
3	190	22.3	23.9	108	88.9	29	30	68	30	90.7	91.4	77.9	10	21
3 1/2	215	22.3	23.9	122	101.6	30	32	70	32	103.4	104.1	90.1	10	...
4	230	22.3	23.9	135	114.3	32	33	75	33	116.1	116.8	102.3	11	...
5	255	22.3	23.9	164	141.3	35	36	87	36	143.8	144.4	128.2	11	...
6	280	23.9	25.4	192	168.3	38	40	87	40	170.7	171.4	154.1	13	...
8	345	27.0	28.6	246	219.1	43	44	100	44	221.5	222.2	202.7	13	...
10	405	28.6	30.2	305	273.0	48	49	100	49	276.2	277.4	254.6	13	...
12	485	30.2	31.8	365	323.8	54	56	113	56	327.0	328.2	304.8	13	...
14	535	33.4	35.0	400	355.6	56	79	125	57	359.2	360.2	To be	13	...
16	595	35.0	36.6	457	406.4	62	87	125	64	410.5	411.2	Specified	13	...
18	635	38.1	39.7	505	457.0	67	97	138	68	461.8	462.3	by	13	...
20	700	41.3	42.9	559	508.0	71	103	143	73	513.1	514.4	Pur- chaser	13	...
24	815	46.1	47.7	663	610.0	81	111	151	83	616.0	616.0		13	...

Tabla de dimensiones de bridas Clase 150 según el ASME B16.5 (hoja 2 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2003). *Pipe Flanges and Flanged Fittings – NPS 1/2 through NPS 24* (B16.5).

Anexo A – tablas y diagramas

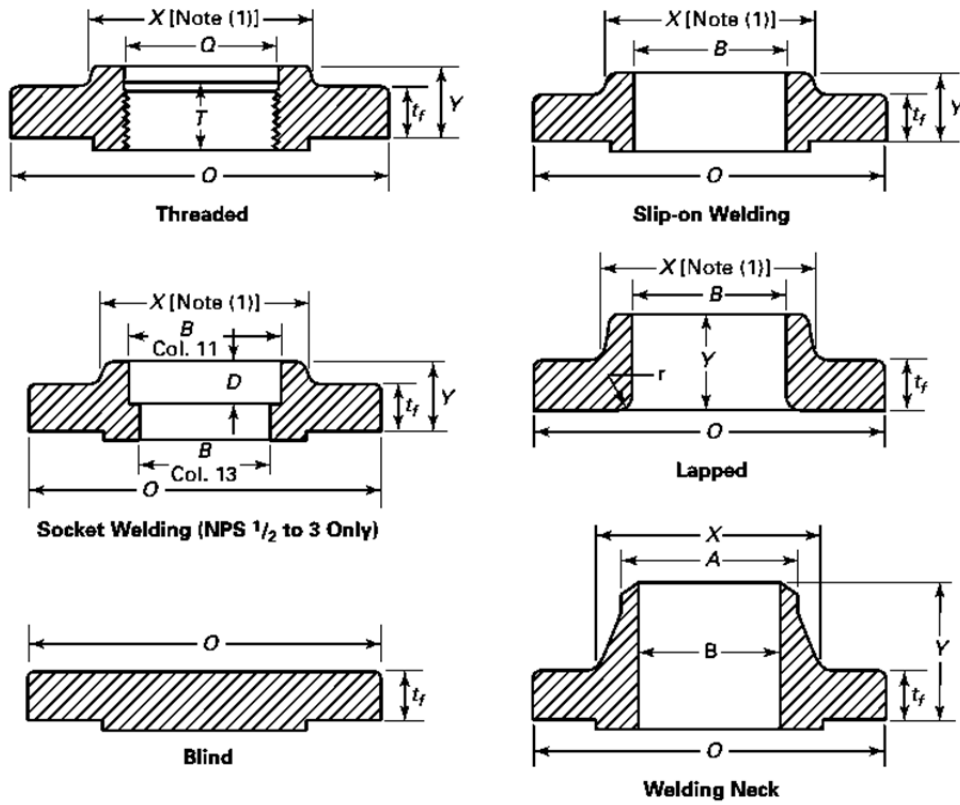


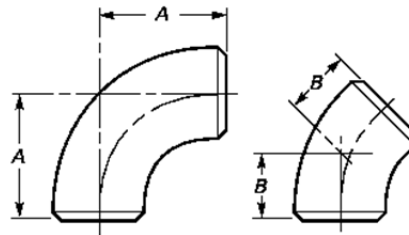
Table 8 Dimensions of Class 150 Flanges

Tabla de dimensiones de bridas Clase 150 según el ASME B16.5 (hoja 3 de 3).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2003). *Pipe Flanges and Flanged Fittings – NPS 1/2 through NPS 24* (B16.5).

Anexo A – tablas y diagramas

A.19- Tabla de dimensiones de accesorios soldables según el ASME B16.9

Table 1 Dimensions of Long Radius Elbows



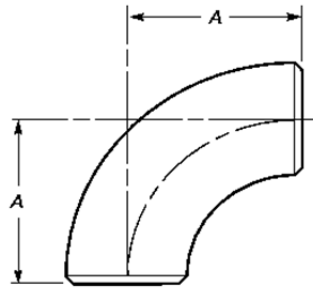
Nominal Pipe Size (NPS)	Outside Diameter at Bevel	Center-to-End	
		90-deg Elbows, A	45-deg Elbows, B
1/2	21.3	38	16
3/4	26.7	38	19
1	33.4	38	22
1 1/4	42.2	48	25
1 1/2	48.3	57	29
2	60.3	76	35
2 1/2	73.0	95	44
3	88.9	114	51
3 1/2	101.6	133	57
4	114.3	152	64
5	141.3	190	79
6	168.3	229	95
8	219.1	305	127
10	273.0	381	159
12	323.8	457	190
14	355.6	533	222
16	406.4	610	254
18	457.0	686	286
20	508.0	762	318
22	559.0	838	343
24	610.0	914	381
26	660.0	991	406
28	711.0	1 067	438
30	762.0	1 143	470
32	813.0	1 219	502
34	864.0	1 295	533
36	914.0	1 372	565
38	965.0	1 448	600
40	1 016.0	1 524	632
42	1 067.0	1 600	660
44	1 118.0	1 676	695
46	1 168.0	1 753	727
48	1 219.0	1 829	759

GENERAL NOTE: All dimensions are in millimeters.

Tabla de dimensiones de accesorios soldables según el ASME B16.9 (hoja 1 de 5).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2012). *Factory-Made Wrought Butt welding Fittings* (B16.9).

Anexo A – tablas y diagramas

Table 4 Dimensions of Short Radius Elbows



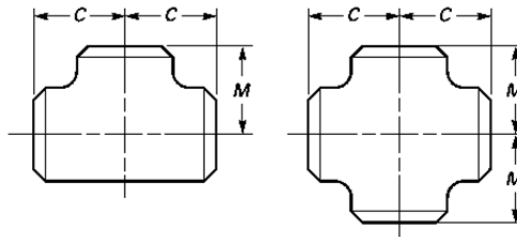
Nominal Pipe Size (NPS)	Outside Diameter at Bevel	Center- to- End, A
1	33.4	25
1 ¹ / ₄	42.2	32
1 ¹ / ₂	48.3	38
2	60.3	51
2 ¹ / ₂	73.0	64
3	88.9	76
3 ¹ / ₂	101.6	89
4	114.3	102
5	141.3	127
6	168.3	152
8	219.1	203
10	273.0	254
12	323.8	305
14	355.6	356
16	406.4	406
18	457.0	457
20	508.0	508
22	559.0	559
24	610.0	610

GENERAL NOTE: All dimensions are in millimeters.

Tabla de dimensiones de *accesorios soldables* según el ASME B16.9 (hoja 2 de 5).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2012). *Factory-Made Wrought Butt welding Fittings* (B16.9).

Anexo A – tablas y diagramas

Table 7 Dimensions of Straight Tees and Crosses



Nominal Pipe Size (NPS)	Outside Diameter at Bevel	Center-to-End	
		Run, C	Outlet, M [Notes (1) and (2)]
1/2	21.3	25	25
3/4	26.7	29	29
1	33.4	38	38
1 1/4	42.2	48	48
1 1/2	48.3	57	57
2	60.3	64	64
2 1/2	73.0	76	76
3	88.9	86	86
3 1/2	101.6	95	95
4	114.3	105	105
5	141.3	124	124
6	168.3	143	143
8	219.1	178	178
10	273.0	216	216
12	323.8	254	254
14	355.6	279	279
16	406.4	305	305
18	457.0	343	343
20	508.0	381	381
22	559.0	419	419
24	610.0	432	432
26	660.0	495	495
28	711.0	521	521
30	762.0	559	559
32	813.0	597	597
34	864.0	635	635
36	914.0	673	673
38	965.0	711	711
40	1 016.0	749	749
42	1 067.0	762	711
44	1 118.0	813	762
46	1 168.0	851	800
48	1 219.0	889	838

GENERAL NOTE: All dimensions are in millimeters.

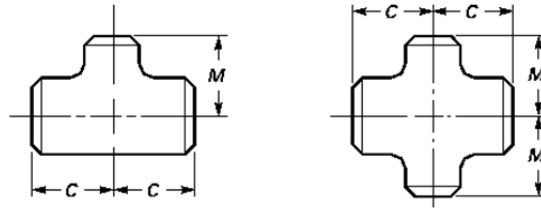
NOTES:

- (1) Outlet dimension M for NPS 26 and larger is recommended but not required.
- (2) Dimensions applicable to crosses NPS 24 and smaller.

Tabla de dimensiones de accesorios soldables según el ASME B16.9 (hoja 3 de 5).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2012). *Factory-Made Wrought Butt welding Fittings* (B16.9).

Anexo A – tablas y diagramas

Table 8 Dimensions of Reducing Outlet Tees and Reducing Outlet Crosses

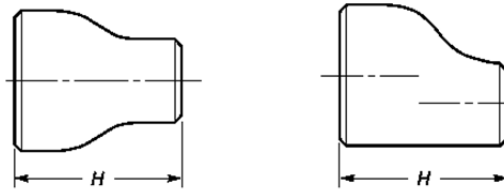


Nominal Pipe Size (NPS)	Outside Diameter at Bevel		Center-to-End		Nominal Pipe Size (NPS)	Outside Diameter at Bevel		Center-to-End	
	Run	Outlet	Run, C	Outlet, M [Note (1)]		Run	Outlet	Run, C	Outlet, M [Note (1)]
1/2 x 1/2 x 3/8	21.3	17.3	25	25	4 x 4 x 3 1/2	114.3	101.6	105	102
1/2 x 1/2 x 1/4	21.3	13.7	25	25	4 x 4 x 3	114.3	88.9	105	98
3/4 x 3/4 x 1/2	26.7	21.3	29	29	4 x 4 x 2 1/2	114.3	73.0	105	95
3/4 x 3/4 x 3/8	26.7	17.3	29	29	4 x 4 x 2	114.3	60.3	105	89
1 x 1 x 3/4	33.4	26.7	38	38	4 x 4 x 1 1/2	114.3	48.3	105	86
1 x 1 x 1/2	33.4	21.3	38	38					
					5 x 5 x 4	141.3	114.3	124	117
1 1/4 x 1 1/4 x 1	42.2	33.4	48	48	5 x 5 x 3 1/2	141.3	101.6	124	114
1 1/4 x 1 1/4 x 3/4	42.2	26.7	48	48	5 x 5 x 3	141.3	88.9	124	111
1 1/4 x 1 1/4 x 1/2	42.2	21.3	48	48	5 x 5 x 2 1/2	141.3	73.0	124	108
					5 x 5 x 2	141.3	60.3	124	105
1 1/2 x 1 1/2 x 1 1/4	48.3	42.2	57	57					
1 1/2 x 1 1/2 x 1	48.3	33.4	57	57	6 x 6 x 5	168.3	141.3	143	137
1 1/2 x 1 1/2 x 3/4	48.3	26.7	57	57	6 x 6 x 4	168.3	114.3	143	130
1 1/2 x 1 1/2 x 1/2	48.3	21.3	57	57	6 x 6 x 3 1/2	168.3	101.6	143	127
					6 x 6 x 3	168.3	88.9	143	124
					6 x 6 x 2 1/2	168.3	73.0	143	121
2 x 2 x 1 1/2	60.3	48.3	64	60					
2 x 2 x 1 1/4	60.3	42.2	64	57	8 x 8 x 6	219.1	168.3	178	168
2 x 2 x 1	60.3	33.4	64	51	8 x 8 x 5	219.1	141.3	178	162
2 x 2 x 3/4	60.3	26.7	64	44	8 x 8 x 4	219.1	114.3	178	156
					8 x 8 x 3 1/2	219.1	101.6	178	152
2 1/2 x 2 1/2 x 2	73.0	60.3	76	70					
2 1/2 x 2 1/2 x 1 1/2	73.0	48.3	76	67	10 x 10 x 8	273.0	219.1	216	203
2 1/2 x 2 1/2 x 1 1/4	73.0	42.2	76	64	10 x 10 x 6	273.0	168.3	216	194
2 1/2 x 2 1/2 x 1	73.0	33.4	76	57	10 x 10 x 5	273.0	141.3	216	191
					10 x 10 x 4	273.0	114.3	216	184
3 x 3 x 2 1/2	88.9	73.0	86	83					
3 x 3 x 2	88.9	60.3	86	76	12 x 12 x 10	323.8	273.0	254	241
3 x 3 x 1 1/2	88.9	48.3	86	73	12 x 12 x 8	323.8	219.1	254	229
3 x 3 x 1 1/4	88.9	42.2	86	70	12 x 12 x 6	323.8	168.3	254	219
					12 x 12 x 5	323.8	141.3	254	216
3 1/2 x 3 1/2 x 3	101.6	88.9	95	92					
3 1/2 x 3 1/2 x 2 1/2	101.6	73.0	95	89	14 x 14 x 12	355.6	323.8	279	270
3 1/2 x 3 1/2 x 2	101.6	60.3	95	83	14 x 14 x 10	355.6	273.0	279	257
3 1/2 x 3 1/2 x 1 1/2	101.6	48.3	95	79	14 x 14 x 8	355.6	219.1	279	248
					14 x 14 x 6	355.6	168.3	279	238

Tabla de dimensiones de accesorios soldables según el ASME B16.9 (hoja 4 de 5).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2012). *Factory-Made Wrought Butt Welding Fittings* (B16.9).

Anexo A – tablas y diagramas

Table 11 Dimensions of Reducers




Nominal Pipe Size (NPS)	Outside Diameter at Bevel		End-to-End, H	Nominal Pipe Size (NPS)	Outside Diameter at Bevel		End-to-End, H
	Large End	Small End			Large End	Small End	
3/4 x 1/2	26.7	21.3	38	5 x 4	141.3	114.3	127
3/4 x 3/8	26.7	17.3	38	5 x 3 1/2	141.3	101.6	127
1 x 3/4	33.4	26.7	51	5 x 3	141.3	88.9	127
1 x 1/2	33.4	21.3	51	5 x 2 1/2	141.3	73.0	127
				5 x 2	141.3	60.3	127
1 1/4 x 1	42.2	33.4	51	6 x 5	168.3	141.3	140
1 1/4 x 3/4	42.2	26.7	51	6 x 4	168.3	114.3	140
1 1/4 x 1/2	42.2	21.3	51	6 x 3 1/2	168.3	101.6	140
				6 x 3	168.3	88.9	140
1 1/2 x 1 1/4	48.3	42.2	64	6 x 2 1/2	168.3	73.0	140
1 1/2 x 1	48.3	33.4	64				
1 1/2 x 3/4	48.3	26.7	64	8 x 6	219.1	168.3	152
1 1/2 x 1/2	48.3	21.3	64	8 x 5	219.1	141.3	152
				8 x 4	219.1	114.3	152
2 x 1 1/2	60.3	48.3	76	8 x 3 1/2	219.1	101.6	152
2 x 1 1/4	60.3	42.2	76				
2 x 1	60.3	33.4	76	10 x 8	273.0	219.1	178
2 x 3/4	60.3	26.7	76	10 x 6	273.0	168.3	178
				10 x 5	273.0	141.3	178
2 1/2 x 2	73.0	60.3	89	10 x 4	273.0	114.3	178
2 1/2 x 1 1/2	73.0	48.3	89				
2 1/2 x 1 1/4	73.0	42.2	89	12 x 10	323.8	273.0	203
2 1/2 x 1	73.0	33.4	89	12 x 8	323.8	219.1	203
				12 x 6	323.8	168.3	203
3 x 2 1/2	88.9	73.0	89	12 x 5	323.8	141.3	203
3 x 2	88.9	60.3	89				
3 x 1 1/2	88.9	48.3	89	14 x 12	355.6	323.8	330
3 x 1 1/4	88.9	42.2	89	14 x 10	355.6	273.0	330
				14 x 8	355.6	219.1	330
3 1/2 x 3	101.6	88.9	102	14 x 6	355.6	168.3	330
3 1/2 x 2 1/2	101.6	73.0	102				
3 1/2 x 2	101.6	60.3	102	16 x 14	406.4	355.6	356
3 1/2 x 1 1/2	101.6	48.3	102	16 x 12	406.4	323.8	356
3 1/2 x 1 1/4	101.6	42.2	102	16 x 10	406.4	273.0	356
				16 x 8	406.4	219.1	356
4 x 3 1/2	114.3	101.6	102				
4 x 3	114.3	88.9	102	18 x 16	457	406.4	381
4 x 2 1/2	114.3	73.0	102	18 x 14	457	355.6	381
4 x 2	114.3	60.3	102	18 x 12	457	323.8	381
4 x 1 1/2	114.3	48.3	102	18 x 10	457	273.0	381

Tabla de dimensiones de accesorios soldables según el ASME B16.9 (hoja 5 de 5).
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2012). *Factory-Made Wrought Buttwelding Fittings* (B16.9).

Anexo A – tablas y diagramas

A.20- Tabla de accesorios disponibles para tuberías *Hidro3*


Programa del Sistema Saladillo H3 // Tuberías

Saladillo H3 verde		Tuberías para agua fría y caliente						
Código N°	d mm	dn pulg.	di mm	s mm	Sp cm²	P kg/m	Vu l/m	
	65	21.30	1/2	14.5	3.4	1.65	0.173	0.165
	66	26.90	3/4	19.1	3.9	2.9	0.256	0.290
	67	33.70	1	23.9	4.9	4.5	0.402	0.450
	68	42.20	1/4	30.8	5.7	7.45	0.593	0.745
	69	48.30	1 1/2	35.7	6.3	10.00	0.754	1.000
	70	60.30	2	45.3	7.5	16.10	1.128	1.610
	71	76.10	2 1/2	58.1	9.0	26.50	1.721	2.650
	72	88.90	3	68.3	10.3	36.65	2.307	3.665
	64	114.30	4	88.9	12.7	62.10	3.677	6.210
	63	139.70	5	101.5	19.1	80.91	6.947	8.090

Presentación: Tiras por 6 m.

Saladillo H3 azul		Tuberías para agua fría						
Código N°	d mm	dn pulg.	di mm	s mm	Sp cm²	P kg/m	Vu l/m	
	35	21.30	1/2	14.5	3.4	1.65	0.173	0.165
	36	26.90	3/4	19.1	3.9	2.9	0.256	0.290
	37	33.70	1	26.9	3.6	5.50	0.308	0.550
	38	42.20	1 1/4	34.8	3.7	9.50	0.406	0.950
	39	48.30	1 1/2	40.9	3.7	13.15	0.470	1.315
	40	60.30	2	51.7	4.3	21.00	0.686	2.100
	41	76.10	2 1/2	66.1	5.0	34.30	1.013	3.430
	42	88.90	3	77.7	5.6	47.40	1.329	4.740
	43	114.30	4	100.9	6.7	80	2.054	8.000

Presentación: Tiras por 6 m.

Saladillo H3 aluminio		Tuberías para agua fría, caliente y calefacción						
Código N°	d mm	dn pulg.	di mm	s mm	Sp cm²	P kg/m	Vu l/m	
	81	18.7	3/8	11.3	3.7	1.02	0.180	0.102
	75	22.8	1/2	14.5	4.1	1.65	0.253	0.165
	76	28.4	3/4	19.1	4.6	2.9	0.345	0.290
	77	34.2	1	23.9	5.1	4.5	0.539	0.450
	78	43.7	1 1/4	30.8	6.5	7.45	0.761	0.745
	79	49.8	1 1/2	35.7	7.0	10	0.969	1.000
	80	61.8	2	45.3	8.2	16.10	1.450	1.610

Presentación: Tiras por 6 m.

d: Diámetro exterior - dn: Diámetro nominal - di: Diámetro interior
s: Espesor Sp: Sección de paso - P: Peso - Vu: Volumen

Conexiones

Codo 90° Fusión		Código	g
		4000	3/8
		4001	1/2
		4002	3/4
		4003	1
		4004	1 1/4
		4005	1 1/2
		4006	2
		4007	2 1/2
		4008	3

Codo 90° Fusión - Rosca Plástica (H)		Código	g
		5001	1/2
		5002	3/4
		5003	1
		5004	1 1/4
		5005	1 1/2
		5006	2
		5008	3

Codo 90° Fusión - Rosca Metálica (H)		Código	g
		4351	1/2
		4352	3/4
		4353	1
		4354 4004 4314	1 1/4
		4355 4005 4315	1 1/2
		4356 4006 4316	2
		4360	3

Codo 90° Fusión - Rosca Metálica (M)		Código	g
		4390	1/2
		4391	3/4
		4392	1
		4393 4004 4334	1 1/4
		4394 4005 4335	1 1/2
		4395 4006 4336	2
		4397	3

Tabla de accesorios disponibles para tuberías *Hidro3* (hoja 1 de 2).
Industrias Saladillo SA. (2015). *Hidro3* (catálogo).

Anexo A – tablas y diagramas

Codo 90° Red. Prol. - Fusión Rosca Metálica (H)

Código	Ø
4299 4357 4170	3/8 x 1/2
4375	3/4 x 1/2



Codo 90° Red. - Fusión Rosca Metálica (M)

Código	Ø
8377	3/4 x 1/2
8378	1 x 3/4
8379 4004 4174 4333	1 1/4 x 1
8380 4005 4178 4334	1 1/2 x 1 1/4
8381 4006 4177 4335	2 x 1 1/2
8382 4008 4181 4336	3 x 2



Curva 90° Reducción - Fusión

Código	Ø
4463 4441 4170	1/2 x 3/8
4460 4442 4171	3/4 x 1/2



Curva 90° Reducción - Fusión Rosca Metálica (H)

Código	Ø
8394 4441 4170 4311	3/8 x 1/2
8390 4441 4151	1/2 x 3/8
8391 4442 4171 4311	3/4 x 1/2



Curva 90° Reducción - Fusión Rosca Metálica (M)

Código	Ø
8395 4442 4171 4331	3/4 x 1/2



TE Reducción Extrema - Fusión

Código	Ø
4286 4011 4170	1/2 x 1/2 x 3/8
4248 4012 4171	3/4 x 3/4 x 1/2
4249 4013 4172	1 x 1 x 3/4
4250 4013 4173	1 x 1 x 1/2
4251 4014 4174	1 1/4 x 1 1/4 x 1
4252 4015 4178	1 1/2 x 1 1/2 x 1 1/4
4253 4016 4177	2 x 2 x 1 1/2



TE Reducción Central - Fusión

Código	Ø
4201 4011 4170	1/2 x 3/8 x 1/2
4202	3/4 x 1/2 x 3/4
4204	1 x 3/4 x 1
4203	1 x 1/2 x 1
4205	1 1/4 x 1 x 1 1/4
4206	1 1/4 x 3/4 x 1 1/4
4207 4015 4178	1 1/2 x 1 1/4 x 1 1/2
4208 4015 4175	1 1/2 x 1 x 1 1/2
4209 4015 4183	1 1/2 x 3/4 x 1 1/2
4210 4016 4177	2 x 1 1/2 x 2
4211 4016 4176	2 x 1 1/4 x 2
4212 4016 4180	2 x 1 x 2
4213 4018 4181	3 x 2 x 3
4214 4018 4184	3 x 2 1/2 x 3




TE Reducción Extrema, Extrema y Central - Fusión

Código	Ø
4256 4012 4170 4171	3/4 x 3/8 x 1/2
4232 4013 4173 4172	1 x 1/2 x 3/4
4233 4013 4173 4172	1 x 3/4 x 1/2
4234 4013 4173 4172	1/2 x 1 x 3/4



TE Reducción Extrema, Extrema - Fusión

Código	Ø
4290 4011 4170 4170	3/8 x 1/2 x 3/8
4220 4012 4171 4171	1/2 x 3/4 x 1/2
4221 4013 4172 4172	3/4 x 1 x 3/4
4222 4013 4173 4173	1/2 x 1 x 1/2
4223 4014 4174 4174	1 x 1 1/4 x 1
4224 4014 4179 4179	3/4 x 1 1/4 x 3/4
4225 4015 4178 4178	1 1/4 x 1 1/2 x 1 1/4
4226 4015 4175 4175	1 x 1 1/2 x 1
4227 4016 4177 4177	1 1/2 x 2 x 1 1/2
4228 4016 4176 4176	1 1/4 x 2 x 1 1/4
4229 4016 4180 4180	1 x 2 x 1



TE Reducción Extrema y Central - Fusión

Código	Ø
4291 4011 4170	1/2 x 1/2 x 3/8
4235 4012 4171 4171	3/4 x 1/2 x 1/2
4236 4013 4172 4172	1 x 3/4 x 3/4
4237 4013 4173 4173	1 x 1/2 x 1 1/2
4238 4014 4174 4174	1 1/4 x 1 x 1
4239 4014 4179 4179	1 1/4 x 3/4 x 3/4
4240 4015 4178 4178	1 1/2 x 1 1/4 x 1 1/4
4241 4015 4175 4175	1 1/2 x 1 x 1
4242 4016 4177 4177	2 x 1 1/2 x 1 1/2
4243 4016 4176 4176	2 x 1 1/4 x 1 1/4
4244 4016 4180 4180	2 x 1 x 1



TE Reducción Central - Fusión Rosca Metálica (H)

Código	Ø
4293 4361 4170 4170	3/8 x 1/2 x 3/8
4255 4011 4151	1/2 x 3/8 x 1/2
4381	3/4 x 1/2 x 3/4
4257	1 x 3/4 x 1
4258 4013 4173 4311	1 x 1/2 x 1
4259 4014 4174 4313	1 1/4 x 1 x 1 1/4
4260 4014 4179 4312	1 1/4 x 3/4 x 1 1/4
4261 4015 4178 4314	1 1/2 x 1 1/4 x 1 1/2
4262 4015 4175 4313	1 1/2 x 1 x 1 1/2
4263 4015 4175 4172 4312	1 1/2 x 3/4 x 1 1/2
4264 4016 4177 4315	2 x 1 1/2 x 2
4265 4016 4176 4314	2 x 1 1/4 x 2
4266 4016 4180 4313	2 x 1 x 2
4280 4018 4181 4316	3 x 2 x 3



TE Reducción Central - Fusión Rosca Metálica (M)

Código	Ø
4267	3/4 x 1/2 x 3/4
4268	1 x 3/4 x 1
4269 4013 4173 4331	1 x 1/2 x 1
4270 4014 4174 4333	1 1/4 x 1 x 1 1/4
4271 4014 4179 4332	1 1/4 x 3/4 x 1 1/4
4272 4015 4178 4334	1 1/2 x 1 1/4 x 1 1/2
4273 4015 4175 4333	1 1/2 x 1 x 1 1/2
4274 4015 4175 4172 4332	1 1/2 x 3/4 x 1 1/2
4275 4016 4177 4335	2 x 1 1/2 x 2
4276 4016 4176 4334	2 x 1 1/4 x 2
4277 4016 4180 4333	2 x 1 x 2
4278 4018 4181 4336	3 x 2 x 3



Tabla de accesorios disponibles para tuberías *Hidro3* (hoja 2 de 2).
Extraído de Industrias Saladillo SA. (2015). *Hidro3* (catálogo).

Anexo A – tablas y diagramas

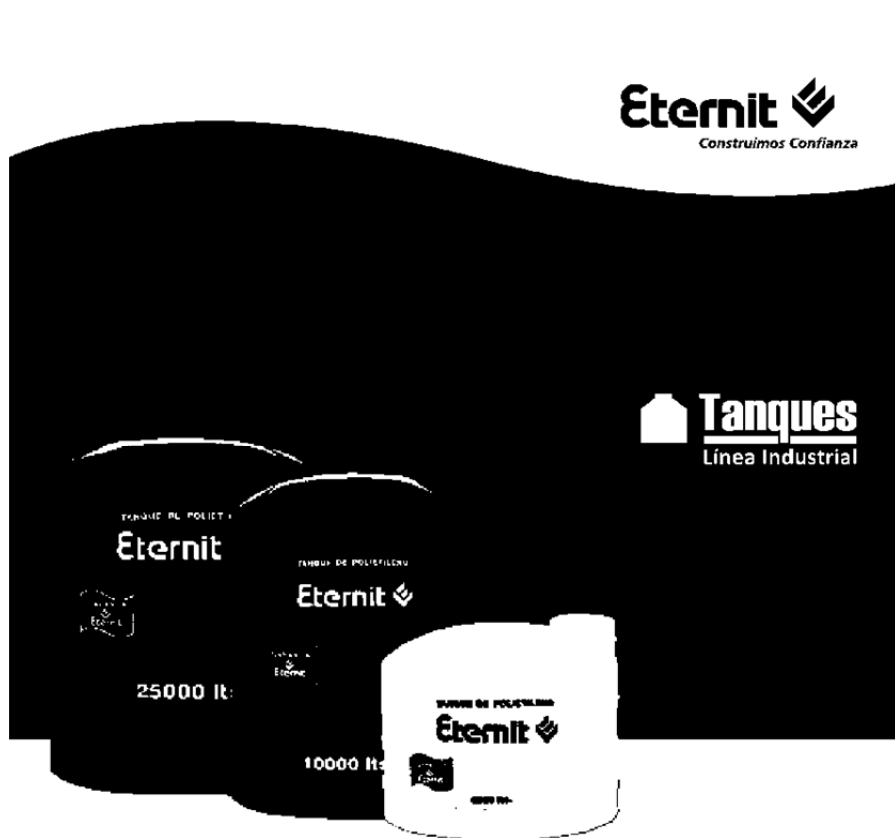
A.21- Criterios de aceptación para la soldadura de tuberías según el ASME B31.3

Criteria (A to M) for Types of Welds and for Service Conditions [Note (1)]										Weld Imperfection	Examination Methods			
Normal and Category M Fluid Service			Severe Cyclic Conditions			Category D Fluid Service					Visual	Radiography	Magnetic Particle	Liquid Penetrant
Type of Weld			Type of Weld			Type of Weld								
Girth, Miter Groove & Branch Connection [Note (2)]	Longitudinal Groove [Note (3)]	Fillet [Note (4)]	Girth, Miter Groove & Branch Connection [Note (2)]	Longitudinal Groove [Note (3)]	Fillet [Note (4)]	Girth and Miter Groove	Longitudinal Groove [Note (3)]	Fillet [Note (4)]	Branch Connection [Note (2)]					
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	Crack	✓	✓	✓	✓
A	A	A	A	A	A	C	A	N/A	A	Lack of fusion	✓	✓	...	...
B	A	N/A	A	A	N/A	C	A	N/A	B	Incomplete penetration	✓	✓	...	...
E	E	N/A	D	D	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Internal porosity	...	✓	...	...
G	G	N/A	F	F	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Internal slag inclusion, tungsten inclusion, or elongated indication	...	✓	...	...
H	A	H	A	A	A	I	A	H	H	Undercutting	✓	✓	...	...
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	Surface porosity or exposed slag inclusion [Note (5)]	✓	...	...	...
N/A	N/A	N/A	J	J	J	N/A	N/A	N/A	N/A	Surface finish	✓	...	...	...
K	K	N/A	K	K	N/A	K	K	N/A	K	Concave root surface (suck up)	✓	✓	...	...
L	L	L	L	L	L	M	M	M	M	Weld reinforcement or internal protrusion	✓	...	...	...

Criterios de aceptación para la soldadura de tuberías según el ASME B31.3
 Extraído del American Society Mechanical Engineers. (2010). *Process Piping* (B31.3).

B- MANUALES, CERTIFICADOS Y REGISTROS

B.1- Manual de tanque de almacenamiento industrial *Eternit*



Eternit
Construimos Confianza

Tanques
Línea Industrial

TANQUE DE POLIETILENO
Eternit
25000 lt

TANQUE DE POLIETILENO
Eternit
10000 lt

TANQUE DE POLIETILENO
Eternit
3500 lt

CARACTERÍSTICAS

Los tanques industriales han sido diseñados para utilizarse en diferentes tipos de procesos de producción:

- Puede almacenar más de 400 insumos químicos (consultar antes de su adquisición).
- Fabricados con polietileno de alta densidad, el mismo que cumple con las normas de la **FDA** (Food and Drug Administration de los EE.UU).
- Protección ultravioleta (UV)
- Diseño estructural de una sola pieza.
- Por el tipo de material, el tanque es liviano pero muy resistente.
- Posee ranuras para un sistema de anclaje al piso.
- No se corroe ni se oxida.
- Incluye una tapa de 18" de diámetro.
- En color negro, blanco o translúcido y de espesores que dependen del tipo de componente a almacenar.
- Posee anillos de refuerzo para asegurar el contenido del tanque, dependiendo de la densidad del líquido.
- Los tanques tienen superficies planas (13 o 17 placas) ubicados en la parte inferior y superior, facilitando la instalación de accesorios de forma simétrica y en las caras curvas.

VENTAJAS

- Gran variedad de volúmenes, desde 350 hasta 25,000 litros.
- Resiste temperaturas de hasta 60°C.
- Por su peso, resulta muy práctico su transporte e instalación.
- Pueden ser instaladas sobre una superficie plana o enterrados.
- Solución rápida y económica para sistemas de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales.
- Permiten almacenar agua potable de forma segura y además, diversos compuestos químicos utilizados en procesos industriales.
- Pueden ser utilizados para acoplar en ellos sistemas de tratamiento de agua o agua residual.
- Cuentan con accesorios especiales para distintas aplicaciones industriales, así como para la distribución adecuada del agua a almacenar.
- Producción local y rápida para atender sus necesidades en menor tiempo.
- Contamos con un equipo técnico especializado para la instalación de Tanques Industriales.
- Asesoría técnica permanente.

Manual de tanque de almacenamiento industrial *Eternit*.
Extraído de Eternit SA (2012). *Tanque Industrial* (catálogo; TTIE. V02).

Anexo B – manuales, certificados y registros

B.2- Certificado de materiales de tuberías



上海宝钢钢管厂
SHANGHAI BAOSTEEL PIPE FACTORY

产品质量证明书
INSPECTION CERTIFICATE
ACC. TO EN10204.3.1

上海市宝山区铁炉六路 邮编: 201900
ZHENJIU-ROAD BAOGANGPIRCHESHAN DISTRICT
201900 SHANGHAI P. R. CHINA
TEL: 021-26446931

供货单位 SUPPLIER		ETCO (CHINA) INTERNATIONAL TRADING CO.,LTD.										产品名称 PRODUCT			无缝碳钢管 SEAMLESS CARBON STEEL PIPE											
收货单位 PURCHASER		ETCO (CHINA) INTERNATIONAL TRADING CO.,LTD.										合同号 CONTRACT NO.			E-1104056											
客户代号 CUSTOMER NO.		1104056										交货日期 DATE OF DELIVERY			2006年5月											
标准 SPECIFICATION		ASTM A106-B-2006/A53-B-2005 / ASME SA106-B-2006/SA53-B-2005 / API 5L-B 2007-44 TO NACE MR-0175-03 TOLERANCES IN ACC. TO ANSI B36.10										签发日期 DATE OF ISSUE			2006年5月24日											
												证书号 CERTIFICATION NO.			K-1104056-3											
												规格 SIZE			O.D.*W.T. 1"XSCH40*6.0MM											
序号 NO.	炉号 Heat NO.	化学成分 % Chemical Composition													捆数 Bundles	支数 Pieces	重量 Weight (Kg)	长度 Length (M)	拉伸试验 Tensile Test			静水压 试验 Hydraulic Test (PSI)	硬度 MAX30 HV	压扁 Flange Ring	弯曲 END-T C T.	
		C	S	P	Si	Mn	Cr	Cu	Mo	Ni	Va	Ti	Nb	V					抗拉 T.S. MPa	屈服 Y.S. %	伸长 EL. %					
1	71C065	0.30	0.013	0.014	0.22	0.45	0.64	0.05	0.04	0.02	--	--	--	0.002	79	10637	130495.89	60198	500	310	24	380	119215	OK	OK	
小 计 SUM:															79	10637	130495.08	60198								
交货条件 CONDITIONS 按A3336		注释 NOTES		1. 取样位置 Sampling Position: 管端 Pipe End. 拉伸尺寸 Size- 按标准抽样 Step 1 & 10.05mm. 屈服 Y.S. - Sy0.5 否则 1. 屈服标准按A3336. 2. 拉伸标准按A3336. 3. 伸长率按A3336. 4. 硬度按A3336. 5. 所有试验均按A3336. THE MATERIALS RECEIVED HAS BEEN HEAVILY CHECKED, TESTED BY ANALYSIS AT CMH LABS IN ACCORDANCE WITH THE ABOVE SPECIFICATIONS IN ACCORDANCE WITH THE MATERIAL MANUFACTURER'S FULLY ABLE CARBON STEEL. 工厂检验合格 FACTORY TESTED																						

Certificado de materiales de tuberías.
Cortesia de BYB Murillo SAC.

B.3- Certificado de calibración de instrumento de medición

Lo Justo
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Calidad y Precisión
LO JUSTO S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN LO JUSTO S.A.C.
Laboratorio de calibración de instrumentos de medición

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Código del certificado
ML-103-2013
Pag. 1 de 2

Fecha de calibración:	2013-04-23	El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.
Equipo a calibrar:	Cinta métrica metálica	Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Fabricante:	Stanley	LO JUSTO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Modelo:	34-107	Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI).
Etiqueta de calibración:	Nº 16990	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de LO JUSTO S.A.C.
Procedencia:	No indica	El certificado de calibración no es válido sin la firma de aprobación del Gerente Técnico y Gerente General de LO JUSTO S.A.C. el documento tiene un sello de agua por seguridad.
Alcance de medición:	0 m a 30 m	
División de escala:	1 mm	
Código asignado:	No indica	
Solicitante:	Maquinarias e Ingeniería Metalmecánica S.A.	
Dirección solicitante:	Calle Eduardo Lopez de Romaña Nº 188, Parque Industrial - Arequipa	
Número de páginas:	02 Pág.	
Expediente:	384-2013	
Lugar de calibración:	Laboratorio de Longitud de LO JUSTO S.A.C.	

Arequipa, 23 de Abril de 2013

Recibido:

Alberto Velazco Linares
Ing. Mecánico CIP 23 716
Gerente General
LO JUSTO S.A.C.

Calle Calancho - Arequipa - Perú
Tel: 054-445510 / Fax: 054-445511
www.lojusto.com / www.lojusto.com

Anexo B – manuales, certificados y registros

Lo Justo

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN



Código del certificado
ML-103-2013

Pag. 2 de 2

Procedimiento utilizado: Se utilizó el procedimiento DI-011 Procedimiento para la calibración de Flexómetros, Edición 0 "CEM España".

Declaración de patrones:

- Cinta Métrica MEDID Clase I con certificado número LIA-020-2013 emitido por SNM-INDECOPI.
- Barotermohigrómetro marca RUSKA, código del certificado de calibración LT-182-2012.
- Microscopio de aumento de 40 x.
- Termómetro de superficie marca Anritsu con certificado de calibración TP-020-2012.

Declaración de trazabilidad:

Los patrones utilizados tienen garantizada su trazabilidad al Servicio Nacional de Metrología - INDECOPI.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Indicación del Equipo (m)	Corrección (mm)	Incertidumbre (± mm)	TOLERANCIA CLASE II (± mm)
0,0	0,0	0,1	0,3
3,0	-0,5	0,2	0,9
6,0	-0,4	0,3	1,5
9,0	-0,1	0,4	2,1
12,0	-0,4	0,6	2,7
15,0	-0,1	0,7	3,3
18,0	-0,4	0,8	3,9
21,0	-1,3	0,9	4,5
24,0	-1,0	1,0	5,1
27,0	-1,3	1,1	5,7
30,0	-0,7	1,2	6,3


- Este Certificado de calibración cumple con los requisitos establecidos en la Norma ISO/IEC 17025: Requisitos Generales para la competencia de los Laboratorios de Calibración y Ensayo.
- La calibración se realizó en el rango de trabajo del equipo de medición a solicitud del solicitante.
- Las condiciones ambientales al momento de la calibración fueron: Temperatura ambiente: 22 °C, Humedad 25 %. Presión Ambiental 773 nbar.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %.
- Se ha colocado una etiqueta de color blanco brillante N° 16990 con logotipo de LO JUSTO S.A.C. en señal de haber realizado la calibración.

LO JUSTO S.A.C.
2013-04-23

Certificado de calibración de instrumento de medición (hoja 2 de 2).
Cortesía de BYB Murillo SAC.

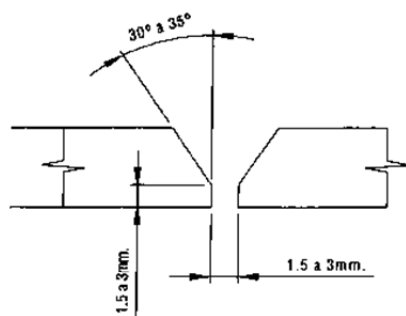
Anexo B – manuales, certificados y registros

B.4- Registro de *procedimiento de soldadura (WPS)*

	MESERQUA S.A.C.		Código:	
	WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)		Rev.:	00
			Fecha:	20/07/2015
			Hoja:	1 de 2

Company Name: B&B MURILLO SAC.	Authorized by: Ing. Alberto Murillo	
Title: SMAW Welding Pipe	WPS N°: MSQ IS-072003-15	Rev. N°: 00
Supporting PQR N°: IS 073-09	Date: 20/07/2015	Page: 1 of 2

ACCORDING TO ASME Sec. IX

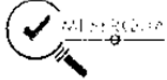
<p>Joint Design: Butt Joint</p> <p>Backing: N.A.</p> <p>Backing Material if Used: N.A.</p> <hr/> <table border="0"> <tr> <td>P-N°</td> <td>1</td> <td>Group N°</td> <td>1</td> <td>To</td> </tr> <tr> <td>P-N°</td> <td>1</td> <td>Group N°</td> <td>1</td> <td>Or</td> </tr> <tr> <td>Spec. Type & Grade</td> <td colspan="3">ASTM A53 Gr B</td> <td>To</td> </tr> <tr> <td>Spec. Type & Grade</td> <td colspan="3">ASTM A53 Gr B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Thickness of Base Metal:</td> <td colspan="4">8.2 mm</td> </tr> <tr> <td>Range of Thickness of Base Metal Qualified</td> <td>1.5 mm</td> <td>-</td> <td>16.4mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>With PWHT</td> <td colspan="4">-----</td> </tr> <tr> <td>Single Weld Bead Thickness, Max.</td> <td colspan="3"></td> <td>13mm.</td> </tr> <tr> <td>Range of diameter</td> <td colspan="4">Unlimited</td> </tr> </table>	P-N°	1	Group N°	1	To	P-N°	1	Group N°	1	Or	Spec. Type & Grade	ASTM A53 Gr B			To	Spec. Type & Grade	ASTM A53 Gr B				Thickness of Base Metal:	8.2 mm				Range of Thickness of Base Metal Qualified	1.5 mm	-	16.4mm		With PWHT	-----				Single Weld Bead Thickness, Max.				13mm.	Range of diameter	Unlimited				<p>DISEÑO DE JUNTA</p> 
P-N°	1	Group N°	1	To																																										
P-N°	1	Group N°	1	Or																																										
Spec. Type & Grade	ASTM A53 Gr B			To																																										
Spec. Type & Grade	ASTM A53 Gr B																																													
Thickness of Base Metal:	8.2 mm																																													
Range of Thickness of Base Metal Qualified	1.5 mm	-	16.4mm																																											
With PWHT	-----																																													
Single Weld Bead Thickness, Max.				13mm.																																										
Range of diameter	Unlimited																																													

	SMAW	SMAW
Spec. N° (SFA)	5.1	5.1
AWS N° (Class)	E 6010	E7018
F – N°	3	4
A – N°	1	1
Size of Filler Metal	3.2 mm	2.4 mm or 3.2 mm
Weld metal thickness qualified	6 mm Max.	10.4 mm Max.
Electrode Flux	N.A.	N.A.
Consumable Insert	N.A.	N.A.
Filler Metal Type	N.A.	N.A.

APPROVED:  Adalid Turpo Parra
 CWI 13121431
 OC1 EXP 12/1/2016
 20/07/2015

PROJECT:

Anexo B – manuales, certificados y registros

	MESERQUA S.A.C.	Código:	
	WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)	Rev.:	00
		Fecha:	20/07/2015
		Hoja:	2 de 2

Company Name: B&B MURILLO SAC.	Authorized by: Ing. Alberto Murillo	
Title: SMAW Welding Pipe	WPS N°: MSQ IS-072003-15	Revision N°: 00
Supporting PQR N°: IS 073-09	Date: 20/07/2015	Page: 2 of 2

ACCORDING TO ASME SECC. IX

Positions Qualified: All	Temperatura Range: ----- N.A. -----
Welding Progression: Uphill	Time Range: ----- N.A. -----
Other: ----- N.A. -----	Other: ----- N.A. -----

		Percent Composition		
		Gas(es)	Mixture	Flow Rate
Preheat Temperature Min. 10°C		Shielding --N.A.--	--N.A.--	--N.A.--
Interpass Temperature Max. ----- 260°C -----		Backing --N.A.--	--N.A.--	--N.A.--
Preheat Maintenance: ----- N.A. -----		Trailing --N.A.--	--N.A.--	--N.A.--
Other: -----		Other --N.A.--	--N.A.--	--N.A.--

Tungsten Electrode Size and Type	----- N.A. -----
Mode of Metal Transfer for GMAW	----- N.A. -----
Electrode Wire Feed Speed Range	----- N.A. -----
Heat Input	----- N.A. -----

1	SMAW	E6010	3.2 mm	DC	DCEN	60-95	No	20-35	6-12
2-n	SMAW	E7018	3.2mm	DC	DCEP	110-140	No	20-35	8-16

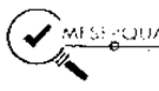
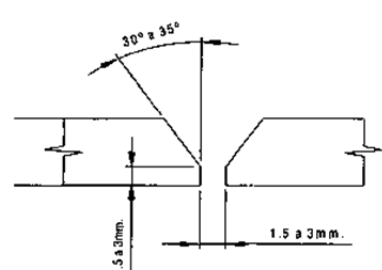

Stringer or Weave Bead	Stringer Root / Weave Fill
Orifice or Gas Cup Size	N.A.
Initial & Interpass Cleaning	Mechanical
Method of Back Gouging	N.A.
Method of Inspection after Back Gouge	N.A.
Contact Tube to Work Distance	N.A.
Multiple or Single Pass (Per Side)	Multiple Multiple or Single Electrode Single
Peening	N.A.
Oscillation	N.A.
Other	-----

APPROVED:	 Adalid Turpo Panta CWI 13121431 QC1 EXP 12/1/2016 20/07/2015	PROJECT:

Registro de procedimiento de soldadura (WPS) (Hoja 2 de 2).
Cortesía de BYB Murillo SAC.

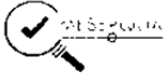
Anexo B – manuales, certificados y registros

B.5- Registro de calificación de procedimiento de soldadura (PQR)

	MESERQUA SAC.		MSQ IS-073-09																					
	PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)		Edición	00																				
			Hoja	1 de 2																				
				Fecha	01/03/2010																			
Procedure Qualification Record N°		IS-073-09	DATE		20/07/2015																			
WELDING PROCESS (ES)		SMAW	TYPE		Manual																			
BASE METALS (QW-403) Material Spec. <u>ASTM A-53</u> Type or Grade <u>B</u> P. N° <u>1</u> to P. N° <u>1</u> Thickness of test Coupon <u>8.2 mm</u> Diameter of test Coupon <u>219.1 mm</u>			JOINT (QW-402) 																					
FILLERS METAL (QW-404) SFA Specification <u>5.1</u> AWS Specification <u>E6010(root); E7018(others)</u> Filler Metal F-N° <u>3; 4</u> Weld Metal Analysis A N° <u>1</u> Size of Filler Metal (mm) <u>3.2 mm E 6010</u> <u>3.2 mm E 7018</u> Weld metal thickness <u>3 mm; 5.2 mm</u>																								
POSITION (QW-405) Position of Groove <u>6G</u> Weld Progression (Uphill, Downhill) <u>Uphill</u> Other <u>---</u>			GAS (QW-408) <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">Percent Composition</th> </tr> <tr> <th>Gas (es)</th> <th>Mixture</th> <th>Flow Rate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shielding</td> <td>- N.A. -</td> <td>- N.A. -</td> <td>- N.A. -</td> </tr> <tr> <td>Trailing</td> <td>- N.A. -</td> <td>- N.A. -</td> <td>- N.A. -</td> </tr> <tr> <td>Backing</td> <td>- N.A. -</td> <td>- N.A. -</td> <td>- N.A. -</td> </tr> </tbody> </table>				Percent Composition			Gas (es)	Mixture	Flow Rate	Shielding	- N.A. -	- N.A. -	- N.A. -	Trailing	- N.A. -	- N.A. -	- N.A. -	Backing	- N.A. -	- N.A. -	- N.A. -
	Percent Composition																							
	Gas (es)	Mixture	Flow Rate																					
Shielding	- N.A. -	- N.A. -	- N.A. -																					
Trailing	- N.A. -	- N.A. -	- N.A. -																					
Backing	- N.A. -	- N.A. -	- N.A. -																					
PREHEAT (QW-406) Preheat Temperature <u>10°C</u> Interpass Temperature <u>- N.A. -</u> Other <u>- N.A. -</u>			ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409) Current <u>DC</u> Polarity <u>Root(DCEN) - Others(DCEP)</u> Amps.(A) <u>1er Pass (60-95 A)</u> <u>2do, 3th Pass(75-125A)</u> Volts. <u>All Passes (20-35 V)</u>																					
POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407) Temperature <u>- N.A. -</u> Time <u>- N.A. -</u> Other <u>- N.A. -</u>			TECHNIQUE (QW-410) Travel Speed (cm/min) <u>1er Pass (5-12)</u> <u>2do Pass (8-12), 3er Pass (8-16)</u> String or Weave Bead <u>Stringer (root)</u> <u>Weave (Fill and Cap)</u> Multipass or Single Pass (per side) <u>Multiple</u> Single or Multiple Electrodes <u>Single</u>																					
 Adalid Turpo Panta CWI 13121431 GC! EXP 12/1/2016 20/07/15																								

Registro de calificación de procedimiento de soldadura (PQR) (Hoja 1 de 4).
 Cortesía de BYB Murillo SAC.

Anexo B – manuales, certificados y registros

	MESERQUA S.A.C.		IS-073-09	
	PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR)		Edición	00
			Hoja	2 de 2
		Fecha	01/03/2010	

Procedure Qualification Record N° IS-073-09 DATE 20/07/2015

TENSILE TEST (QW-150)						
Specimen N°	Width mm	Thickness mm	Area mm ²	Ultimate Total Load (N)	Ultimate Unit Stress (Mpa)	Type of Failure & Location
T3	20.03	7.05	141.2	70 800	501	Ductil/Base Metal
T4	19.93	7.50	149.5	75 000	502	Ductil/Base Metal

GUIDED BEND TEST (QW-160)	
Type and Figure N°	Result
FACE 1	ACCEPTED
FACE 2	ACCEPTED
ROOT 1	ACCEPTED
ROOT 2	ACCEPTED

TOUGHNESS TEST (QW-170)							
Specimen N°	Noch Location	Specimen Size	Test Temp.	Impact Values			Drop Weight Break (Y/N)
				Ft. Lbs.	% Shear	Mils	

FILLED WELD TEST (QW-180)

Result Satisfactory (Yes/No) _____ Penetration into Parent metal (Yes/No) _____

Macro Results: _____

OTHER TESTS

Type of test _____

Deposit Analysis _____


Other _____

Welder's name Gregorio Panca Umifia Clock N° N.A. Stamp N° N.A.

Test conducted by Adalid Turpo P. Laboratory test N° MAT-FEB-0124/2010 (Pag. 3 y 4)

We certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with the requirements of Section IX of the ASME code.

Organization MESERQUA SAC.

Date: 20 de Julio del 2015 By:  Adalid Turpo Panca
 CWI 13121431
 QC1 EXP. 12/1/2016
 20/07/2015

Registro de calificación de procedimiento de soldadura (PQR) (Hoja 2 de 4).
 Cortesía de BYB Murillo SAC.

LABORATORIO DE MATERIALES

Departamento de Ingeniería
Sección Ingeniería Mecánica



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

CON SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD SEGUN NTP ISO/IEC 17025

MAT-FEB-0124/2010

ENSAYO DE TRACCIÓN

INFORME DE LABORATORIO

MAT-Lab-4.04

Número Total de Páginas: 8

SOLICITADO POR : IMCO SERVICIOS S.A.C.
DIRECCIÓN : Vía de Evitamiento Km 3. Cerro Colorado - Arequipa.
REALIZADO POR : Laboratorio de Materiales - Analista 07.
MUESTRA : Probetas de acero soldadas.
FECHA : 2010.03.01.

RESULTADOS:

	20.03	19.93
	7.05	7.50
	141.2	149.5
	---	---
	70.8	75.0
	---	---
	501	502
	---	---
	---	---
	---	---

Fecha de Ejecución: 2010.03.01.

OBSERVACIONES:

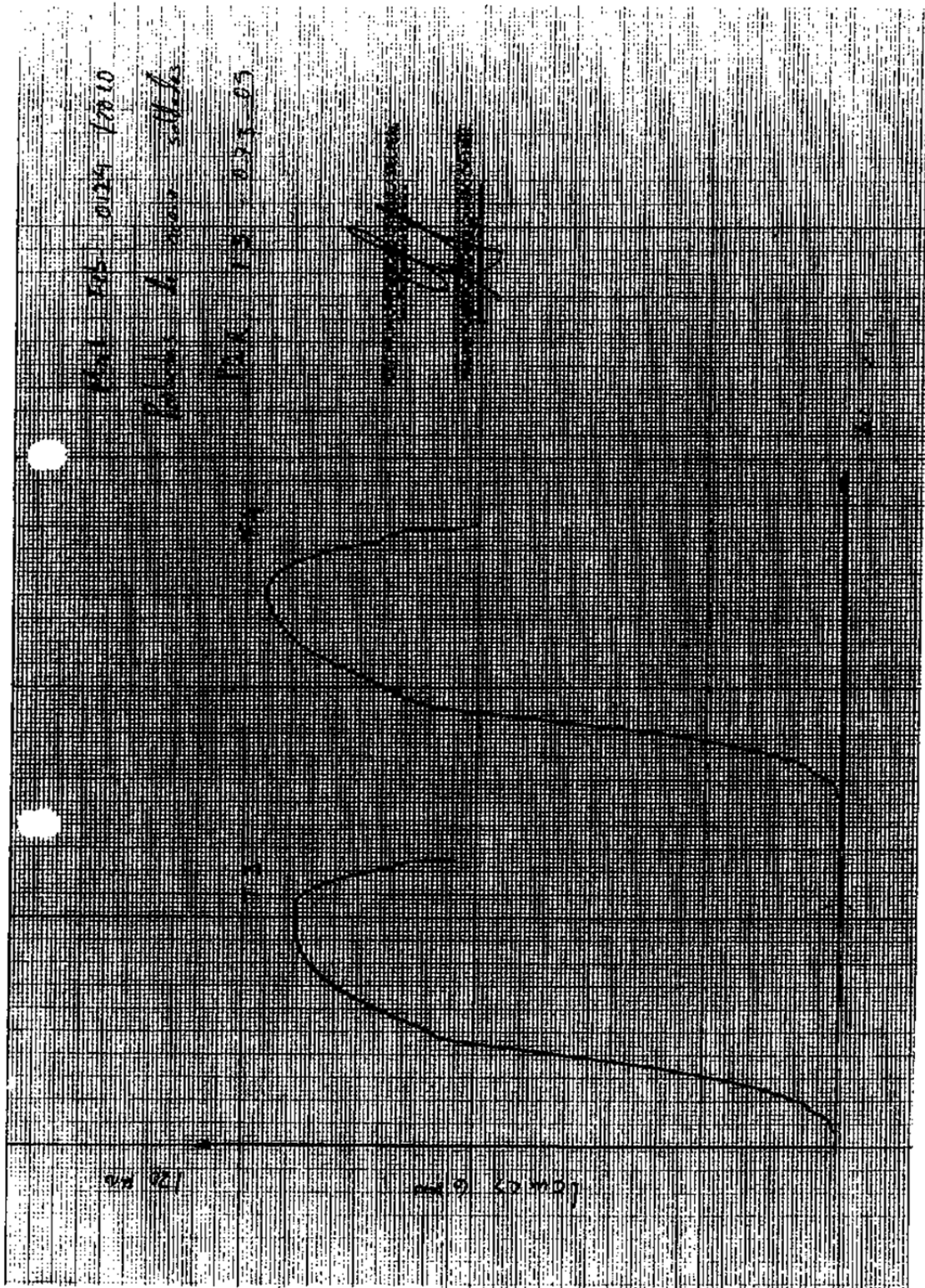
- . Condición de las muestras: Visualmente en buen estado.
- . Las probetas ensayadas fueron extraídas de las muestras proporcionadas por el solicitante.
- . Norma de ensayo: B & PV ASME CODE, Sec IX - 2007.
- . Temperatura ambiente durante el ensayo: 28 °C.
- . T3 y T4 rompieron en el metal base.
- . Proceso: SMAW.
- . PQR N°: IS-073/09.

Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
 Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Materiales.
 Los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto, como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3 de 8

[Handwritten signature]

Registro de calificación de procedimiento de soldadura (PQR) (Hoja 3 de 4).
Cortesía de BYB Murillo SAC.



Registro de calificación de procedimiento de soldadura (PQR) (Hoja 4 de 4).
Cortesía de BYB Murillo SAC.

Anexo B – manuales, certificados y registros

B.6- Registro de calificación de soldador (WPQ)



IMCO SERVICIOS S.A.C.



REGISTRO DE LAS PRUEBAS DE CALIFICACIÓN DEL SOLDADOR

Tipo de soldador: Soldador Manual Uniones Tubulares Estampa: W18
 Nombre: Jaime Chambi Mamani N° DNI: 41297745
 Especificación de procedimiento de soldadura (WPS): IMCO IS-102-10 Fecha: 18/12/2010

Variables	Registro de Valores Reales empleados en la Calificación	Rango de Calificación
Proceso/Tipo	SMAW-FCAW	
N° de Electrodos	NA	NA
Corriente/Polaridad	DCEP(Root);DCEP(Others)	
Posición	6G	Todas
Progresión de la Soldadura	Ascendente	Ascendente
Respaldar (si o no)	No	
Material/Espec.	ASTM A53 GrB (P-Number 1)	P1
Metal Base		
Espesor: (plancha)		
De bisel		
Filete		
Espesor (tubo)	7 mm	1.6 mm Min.; 14mm Max.
Abertura o bisel		
Filete		
Diámetro (tubo)	406.4 mm	73 mm Min. ; Ilimitado
Abertura o bisel		
Filete		
Metal de aporte		
Especificación N°	AWS 5.1; AWS 5.20	
Clasificación	E6010 ; E71T-1	
F-N°	3-6	3-6
Gas/Tipo de Fundente		
Otros	NA	NA

INSPECCION VISUAL			
Acceptable SI o NO_SI			
Resultados de la Prueba de Doblez Guiado			
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
CARA	ACEPTADO	RAIZ	ACEPTADO
CARA	ACEPTADO	RAIZ	ACEPTADO
Resultados de la prueba de filete			
Apariencia	NA	Tamaño de filete	NA
Prueba de fractura para penetración de raíz	NA	Macroataque	NA
Describir la ubicación, naturaleza, y tamaño de cualquier grieta o desgarramiento de la probeta			
Inspeccionado por	Ing. Julio Cesar Aguilar Quispe	Prueba N°	IMCO 438-10
Empresa	MESERQUA S.A.C.	Fecha	18/12/2010

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RADIOGRAFICAS					
N° de Placa	Resultados	Observaciones	N° de Placa	Resultados	Observaciones

Inspeccionado por _____ Prueba N° _____
 Empresa _____ Fecha _____

Nosotros, abajo firmantes certificamos que el contenido de este registro es correcto y que las probetas para las pruebas de soldadura fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX.

Constructor o Fabricante: IMCO SERVICIOS S.A.C. Autorizado por: Manuel Cabanillas Cabrera
 Fecha: 18 de Diciembre del 2010



Anexo B – manuales, certificados y registros



IMCO SERVICIOS S.A.C.



REGISTRO DE LAS PRUEBAS DE CALIFICACIÓN DEL SOLDADOR

Tipo de soldador:	Soldador Manual Uniones no Tubulares	Estampa:	W51
Nombre	Hugo Alfredo Turpo Pancca	N° DNL	42004345
Especificación de procedimiento de soldadura (WPS)	IMCO IS-175-09	Fecha	26/02/2011

Variables	Registro de Valores Reales empleados en la Calificación	Rango de Calificación
Proceso/Tipo	SMAW	NA
N° de Electrodos	NA	
Corriente/Polaridad	DCEP	
Posición	3G	De bisel: F, V. De filete: F, H, V.
Progresión de la Soldadura	Ascendente	Ascendente.
Respaldar (si o no)	No	
Material/Espec.	ASTM A36	Min 3mm, max. 19 mm
Metal Base		
Espesor: (plancha)		
De bisel	9.5 mm	
Filete		
Espesor (tubo)		
Abertura o bisel		
Filete		
Diámetro (tubo)		
Abertura o bisel		
Metal de aporte		
Especificación N°	AWS 5.1	
Clasificación	E6010 - E 7018	
F-N°	3 - 4	
Gas/Tipo de Fundente		NA
Otros	NA	

INSPECCION VISUAL			
Acceptable SI o NO _SI_			
Resultados de la Prueba de Doblez Guiado			
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
CARA	ACEPTADO		
RAIZ	ACEPTADO		
Resultados de la prueba de filete			
Apariencia	NA	Tamaño de filete	NA
Prueba de fractura para penetración de raíz	NA	Macroataque	NA
Describir la ubicación, naturaleza, y tamaño de cualquier grieta o desgarramiento de la probeta			
Inspeccionado por	Ing. Julio Cesar Aguilar Quispe	Prueba N°	IMCO 0318-11
Empresa	MESERQUA SAC.	Fecha	26/02/2010

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS RADIOGRAFICAS					
N° de Placa	Resultados	Observaciones	N° de Placa	Resultados	Observaciones
Inspeccionado por			Prueba N°		
Empresa			Fecha		

Nosotros, abajo firmantes certificamos que el contenido de este registro es correcto y que las probetas para las pruebas de soldadura fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX.

Constructor o Fabricante: IMCO SERVICIOS S.A.C. Autorizado por: Manuel Cabanillas Cabrera
 Fecha: 26 de Febrero del 2011



Registro de calificación de soldador (WPQ) (Hoja 2 de 2).
Cortesía de Meserqua SAC.

Anexo C – memorias de cálculo

C- MEMORIAS DE CÁLCULO

C.1- Estimación de la *dotación requerida*

Contenido

- C.1.1- Objetivo
- C.1.2- Referencias
- C.1.3- Forma y dimensiones generales
- C.1.4- Consideraciones generales
- C.1.5- Desarrollo
- C.1.6- Resultados
- C.1.7- Conclusiones y recomendaciones

Revisión	Elab. por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	E. Mariaca	Emitido para información	16/05/2018	-	-
Comentarios:					

Anexo C – memorias de cálculo

C.1.1- Objetivo

Estimar la *dotación requerida* para el sistema de abastecimiento de agua potable a instalarse en *facilidades Linga*.

C.1.2- Referencias

1. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010). Lima, Perú: M. vivienda.

C.1.3- Forma y dimensiones generales

Las dimensiones y características de las instalaciones se asumieron conforme a planos y especificaciones proporcionadas por SMCV, listadas líneas abajo.

1. CAP15091-UN-C2-3860-20A-001-RevA; arquitectura; planimetría; arreglo general.
2. CAP15091-UN-C2-3860-20A-002-RevA; arquitectura; vestuarios, SS.HH. y comedor; planta.
3. CAP15091-UN-C2-3860-20A-030-RevA; arquitectura; laboratorio; planta.
4. CAP15091-UN-C2-3860-15R-060-RevA; estructuras; cimentación de estación de bombeo; planta y secciones.
5. CAP15091-UN-C2-3860-50T-001-RevA; tuberías; tuberías de agua doméstica; arreglo general.
6. CAP15091-UN-C2-3860-50T-002-RevA; tuberías; SS.HH., vestuarios y comedor; planta y secciones.
7. CAP15091-UN-C2-3860-50T-003-RevA; tuberías; laboratorio y oficinas permanentes; planta y secciones.

C.1.4- Consideraciones generales

1. Para la estimación de la *demand*a se utilizarán los requerimientos de la publicación: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010).

C.1.5- Desarrollo

Los criterios utilizados para la determinación de la *dotación* en *facilidades Linga*, fueron seleccionados conforme a la publicación: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010).

Anexo C – memorias de cálculo

Item	Area	Capacidad	Area	Dotación	Total
		(personas)	(m ²)	(lt/m ²)	(lts)
Instalaciones facilidades Linga			8945.28		
1	Vesturarios, SS.HH. Y comedor		556.31		17004.16
1.1	Comedor (d)	72	138.60	40.00	5544.00
1.2	Vestuarios supervisores (h)	40	39.12	30.00	1173.60
1.3	Area de duchas supervisores (h)	40	24.17	30.00	725.10
1.4	SS.HH. Supervisores (h)	40	32.99	30.00	989.70
1.5	Vestuarios personal técnico (h)	160	157.01	30.00	4710.30
1.6	Area de duchas para personal técnico (h)	160	68.07	30.00	2042.10
1.7	SS.HH. para personal técnico (h)	160	60.04	30.00	1801.20
1.8	Cuartos de servicios (j)		36.31	0.50	18.16
2	Laboratorio QA/QC		244.12		5622.40
2.1	Laboratorios		135.25	40.00	5410.00
2.2	Oficinas (h)		28.72	6.00	172.32
2.3	Cuartos de servicios (j)		80.15	0.50	40.08
3	Oficinas permanentes (h)		596.47	6.00	3578.82
4	Oficinas proyectos (h)		240.50	6.00	1443.00
5	Estacionamientos		1936.08		3872.16
5.1	Livianos (o)		1564.14	2.00	3128.28
5.2	Pesados (o)		371.94	2.00	743.88
6	Accesos		3445.05		0.00
6.1	Peatonales		360.36	0.00	0.00
6.2	Vehiculares		2727.88	0.00	0.00
7	Areas libres (sin uso)		1926.75	0.00	0.00
			Dotación Total por día		31520.53
					lts

Tabla de dotaciones por área seleccionada para facilidades Linga.

C.1.6- Resultados

$$\text{Dotación estimada/día} = 31520.53 \text{ lts}$$

Con el fin de satisfacer cualquier consumo adicional imprevisto, se requiere asumir un *factor de seguridad (FDS)*.

$$FDS \approx 20\%$$

Finalmente, requerimos satisfacer una *dotación requerida mínima diaria* de:

$$\text{Dotación requerida/día} = 38000 \text{ lts}$$

C.1.7- Conclusiones y recomendaciones

1. La *dotación mínima requerida* del sistema de abastecimiento de agua potable de facilidades Linga es: *Dotación requerida/día* = 38000 lts.

Anexo C – memorias de cálculo

2. El sistema de almacenamiento de agua potable debe cumplir con los requerimientos de los ítems 2.2, 2.4 y 2.5 de la publicación: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010).

Anexo C – memorias de cálculo

C.2- Estimación de la *máxima demanda probable* por el *método de Hunter*

Contenido

C.2.1- Objetivo

C.2.2- Referencias

C.2.3- Forma y dimensiones generales

C.2.4- Consideraciones generales

C.2.5- Desarrollo

C.2.6- Conclusiones y recomendaciones

Revisión	Elab. por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	E. Mariaca	Emitido para información	16/05/2018	-	-
Comentarios:					

Anexo C – memorias de cálculo

C.2.1- Objetivo

Estimar la *máxima demanda probable* del sistema hidroneumático para el abastecimiento de agua potable a instalarse en *facilidades Linga*.

C.2.2- Referencias

1. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010). Lima, Perú: M. Vivienda.
2. Hunter, Roy B. (1940). *Methods of Estimating Loads in Plumbing Systems* (Building Materials and Structures, report BMS65). Washington, DC: Department of Commerce.

C.2.3- Forma y dimensiones generales

Las dimensiones y características del sistema hidroneumático se asumieron conforme a planos y especificaciones proporcionadas por SMCV listadas líneas abajo.

1. CAP15091-UN-C2-3860-20A-001-RevA; arquitectura; planimetría; arreglo general.
2. CAP15091-UN-C2-3860-20A-002-RevA; arquitectura; vestuarios, SS.HH. y comedor; planta.
3. CAP15091-UN-C2-3860-20A-030-RevA; arquitectura; laboratorio; planta.
4. CAP15091-UN-C2-3860-15R-060-RevA; estructuras; cimentación de estación de bombeo; planta y secciones.
5. CAP15091-UN-C2-3860-50T-001-RevA; tuberías; tuberías de agua doméstica; arreglo general.
6. CAP15091-UN-C2-3860-50T-002-RevA; tuberías; SS.HH., vestuarios y comedor; planta y secciones.
7. CAP15091-UN-C2-3860-50T-003-RevA; tuberías; laboratorio y oficinas permanentes; planta y secciones.

C.2.4- Consideraciones generales

1. Para la estimación de la *máxima demanda probable* se utilizarán las tablas presentadas en la publicación: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010).

C.2.5- Desarrollo

C.2.5.1- Valores UH

Los *valores UH* por aparato sanitario se asumen conforme a la tabla de *unidades de gasto* para el cálculo de las tuberías de distribución de agua en los edificios (aparatos de uso público) presentados en la publicación mencionada líneas arriba.

Las estimaciones obtenidas por área se detallan en los cuadros presentados líneas abajo.

Anexo C – memorias de cálculo

C.2.5.2- Vestuarios y comedor

Item	Ap. Sanitario	Descripción	Cantidad (und)	N° valores UH	Sub-total valores UH
1	Ducha	Se asume un valor 6	33	6.0	198
2	Urinario	Con válvula semiautomática y automática	8	5.0	40
3	Inodoro	Con tanque, descarga completa	8	5.0	40
4	Lavatorio	Lavadero	2	3.0	6
5	Lavamanos	Lavatorio, corriente, solo agua fría	15	2.0	30
Total					314

Estimación de valores UH por aparato sanitario en vestuarios y comedor.

C.2.5.3- Laboratorio QA/QC

Item	Ap. Sanitario	Descripción	Cantidad (und)	N° valores UH	Sub-total valores UH
1	Lavatorio	Lavadero, hotel restaurante	6	4.0	24
Total					24

Estimación de valores UH por aparato sanitario en laboratorio QA/QC.

C.2.5.4- Oficinas permanentes (operaciones)

Item	Ap. Sanitario	Descripción	Cantidad (und)	N° valores UH	Sub-total valores UH
1	Urinario	Con válvula semiautomática y automática	2	5.0	10
2	Inodoro	Con tanque, descarga completa	6	5.0	30
3	Lavatorio	Lavadero	1	3.0	3
4	Lavamanos	Lavatorio, corriente, solo agua fría	5	2.0	10
Total					53

Estimación de valores UH por aparato sanitario en oficinas permanentes (operaciones).

C.2.5.5- Oficinas temporales (proyectos)

Item	Ap. Sanitario	Descripción	Cantidad (und)	N° valores UH	Sub-total valores UH
1	Urinario (*)	Con válvula semiautomática y automática	2	5.0	10
2	Inodoro (*)	Con tanque, descarga completa	6	5.0	30
3	Lavamanos (*)	Lavatorio, corriente, solo agua fría	4	2.0	8
Total					48

Estimación de valores UH por aparato sanitario en oficinas temporales (proyectos).

C.2.5.6- Total de valores UH

Total de valores UH = 439

C.2.5.7- Máxima demanda probable

Anexo C – memorias de cálculo

Según la *tabla de gastos probables* para la aplicación del *método de Hunter* presentada en la publicación: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010). La *máxima demanda probable* que corresponde al *total de valores UH* estimado líneas arriba es:

$$\text{Máxima demanda probable} = 4.27 \text{ lts/s}$$

C.2.6- Conclusiones y recomendaciones

1. Se concluye que la *máxima demanda probable* que presentará el sistemas hidroneumático a instalarse en *facilidades Linga* será de *4.27 lts/s*.
2. Las estimaciones por aparato sanitario son válidas para la realidad nacional. Se recomienda verificar en caso se use bajo otras situaciones.

Anexo C – memorias de cálculo

C.3- Estimación de la presión y caudal mínimo de arranque del equipo hidroneumático según los requerimientos del sistema

Contenido

- C.3.1- Objetivo
- C.3.2- Referencias
- C.3.3- Forma y dimensiones generales
- C.3.4- Consideraciones generales
- C.3.5- Desarrollo
- C.3.6- Resultados
- C.3.7- Conclusiones y recomendaciones
- C.3.8- Reportes

Revisión	Elab. por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	E. Mariaca	Emitido para información	16/05/2018	-	-
Comentarios:					

Anexo C – memorias de cálculo

C.3.1- Objetivo

Estimar la *presión mínima de arranque* y el *caudal mínimo de arranque* del equipo hidroneumático (conjunto tanque hidroneumático-bomba centrífuga) para la adecuada operación del sistema de abastecimiento de agua potable a instalarse en *facilidades Linga*.

El modelamiento y el análisis del sistema se realizará mediante el software de balance de redes *AFT Fathom versión 9*.

C.3.2- Referencias

1. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). *Instalaciones Sanitarias para Edificaciones* (Reglamento nacional de edificaciones, norma IS.010). Lima, Perú: M. Vivienda.

C.3.3- Forma y dimensiones generales

Las dimensiones y características del sistema se asumieron conforme a planos y especificaciones proporcionados por SMCV y listadas líneas abajo.

1. CAP15091-UN-C2-3860-20A-001-RevA; arquitectura; planimetría; arreglo general.
2. CAP15091-UN-C2-3860-20A-002-RevA; arquitectura; vestuarios, SS.HH. y comedor; planta.
3. CAP15091-UN-C2-3860-20A-030-RevA; arquitectura; laboratorio; planta.
4. CAP15091-UN-C2-3860-15R-060-RevA; estructuras; cimentación de estación de bombeo; planta y secciones.
5. CAP15091-UN-C2-3860-50T-001-RevA; tuberías; tuberías de agua doméstica; arreglo general.
6. CAP15091-UN-C2-3860-50T-002-RevA; tuberías; SS.HH., vestuarios y comedor; planta y secciones.
7. CAP15091-UN-C2-3860-50T-003-RevA; tuberías; laboratorio y oficinas permanentes; planta y secciones.

C.3.4- Consideraciones generales

Condiciones ambientales:

Presión atmosférica : 0.73 atm

Temperatura min. : 3.7 °C

Temperatura máx. : 30 °C

Flujo:

Tipo de fluido : Agua doméstica

Densidad : 1000 kg/m³

Viscosidad dinámica : 1.58x10⁻³ N.s/m² @ 3.7 °C

Anexo C – memorias de cálculo

Sistema:

Presión estática máx. : 50 *m de H2O std. (g)*
Máx. demanda probable : 4.27 *lts/s*

Tuberías:

Material

NPS > 1-1/2" : Agua fría: acero; agua caliente: PVC; tuberías enterradas: PVC
NPS 1-1/4" : Agua fría: acero; agua caliente: PVC
NPS 1" : Agua fría: acero; agua caliente: PVC
NPS 3/4" : PVC
NPS 1/2" : PVC

Diámetro interno

NPS 2" : 52.501 *mm*
NPS 1-1/2" : 40.894 *mm*
NPS 1-1/4" : 35.052 *mm*
NPS 1" : 26.64 *mm*
NPS 3/4" : 20.929 *mm*
NPS 1/2" : 15.798 *mm*

Rugosidad absoluta

NPS 2"
Acero : 0.04572 *mm*
NPS 1-1/2"
Acero : 0.04572 *mm*
PVC : 0.001524 *mm*
NPS 1-1/4"
Acero : 0.04572 *mm*
NPS 1"
Acero : 0.04572 *mm*
PVC : 0.001524 *mm*
NPS 3/4"
PVC : 0.001524 *mm*
NPS 1/2"
PVC : 0.001524 *mm*

Velocidad min. : 0.6 *m/s*

Velocidad máx. recomendada

NPS > 1-1/2" : 3 *m/s*
NPS 1-1/4" : 2.85 *m/s*
NPS 1" : 2.48 *m/s*
NPS 3/4" : 2.2 *m/s*

Anexo C – memorias de cálculo

NPS 1/2" : 1.9 m/s

Válvulas (factor K, Idelchik & Miller):

Válvulas de paso

Ball, 10 deg. (M)	: K = 0.48
Ball, 20 deg. (M)	: K = 1.4
Ball, 30 deg. (M)	: K = 3.2
Ball, 40 deg. (M)	: K = 7.5
Ball, 50 deg. (M)	: K = 16
Ball, 60 deg. (M)	: K = 36
Ball, 70 deg. (M)	: K = 100
Ball, 80 deg. (M)	: K = 400

Válvulas de descarga

Gate, Disk with recess, PO=10 (I)	: K = 200
Gate, Disk with recess, PO=15 (I)	: K = 77
Gate, Disk with recess, PO=20 (I)	: K = 33
Gate, Disk with recess, PO=30 (I)	: K = 11
Gate, Disk with recess, PO=40 (I)	: K = 4.7
Gate, Disk with recess, PO=50 (I)	: K = 2.35
Gate, Disk with recess, PO=60 (I)	: K = 1.23
Gate, Disk with recess, PO=70 (I)	: K = 0.67
Gate, Disk with recess, PO=80 (I)	: K = 0.31
Gate, Disk with recess, PO=90 (I)	: K = 0.11

Aparatos sanitarios:

Presión estática de descarga por aparato sanitario

Ducha	: 10.33 m de H ₂ O std. (g)
Urinario	: 9.92 m de H ₂ O std. (g)
Inodoro	: 8.78 m de H ₂ O std. (g)
Lavatorio	: 9.82 m de H ₂ O std. (g)
Lavamanos	: 9.82 m de H ₂ O std. (g)
Otros	: 9.92 m de H ₂ O std. (g)

Caudal de descarga por aparato sanitario

Caudal min.	: 0.101 lts/s
Caudal máx.	: -

Unidad de bombeo:

2 unidades instaladas (1 en operación 1 en stand-by).

C.3.5- Desarrollo

Anexo C – memorias de cálculo

C.3.5.1- Modelamiento

Véase esquemas (Scenario 1 y Scenario 2) presentados líneas abajo según corresponda.

C.3.5.2- Consideraciones particulares

1. El Scenario 1 representa el análisis del sistema desde el enfoque del criterio de la ruta crítica.
2. El Scenario 2 representa el análisis del sistema desde el enfoque del criterio del caudal máximo.
3. La distribución de la apertura de los aparatos sanitarios se inició desde el aparato más alejado del ramal o red.
4. En duchas se consideró una relación entre caudal de agua caliente y agua fría máximo de 1:4.

C.3.5.3- Análisis

C.3.5.3.1- Scenario 1 – of. perm. abierto 57%, of. temp. abierto 58%, lab. abierto 83%, vest. (SS.HH.) abierto 45%

Configuración de aparatos sanitarios abiertos:

Of. permanentes:

Urinario	:	2 de 2
Inodoro	:	3 de 6
Lavatorio	:	0 de 1
Lavamanos	:	3 de 5

Of. temporales (instalaciones proyectadas):

Urinario	:	2 de 2
Inodoro	:	3 de 6
Lavamanos	:	2 de 4

Laboratorio:

Lavatorio	:	5 de 6
-----------	---	--------

Of. vestuarios (SS.HH.):

Urinario	:	4 de 8
Inodoro	:	4 de 8
Lavamanos	:	6 de 15

Resultados de análisis:

Number of pipes	:	322
Number of junctions	:	287
Valve	:	58
Check valve	:	1
Area change	:	17
Bend	:	136
Tee or wye	:	75

Anexo C – memorias de cálculo

Total length	:	476.95 m
Min velocity	:	0.145 m/s at pipe 376
Máx velocity	:	
NPS > 1-1/2"	:	3.07 m/s
NPS 1-1/4"	:	4.178 m/s
NPS 1"	:	1.657 m/s
NPS 3/4"	:	0.733 m/s
NPS 1/2"	:	0.641 m/s
Total inflow	:	4.03 lts/s
Total outflow	:	4.033 lts/s
Maximun static pressure	:	25.20 m de H2O std. (g) in pipe 711
Minimum static pressure	:	8.78 m de H2O std. (g) in 72
Maximun stagnation pressure	:	25.68 m de H2O std. (g) in pipe 710
Minimum stagnation pressure	:	8.80 m de H2O std. (g) in 72
Total head loss gravity	:	3.50 m
Total head loss	:	130.506 m
Pipes	:	24.922 m
Junctions	:	105.584 m
Valve	:	96.539 m
Tee or wye	:	4.86 m
Bend	:	3.344 m
Area change	:	0.497 m
Check valve	:	0.34485 m
Pressure loss total	:	134.011 m de H2O std. (g)
Pipes	:	28.423 m de H2O std. (g)
Junctions	:	105.588 m de H2O std. (g)

Caudal y presión de descarga resultantes por aparato sanitario abierto:

Anexo C – memorias de cálculo

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))
61	Supervisores - urinario 3	1/2 inch	1.100	0.610	0.120	9.92	9.94
63	Supervisores - urinario 2	1/2 inch	1.100	0.613	0.120	9.92	9.94
72	Supervisores - inodoro 2	1/2 inch	0.300	0.640	0.125	8.78	8.80
74	Supervisores - inodoro 3	1/2 inch	0.300	0.639	0.125	8.78	8.80
76	Supervisores - lavamanos 5	1/2 inch	0.900	0.581	0.114	9.82	9.84
78	Supervisores - lavamanos 4	1/2 inch	0.900	0.582	0.114	9.82	9.84
132	Tecnicos - lavamanos 7	1/2 inch	0.900	0.569	0.112	9.82	9.84
134	Tecnicos - lavamanos 6	1/2 inch	0.900	0.568	0.111	9.82	9.84
142	Tecnicos - lavamanos 2	1/2 inch	0.900	0.563	0.110	9.82	9.84
144	Tecnicos - lavamanos 1	1/2 inch	0.900	0.562	0.110	9.82	9.84
151	Tecnicos - urinario 2	1/2 inch	1.100	0.633	0.124	9.92	9.94
153	Tecnicos - urinario 1	1/2 inch	1.100	0.632	0.124	9.92	9.94
156	Tecnicos - inodoro 1	1/2 inch	0.300	0.636	0.125	8.78	8.80
158	Tecnicos - inodoro 2	1/2 inch	0.300	0.637	0.125	8.78	8.80
480	OfPerm - lavamanos 1	1/2 inch	1.700	0.612	0.120	9.82	9.84
484	OfPerm - lavamanos 3	1/2 inch	1.700	0.598	0.117	9.82	9.84
487	OfPerm - urinario 1	1/2 inch	1.900	0.585	0.115	9.92	9.94
489	OfPerm - urinario 2	1/2 inch	1.900	0.592	0.116	9.92	9.94
494	OfPerm - inodoro 1	1/2 inch	1.100	0.577	0.113	8.78	8.80
502	OfPerm - inodoro 5	1/2 inch	1.100	0.563	0.110	8.78	8.80
504	OfPerm - inodoro 6	1/2 inch	1.100	0.560	0.110	8.78	8.80
508	OfPerm - lavamanos 5	1/2 inch	1.700	0.627	0.123	9.82	9.84
526	OfTemp - lavamanos 4	1/2 inch	1.700	0.641	0.126	9.82	9.84
527	OfTemp - urinario 1	1/2 inch	1.900	0.631	0.124	9.92	9.94
547	OfTemp - urinario 2	1/2 inch	1.900	0.591	0.116	9.92	9.94
554	OfTemp - inodoro 6	1/2 inch	1.100	0.663	0.130	8.78	8.80
558	OfTemp - inodoro 2	1/2 inch	1.100	0.645	0.127	8.78	8.80
560	OfTemp - inodoro 3	1/2 inch	1.100	0.642	0.126	8.78	8.80
562	OfTemp - lavamanos 2	1/2 inch	1.700	0.613	0.120	9.82	9.84
616	Lab - lavatorio 5	1/2 inch	1.150	0.555	0.109	9.82	9.84
628	Lab - lavatorio 3	1/2 inch	1.150	0.624	0.122	9.82	9.84
630	Lab - lavatorio 2	1/2 inch	1.150	0.615	0.121	9.82	9.84
636	Lab - lavatorio 6	1/2 inch	1.150	0.590	0.116	9.82	9.84
642	Lab - lavatorio 1	1/2 inch	1.150	0.578	0.113	9.82	9.84

Escenario 1 - caudal y presión de descarga resultantes por aparato sanitario abierto.

Para mayor detalle de los resultados del análisis del Escenario 1, revíse el reporte correspondiente adjunto líneas abajo.

C.3.5.3.2- Escenario 2 – vestuarios (duchas) abierto 85%, vestuarios (SS.HH.) abierto 45%

Configuración de aparatos sanitarios abiertos:

Vestuarios (duchas):

Duchas : 28 de 33

Vestuarios (SS.HH.):

Urinario : 4 de 8

Inodoro : 4 de 8

Anexo C – memorias de cálculo

Lavamanos	:	6 de 15
<u>Resultados de análisis:</u>		
Number of pipes	:	500
Agua fría	:	325
Agua caliente	:	175
Number of junctions	:	420
Valve	:	101
Check valve	:	7
Head exchanger	:	6
Area change	:	31
Bend	:	133
Tee or wye	:	142
Total length	:	569.9 m
Agua fría	:	375.09 m
Agua caliente	:	194.81 m
Min velocity	:	0.0224 m/s at pipe 847
Máx velocity	:	
NPS > 1-1/2"	:	3.4642 m/s
NPS 1-1/4"	:	4.7151 m/s
NPS 1"	:	1.0416 m/s
NPS 3/4"	:	1.0607 m/s
NPS 1/2"	:	0.5892 m/s
Total inflow	:	4.55 lts/s
Total outflow	:	4.55 lts/s
Agua fría	:	3.515 lts/s
Agua caliente	:	1.035 lts/s
Maximun static pressure	:	25.13 m de H2O std. (g) in pipe 711
Minimum static pressure	:	8.78 m de H2O std. (g) in inodoros
Maximun stagnation pressure	:	25.75 m de H2O std. (g) in pipe 710
Minimum stagnation pressure	:	8.79 m de H2O std. (g) in inodoros
Total head loss gravity	:	19.85 m
Total head loss	:	67.561 m
Pipes	:	23.12 m
Junctions	:	44.441 m
Valve	:	35.54 m
Tee or wye	:	4.68 m
Bend	:	2.68 m

Anexo C – memorias de cálculo

Area change	:	0.667 m
Check valve	:	0.4968 m
Head exchanger	:	0.3773 m
Pressure loss total	:	87.4191 m de H2O std. (g)
Pipes	:	42.9719 m de H2O std. (g)
Junctions	:	44.4472 m de H2O std. (g)

Caudal y presión de descarga resultantes por aparato sanitario abierto:

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))
61	Supervisores - urinario 3	1/2 inch	1.100	0.550	0.108	9.92	9.94
63	Supervisores - urinario 2	1/2 inch	1.100	0.565	0.111	9.92	9.94
72	Supervisores - inodoro 2	1/2 inch	0.300	0.527	0.103	8.78	8.79
74	Supervisores - inodoro 3	1/2 inch	0.300	0.526	0.103	8.78	8.79
76	Supervisores - lavamanos 5	1/2 inch	0.900	0.577	0.113	9.82	9.84
78	Supervisores - lavamanos 4	1/2 inch	0.900	0.581	0.114	9.82	9.84
87	Supervisores - ducha 3	1/2 inch	2.000	0.590	0.116	10.33	10.35
92	Supervisores - ducha 2	1/2 inch	2.000	0.589	0.115	10.33	10.35
97	Supervisores - ducha 1	1/2 inch	2.000	0.577	0.113	10.33	10.35
102	Supervisores - ducha 4	1/2 inch	2.000	0.546	0.107	10.33	10.35
107	Supervisores - ducha 5	1/2 inch	2.000	0.544	0.107	10.33	10.35
112	Supervisores - ducha 6	1/2 inch	2.000	0.530	0.104	10.33	10.34
117	Supervisores - ducha 7	1/2 inch	2.000	0.566	0.111	10.33	10.35
122	Supervisores - ducha 8	1/2 inch	2.000	0.562	0.110	10.33	10.35
132	Tecnicos - lavamanos 7	1/2 inch	0.900	0.544	0.107	9.82	9.84
134	Tecnicos - lavamanos 6	1/2 inch	0.900	0.541	0.106	9.82	9.83
142	Tecnicos - lavamanos 2	1/2 inch	0.900	0.531	0.104	9.82	9.83
144	Tecnicos - lavamanos 1	1/2 inch	0.900	0.528	0.103	9.82	9.83
151	Tecnicos - urinario 2	1/2 inch	1.100	0.560	0.110	9.92	9.94
153	Tecnicos - urinario 1	1/2 inch	1.100	0.557	0.109	9.92	9.94
156	Tecnicos - inodoro 1	1/2 inch	0.300	0.549	0.108	8.78	8.80
158	Tecnicos - inodoro 2	1/2 inch	0.300	0.550	0.108	8.78	8.80
177	Tecnicos - ducha 2	1/2 inch	2.000	0.543	0.107	10.33	10.35
182	Tecnicos - ducha 3	1/2 inch	2.000	0.574	0.113	10.33	10.35
192	Tecnicos - ducha 5	1/2 inch	2.000	0.554	0.109	10.33	10.35
197	Tecnicos - ducha 6	1/2 inch	2.000	0.551	0.108	10.33	10.35
202	Tecnicos - ducha 7	1/2 inch	2.000	0.568	0.111	10.33	10.35
207	Tecnicos - ducha 8	1/2 inch	2.000	0.566	0.111	10.33	10.35
212	Tecnicos - ducha 9	1/2 inch	2.000	0.532	0.104	10.33	10.34
217	Tecnicos - ducha 10	1/2 inch	2.000	0.561	0.110	10.33	10.35
227	Tecnicos - ducha 25	1/2 inch	2.000	0.561	0.110	10.33	10.35
232	Tecnicos - ducha 24	1/2 inch	2.000	0.590	0.116	10.33	10.35
237	Tecnicos - ducha 23	1/2 inch	2.000	0.560	0.110	10.33	10.35
242	Tecnicos - ducha 22	1/2 inch	2.000	0.518	0.102	10.33	10.34
247	Tecnicos - ducha 21	1/2 inch	2.000	0.520	0.102	10.33	10.34
252	Tecnicos - ducha 20	1/2 inch	2.000	0.524	0.103	10.33	10.34
257	Tecnicos - ducha 19	1/2 inch	2.000	0.542	0.106	10.33	10.34
262	Tecnicos - ducha 18	1/2 inch	2.000	0.522	0.102	10.33	10.34
272	Tecnicos - ducha 16	1/2 inch	2.000	0.546	0.107	10.33	10.35
277	Tecnicos - ducha 15	1/2 inch	2.000	0.551	0.108	10.33	10.35
282	Tecnicos - ducha 14	1/2 inch	2.000	0.571	0.112	10.33	10.35
287	Tecnicos - ducha 13	1/2 inch	2.000	0.564	0.111	10.33	10.35

Scenario 2 - caudal y presión de descarga por aparato sanitario abierto.

Anexo C – memorias de cálculo

Para mayor detalle de los resultados del análisis del Scenarío 2, revítese el reporte correspondiente adjunto líneas abajo.

C.3.6- Resultados

Scenarío 1:

Total inflow : 4.03 lts/s
Maximun stagnation pressure : 25.68 m de H2O std. (g)

Scenarío 2:

Total inflow : 4.55 lts/s
Maximun stagnation pressure : 25.75 m de H2O std. (g)

Se asume *presión mínima de arranque* y el *caudal mínimo de arranque* los valores máximos obtenidos de en ambos escenarios analizados.

$$\text{Presión min. de arranque} = 25.75 \text{ m de H2O std. (g)}$$

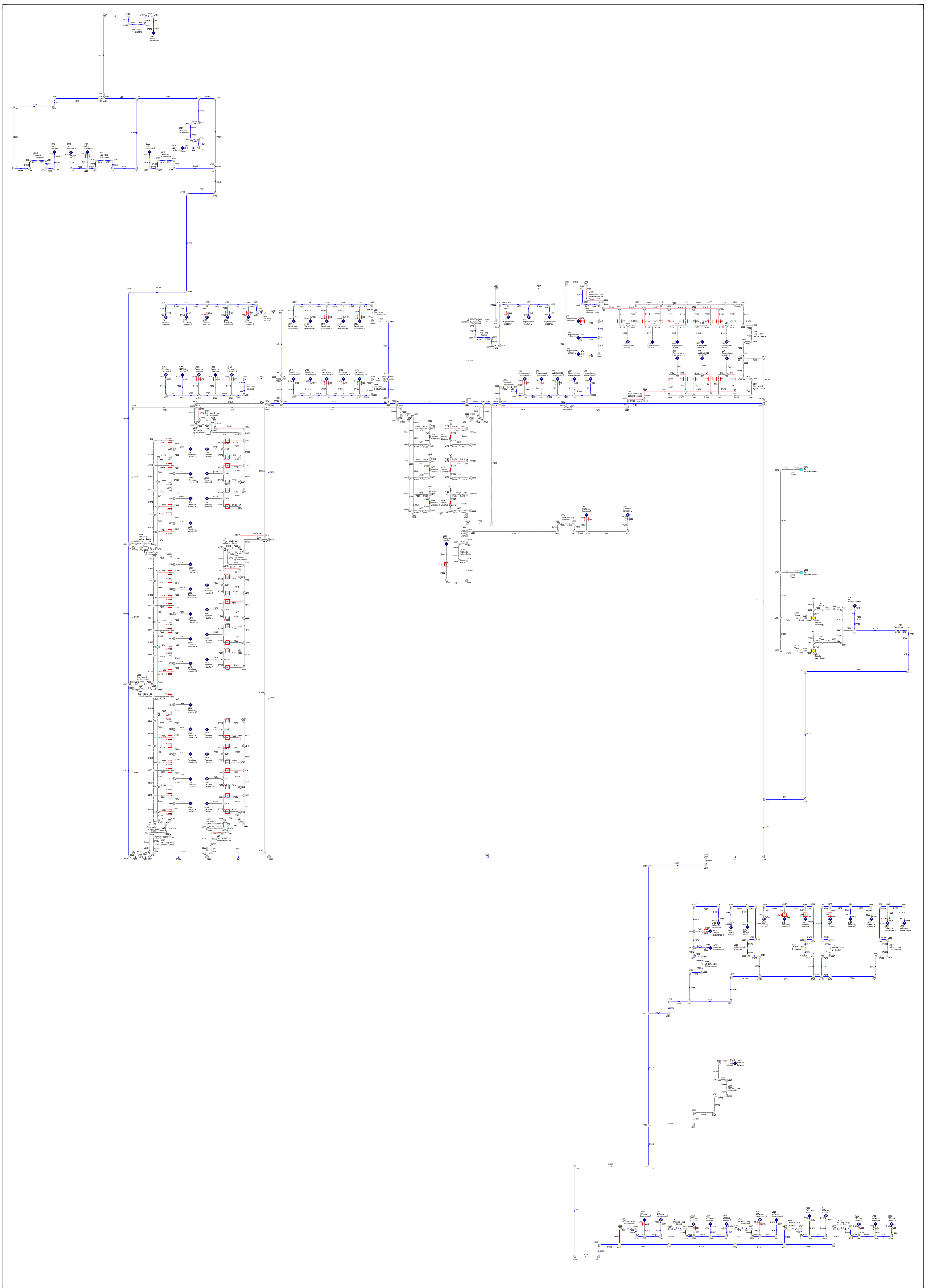
$$\text{Caudal min. de arranque} = 4.55 \text{ lts/s}$$

C.3.7- Conclusiones y recomendaciones

1. La apertura de las válvulas de paso del sistema DEBEN SER REGULADAS a un valor medio entre los dos escenarios de análisis, para obtener una operación óptima del sistema.
2. La bomba centrífuga seleccionada debe poseer una rango de caudal de suministro, eficientemente aceptable, desde 4.55 lts/s a más.
3. La bomba centrífuga seleccionada debe poseer un TDH mayor a 25.75 m.

C.3.8- Reportes

1. Scenarío 1 - Esquema según criterio de la ruta crítica.
 - a. Reporte - of. perm. abierto 57%, of. temp. abierto 58%, lab. abierto 83%, vest. (SS.HH.) abierto 45%.
2. Scenarío 2 - Esquema según criterio del caudal máximo.
 - a. Reporte - vestuarios (duchas) abierto 85%, vestuarios (SS.HH.) abierto 45%.



General

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 14/05/2018 04:13:56 p.m.

Application version: AFT Fathom Version 9 (2015.09.01)

Input File: C:\Users\Edwin\Documents\AFT\1- Fathom\Modelos\SHidro 2_revH\SHidro 2_revH.fth

Output File: C:\Users\Edwin\Documents\AFT\1- Fathom\Modelos\SHidro 2_revH\SHidro 2_revH_1.out

Execution Time= 0.53 seconds

Total Number Of Head/Pressure Iterations= 151

Total Number Of Flow Iterations= 16

Total Number Of Temperature Iterations= 0

Number Of Pipes= 837

Number Of Junctions= 798

Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.001 meters

Flow Rate Tolerance= 0.001 liter/sec

Flow Relaxation= (Automatic)

Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: Water at 1 atm

Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F

Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F

Temperature= 3.7 deg. C

Density= 1000.009 kg/m³

Viscosity= 0.00158 kg/sec-m

Vapor Pressure= -7.4613 m H₂O std. (g)

Viscosity Model= Newtonian

Apply laminar and non-Newtonian correction to: Pipe Fittings & Losses, Junction K factors, Junction Special Losses, Junction Polynomials

Corrections applied to the following junctions: Branch, Reservoir, Assigned Flow, Assigned Pressure, Area Change, Bend, Tee or Wye, Control Valve, Spray Discharge, Relief Valve

Ambient Pressure (constant)= 0.73 atm

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 4.03 liter/sec

Total Outflow= 4.03 liter/sec

Maximum Static Pressure is 25.2 m H₂O std. (g) at Pipe 711 Inlet

Minimum Static Pressure is 2.45 m H₂O std. (g) at Pipe 689 Inlet

Warnings

For an explanation of Warnings, click an item in this list and press F1 or search for 'Warnings' in the Help system.

CAUTION Check Valve closed at Junction 413

CAUTION Check Valve closed at Junction 425

CAUTION Check Valve closed at Junction 431

CAUTION Check Valve closed at Junction 437

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Valve State	K	Cv	Vol. Flow (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	dP Stag. (m H2O std.)	dH (meters)
43	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.120	13.72	9.92	3.79486	3.79472
46	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.120	13.75	9.92	3.83085	3.83071
59	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.125	12.96	8.78	4.17904	4.17889
62	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.125	12.94	8.78	4.16028	4.16013
65	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.114	13.26	9.82	3.44030	3.44017
68	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.114	13.28	9.82	3.45603	3.45590
137	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.112	13.13	9.82	3.30508	3.30496
140	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.111	13.11	9.82	3.28996	3.28984
152	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.110	13.06	9.82	3.23684	3.23673
155	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.110	13.04	9.82	3.22201	3.22189
167	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.124	14.01	9.92	4.08636	4.08621
170	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.124	13.99	9.92	4.06812	4.06797
173	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.125	12.90	8.78	4.12327	4.12312
176	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.125	12.92	8.78	4.14188	4.14173
382	Tec - valp - urinario	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.248	16.14	15.18	0.95313	0.95309
385	Tec - valp - inodoro	REGULAR	Open	100.000	2.026	0.250	15.96	13.28	2.68351	2.68342
388	Tec - valp 2 - lavamanos	REGULAR	Open	100.000	2.026	0.223	16.23	14.09	2.14127	2.14119
391	Tec - valp 1 - lavamanos	REGULAR	Open	100.000	2.026	0.221	16.11	14.02	2.09705	2.09697
394	Sup - valp - lavamanos	REGULAR	Open	100.000	2.026	0.228	16.46	14.22	2.23910	2.23902
397	Sup - valp - inodoro	REGULAR	Open	100.000	2.026	0.251	16.05	13.34	2.70760	2.70750
444	Sup - valp - urinario	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.240	15.67	14.78	0.89132	0.89129
459	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.120	11.29	9.82	1.47151	1.47145

Jct	Name	Valve Type	Valve State	K	Cv	Vol. Flow (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	dP Stag. (m H2O std.)	dH (meters)
465	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.117	11.22	9.82	1.40272	1.40267
471	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.115	10.50	9.92	0.57555	0.57553
474	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.116	10.51	9.92	0.58987	0.58985
480	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.113	12.18	8.78	3.39950	3.39937
492	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.110	10.02	8.78	1.24382	1.24378
495	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.110	10.01	8.78	1.22931	1.22927
501	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.123	11.36	9.82	1.54388	1.54382
522	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.126	10.51	9.82	0.69030	0.69027
525	Valve	REGULAR	Open	2.350	7.530	0.124	9.97	9.92	0.04769	0.04769
555	Valve	REGULAR	Open	2.350	7.530	0.116	9.96	9.92	0.04192	0.04192
564	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.130	10.51	8.78	1.72547	1.72541
570	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.127	10.42	8.78	1.63532	1.63526
573	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.126	10.40	8.78	1.61678	1.61672
576	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.120	11.29	9.82	1.47439	1.47433
583	OfPerm - valp 1 - lavamanos	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.237	12.92	12.04	0.87248	0.87245
586	OfPerm - valp - urinario	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.231	12.34	11.51	0.82554	0.82551
589	OfPerm - valp 1 - inodoro	REGULAR	Open	16.000	5.065	0.113	12.38	12.29	0.08830	0.08830
592	OfPerm - valp 2 - inodoro	REGULAR	Open	100.000	2.026	0.220	12.32	10.23	2.08563	2.08555
595	OfPerm - valp 2 - lavamanos	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.123	12.34	12.10	0.23436	0.23435
604	OfTemp - valp 1 - lavamanos	REGULAR	Open	7.500	7.397	0.120	12.06	12.01	0.04663	0.04663
607	OfTemp - valp 1 - inodoro	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.252	11.61	10.62	0.98731	0.98728
610	OfTemp - valp 2 - inodoro	REGULAR	Open	100.000	2.026	0.130	11.36	10.63	0.72756	0.72754
613	OfTemp - valp - urinario	REGULAR	Open	16.000	5.065	0.240	11.33	10.93	0.39579	0.39578
619	OfTemp - valp 2 - lavamanos	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.126	11.48	11.24	0.24450	0.24449
621	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.109	11.03	9.82	1.21136	1.21131
625	Lab - valp 4 - lavatorio	REGULAR	Open	36.000	1.924	0.109	12.31	11.75	0.56635	0.56633
631	Lab - valp 3 - lavatorio	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.122	11.43	11.20	0.23221	0.23220
633	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.122	10.48	9.82	0.65559	0.65557
636	Valve	REGULAR	Open	0.110	34.805	0.121	9.82	9.82	0.00212	0.00212
640	Lab - valp 2 - lavatorio	REGULAR	Open	0.480	16.662	0.121	10.59	10.58	0.00926	0.00926
642	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.116	10.41	9.82	0.58485	0.58483

Jct	Name	Valve Type	Valve State	K	Cv	Vol. Flow (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	dP Stag. (m H2O std.)	dH (meters)
646	Lab - valp 5 - lavatorio	REGULAR	Open	36.000	1.924	0.116	11.77	11.13	0.63802	0.63799
648	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.113	10.38	9.82	0.56154	0.56152
652	Lab - valp 1 - lavatorio	REGULAR	Open	1.400	9.756	0.113	11.14	11.12	0.02382	0.02382
698	Valve	REGULAR	Open	3.200	71.262	4.032	25.18	24.61	0.56593	0.56591
967	Valve	REGULAR	Open	1.400	107.738	4.032	23.74	23.50	0.24760	0.24759
700	Check Valve	CHECK	Open	1.950	91.289	4.032	24.11	23.76	0.34487	0.34485

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
19	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	2.0000	3.700	3.700	2.040	2.679	0.0278	17.94	17.65	14.03	13.74	14.24	13.95	0.2883521	0.000	0.2883416
21	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.5000	3.700	3.700	2.040	2.679	0.0278	17.52	17.30	13.61	13.39	13.82	13.60	0.2164192	0.000	0.2164114
22	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	5.0000	-1.100	3.700	3.070	4.032	0.0265	19.91	18.36	20.53	14.18	21.02	14.66	6.3578552	4.800	1.5576234
23	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	12.8000	3.700	3.700	1.030	1.353	0.0308	17.98	17.46	14.23	13.71	14.28	13.76	0.5209746	0.000	0.5209556
33	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.300	0.000	0.697	0.240	0.0364	15.08	15.01	14.75	14.98	14.78	15.01	-0.2283974	-0.300	0.0716110
36	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.300	0.348	0.120	0.0442	14.92	14.91	14.92	14.60	14.92	14.61	0.3130097	0.300	0.0129983
37	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.697	0.240	0.0364	14.98	14.94	14.96	14.92	14.98	14.94	0.0430980	0.000	0.0430964
61	Supervisores - urinario 3	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.610	0.120	0.0407	11.04	11.04	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0004888	0.000	0.0004888
62	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.300	1.100	0.610	0.120	0.0408	14.90	14.83	14.59	13.72	14.60	13.73	0.8700637	0.800	0.0700320
63	Supervisores - urinario 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.613	0.120	0.0406	11.04	11.04	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0004926	0.000	0.0004925
64	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.613	0.120	0.0408	14.94	14.87	14.92	13.75	14.94	13.77	1.1706674	1.100	0.0706247
71	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.300	0.640	0.125	0.0403	13.31	13.28	13.29	12.96	13.31	12.98	0.3337468	0.300	0.0337346
72	Supervisores - inodoro 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.300	0.300	0.640	0.125	0.0401	9.10	9.10	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0005305	0.000	0.0005305
73	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.300	0.639	0.125	0.0403	13.29	13.26	12.97	12.94	13.00	12.96	0.0335943	0.000	0.0335931
74	Supervisores - inodoro 3	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.300	0.300	0.639	0.125	0.0401	9.10	9.10	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0005285	0.000	0.0005285
75	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.300	0.900	0.581	0.114	0.0414	14.23	14.18	13.92	13.26	13.93	13.28	0.6551789	0.600	0.0551550
76	Supervisores - lavamanos 5	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.581	0.114	0.0412	10.74	10.74	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004492	0.000	0.0004492
77	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.582	0.114	0.0413	14.25	14.19	14.23	13.28	14.25	13.29	0.9554160	0.900	0.0553812
78	Supervisores - lavamanos 4	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.582	0.114	0.0412	10.74	10.74	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004507	0.000	0.0004507
131	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.569	0.112	0.0416	14.09	14.04	14.08	13.13	14.10	13.14	0.9532416	0.900	0.0532068
132	Tecnicos - lavamanos 7	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.569	0.112	0.0415	10.74	10.74	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004336	0.000	0.0004336
133	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.568	0.111	0.0416	14.08	14.03	14.06	13.11	14.08	13.13	0.9530233	0.900	0.0529886
134	Tecnicos - lavamanos 6	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.568	0.111	0.0415	10.74	10.74	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004322	0.000	0.0004322
141	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.563	0.110	0.0417	14.03	13.97	14.01	13.06	14.03	13.07	0.9522556	0.900	0.0522209
142	Tecnicos - lavamanos 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.563	0.110	0.0416	10.74	10.74	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004259	0.000	0.0004259
143	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.562	0.110	0.0417	14.01	13.96	13.99	13.04	14.01	13.06	0.9520410	0.900	0.0520063
144	Tecnicos - lavamanos 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.562	0.110	0.0416	10.74	10.74	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004243	0.000	0.0004243
151	Tecnicos - urinario 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.633	0.124	0.0402	11.04	11.04	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0005211	0.000	0.0005211

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
152	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.633	0.124	0.0404	15.20	15.13	15.18	14.01	15.20	14.03	1.1748608	1.100	0.0748180
153	Tecnicos - urinario 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.632	0.124	0.0403	11.04	11.04	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0005195	0.000	0.0005195
154	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.632	0.124	0.0404	15.18	15.11	15.16	13.99	15.18	14.01	1.1745624	1.100	0.0745196
155	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.300	0.636	0.125	0.0403	13.26	13.22	13.24	12.90	13.26	12.92	0.3333259	0.300	0.0333137
156	Tecnicos - inodoro 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.300	0.300	0.636	0.125	0.0402	9.10	9.10	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0005251	0.000	0.0005251
157	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.300	0.637	0.125	0.0403	13.28	13.24	13.26	12.92	13.28	12.94	0.3334664	0.300	0.0334542
158	Tecnicos - inodoro 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.300	0.300	0.637	0.125	0.0402	9.10	9.10	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0005271	0.000	0.0005271
295	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	5.0000	3.700	3.700	0.234	0.307	0.0423	16.81	16.79	13.11	13.09	13.11	13.09	0.0143871	0.000	0.0143866
343	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	5.0000	3.700	3.700	1.041	0.581	0.0344	16.75	16.39	12.99	12.63	13.05	12.69	0.3573639	0.000	0.3573509
361	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	23.0000	3.700	3.700	0.676	0.887	0.0333	17.29	16.86	13.57	13.13	13.59	13.16	0.4353996	0.000	0.4353838
362	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.9000	3.700	3.700	0.892	0.498	0.0354	16.77	16.72	13.03	12.98	13.07	13.03	0.0485570	0.000	0.0485552
363	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.721	0.248	0.0361	15.51	15.50	15.18	15.18	15.21	15.20	0.0091352	0.000	0.0091348
364	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.721	0.248	0.0361	16.47	16.46	16.15	16.14	16.17	16.16	0.0091352	0.000	0.0091348
365	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.7000	0.300	0.000	0.721	0.248	0.0361	15.48	15.43	15.16	15.40	15.18	15.43	-0.2481810	-0.300	0.0518281
366	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	4.5000	3.700	0.300	0.721	0.248	0.0361	16.72	16.49	12.99	16.17	13.02	16.19	-3.1747258	-3.400	0.2253901
367	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	4.2000	3.700	3.700	0.725	0.250	0.0360	16.69	16.49	12.96	12.77	12.99	12.79	0.1940973	0.000	0.1940903
368	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.5000	3.700	0.300	0.725	0.250	0.0360	16.47	16.29	12.75	15.96	12.77	15.99	-3.2182498	-3.400	0.1818675
369	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.725	0.250	0.0360	13.61	13.60	13.28	13.27	13.31	13.30	0.0092427	0.000	0.0092424
370	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.000	0.725	0.250	0.0360	13.58	13.56	13.25	13.54	13.28	13.56	-0.2861469	-0.300	0.0138636
372	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.648	0.223	0.0371	14.41	14.40	14.09	14.08	14.11	14.10	0.0075993	0.000	0.0075990
373	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.648	0.223	0.0371	16.56	16.55	16.23	16.23	16.26	16.25	0.0075993	0.000	0.0075990
374	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.8000	0.300	0.000	0.648	0.223	0.0371	14.38	14.28	14.06	14.26	14.08	14.28	-0.1994980	-0.300	0.1005093
375	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.4000	3.700	0.300	0.648	0.223	0.0371	16.70	16.57	12.98	16.25	13.00	16.27	-3.2709354	-3.400	0.1291838
376	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	5.0000	3.700	3.700	0.145	0.191	0.0450	16.80	16.79	13.10	13.09	13.10	13.09	0.0057970	0.000	0.0057968
377	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	3.5000	3.700	3.700	0.483	0.634	0.0356	16.89	16.85	13.17	13.14	13.19	13.15	0.0362746	0.000	0.0362732
378	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.8000	3.700	3.700	0.796	0.444	0.0362	16.78	16.71	13.05	12.97	13.09	13.01	0.0789280	0.000	0.0789252
379	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.0000	3.700	3.700	0.641	0.221	0.0372	16.68	16.60	12.95	12.88	12.98	12.90	0.0746320	0.000	0.0746293
380	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.641	0.221	0.0372	14.34	14.33	14.02	14.01	14.04	14.03	0.0074632	0.000	0.0074629
381	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.641	0.221	0.0372	16.44	16.44	16.12	16.11	16.14	16.14	0.0074632	0.000	0.0074629
382	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.0000	0.300	0.000	0.641	0.221	0.0372	14.32	14.21	14.00	14.19	14.02	14.21	-0.1939233	-0.300	0.1060838
383	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.4000	3.700	0.300	0.641	0.221	0.0372	16.59	16.46	12.86	16.14	12.89	16.16	-3.2732497	-3.400	0.1268697

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
385	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.663	0.228	0.0369	14.54	14.53	14.22	14.21	14.24	14.23	0.0078993	0.000	0.0078990
386	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.663	0.228	0.0369	16.79	16.78	16.46	16.46	16.49	16.48	0.0078993	0.000	0.0078990
387	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	4.0000	3.700	0.300	0.663	0.228	0.0369	16.98	16.80	13.26	16.48	13.28	16.50	-3.2253445	-3.400	0.1747732
388	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.300	0.663	0.228	0.0369	14.52	14.50	14.19	14.18	14.22	14.20	0.0118490	0.000	0.0118485
389	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	3.8000	3.700	3.700	0.880	0.490	0.0355	16.87	16.67	13.13	12.93	13.17	12.97	0.1997829	0.000	0.1997756
390	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.4000	3.700	3.700	0.880	0.490	0.0355	16.65	16.57	12.91	12.83	12.95	12.87	0.0736299	0.000	0.0736272
391	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.729	0.251	0.0360	13.67	13.66	13.34	13.33	13.37	13.36	0.0093147	0.000	0.0093144
392	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.729	0.251	0.0360	16.39	16.38	16.06	16.05	16.09	16.08	0.0093147	0.000	0.0093144
393	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.4000	3.700	0.300	0.729	0.251	0.0360	16.57	16.41	12.84	16.08	12.87	16.11	-3.2417742	-3.400	0.1583442
394	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.2000	0.000	0.000	0.729	0.251	0.0360	13.56	13.46	13.53	13.43	13.56	13.46	0.0965021	0.000	0.0964986
401	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	4.2000	3.700	3.700	0.697	0.240	0.0364	16.37	16.19	12.64	12.46	12.67	12.49	0.1809949	0.000	0.1809883
402	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.000	0.729	0.251	0.0360	13.64	13.63	13.32	13.60	13.34	13.63	-0.2860389	-0.300	0.0139715
403	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.2000	3.700	3.700	0.697	0.240	0.0364	16.47	16.39	12.75	12.66	12.77	12.69	0.0888512	0.000	0.0888479
404	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.7000	0.000	0.000	0.729	0.251	0.0360	13.61	13.58	13.58	13.55	13.61	13.58	0.0326015	0.000	0.0326003
405	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	3.700	3.700	0.697	0.240	0.0364	16.54	16.49	12.81	12.77	12.84	12.79	0.0430940	0.000	0.0430925
456	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.697	0.240	0.0364	15.10	15.09	14.78	14.77	14.80	14.80	0.0086188	0.000	0.0086185
457	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.697	0.240	0.0364	16.00	15.99	15.68	15.67	15.70	15.70	0.0086188	0.000	0.0086185
458	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.4000	3.700	0.300	0.697	0.240	0.0364	16.17	16.02	12.44	15.70	12.47	15.72	-3.2536045	-3.400	0.1465144
466	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	10.5000	3.700	3.700	1.030	1.353	0.0308	17.46	17.03	13.71	13.28	13.76	13.33	0.4270613	0.000	0.4270457
479	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.800	1.700	0.612	0.120	0.0408	13.07	13.01	12.25	11.29	12.27	11.31	0.9606544	0.900	0.0606193
480	OfPerm - lavamanos 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.700	1.700	0.612	0.120	0.0406	11.54	11.54	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004918	0.000	0.0004918
483	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.800	1.700	0.598	0.117	0.0410	13.00	12.94	12.18	11.22	12.20	11.24	0.9581036	0.900	0.0580687
484	OfPerm - lavamanos 3	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.700	1.700	0.598	0.117	0.0409	11.54	11.54	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004724	0.000	0.0004724
487	OfPerm - urinario 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.900	1.900	0.585	0.115	0.0412	11.84	11.84	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0004549	0.000	0.0004549
488	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.800	1.900	0.585	0.115	0.0413	12.48	12.41	11.66	10.50	11.68	10.51	1.1650012	1.100	0.0649585
489	OfPerm - urinario 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.900	1.900	0.592	0.116	0.0410	11.84	11.84	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0004645	0.000	0.0004645
490	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.800	1.900	0.592	0.116	0.0411	12.49	12.43	11.68	10.51	11.69	10.53	1.1664414	1.100	0.0663987
493	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	1.100	0.577	0.113	0.0414	13.32	13.30	12.51	12.18	12.52	12.20	0.3278328	0.300	0.0278209
494	OfPerm - inodoro 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.577	0.113	0.0413	9.90	9.90	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0004454	0.000	0.0004454
501	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	1.100	0.563	0.110	0.0417	11.17	11.14	10.35	10.02	10.37	10.04	0.3265427	0.300	0.0265308
502	OfPerm - inodoro 5	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.563	0.110	0.0416	9.90	9.90	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0004254	0.000	0.0004254

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
503	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	1.100	0.560	0.110	0.0418	11.15	11.13	10.34	10.01	10.35	10.03	0.3262540	0.300	0.0262421
504	OfPerm - inodoro 6	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.560	0.110	0.0417	9.90	9.90	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0004213	0.000	0.0004213
507	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.800	1.700	0.627	0.123	0.0405	13.15	13.08	12.33	11.36	12.35	11.38	0.9633263	0.900	0.0632913
508	OfPerm - lavamanos 5	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.700	1.700	0.627	0.123	0.0404	11.54	11.54	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0005140	0.000	0.0005140
511	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	19.0000	-1.100	-1.100	1.364	1.792	0.0261	16.65	15.50	17.66	16.50	17.75	16.60	1.1523609	0.000	1.1523189
512	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	4.0000	-1.100	-1.100	0.661	0.868	0.0310	14.88	14.82	15.96	15.89	15.98	15.92	0.0675697	0.000	0.0675672
513	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	7.0000	-1.100	-1.100	0.661	0.868	0.0310	14.80	14.68	15.88	15.76	15.90	15.78	0.1182469	0.000	0.1182426
514	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	23.0000	-1.100	-1.100	0.661	0.868	0.0310	14.67	14.28	15.75	15.36	15.77	15.38	0.3885256	0.000	0.3885115
525	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.800	1.700	0.641	0.126	0.0403	12.30	12.23	11.48	10.51	11.50	10.53	0.9657832	0.900	0.0657480
526	OfTemp - lavamanos 4	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.700	1.700	0.641	0.126	0.0401	11.54	11.54	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0005317	0.000	0.0005316
527	OfTemp - urinario 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.900	1.900	0.631	0.124	0.0403	11.84	11.84	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0005163	0.000	0.0005162
528	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.800	1.900	0.631	0.124	0.0404	11.96	11.89	11.14	9.97	11.16	9.99	1.1744134	1.100	0.0743705
547	OfTemp - urinario 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.900	1.900	0.591	0.116	0.0410	11.84	11.84	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0004625	0.000	0.0004624
548	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.800	1.900	0.591	0.116	0.0412	11.95	11.88	11.13	9.96	11.15	9.98	1.1663225	1.100	0.0662798
553	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	1.100	0.663	0.130	0.0399	11.66	11.63	10.84	10.51	10.86	10.53	0.3360259	0.300	0.0360136
554	OfTemp - inodoro 6	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.663	0.130	0.0397	9.90	9.90	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0005638	0.000	0.0005638
557	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	1.100	0.645	0.127	0.0402	11.57	11.54	10.75	10.42	10.77	10.44	0.3342636	0.300	0.0342514
558	OfTemp - inodoro 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.645	0.127	0.0400	9.90	9.90	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0005383	0.000	0.0005382
559	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	1.100	0.642	0.126	0.0402	11.55	11.52	10.73	10.40	10.75	10.42	0.3339005	0.300	0.0338884
560	OfTemp - inodoro 3	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.642	0.126	0.0401	9.90	9.90	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0005330	0.000	0.0005330
561	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.800	1.700	0.613	0.120	0.0408	13.07	13.01	12.26	11.29	12.27	11.31	0.9607609	0.900	0.0607259
562	OfTemp - lavamanos 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.700	1.700	0.613	0.120	0.0406	11.54	11.54	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004923	0.000	0.0004922
565	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.689	0.237	0.0365	14.05	14.04	12.92	12.92	12.95	12.94	0.0084605	0.000	0.0084602
566	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.689	0.237	0.0365	13.17	13.16	12.04	12.04	12.07	12.06	0.0084605	0.000	0.0084602
567	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.600	1.100	0.689	0.237	0.0365	14.09	14.07	13.46	12.94	13.49	12.97	0.5211695	0.500	0.0211505
568	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.689	0.237	0.0365	13.14	13.13	12.02	12.30	12.04	12.33	-0.2873201	-0.300	0.0126903
569	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.671	0.231	0.0368	13.47	13.46	12.35	12.34	12.37	12.36	0.0080644	0.000	0.0080641
570	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.671	0.231	0.0368	12.63	12.63	11.51	11.50	11.53	11.53	0.0080644	0.000	0.0080641
571	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.600	1.100	0.671	0.231	0.0368	13.50	13.48	12.88	12.36	12.91	12.39	0.5201792	0.500	0.0201603
572	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.671	0.231	0.0368	12.61	12.60	11.49	11.77	11.51	11.80	-0.2879143	-0.300	0.0120962
573	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.329	0.113	0.0449	13.49	13.48	12.38	12.38	12.39	12.38	0.0023664	0.000	0.0023663

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
574	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.329	0.113	0.0449	13.40	13.39	12.29	12.29	12.30	12.29	0.0023664	0.000	0.0023663
575	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.600	1.100	0.329	0.113	0.0449	13.50	13.49	12.89	12.38	12.90	12.39	0.5059342	0.500	0.0059157
576	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.329	0.113	0.0449	13.39	13.39	12.28	12.58	12.29	12.59	-0.2964614	-0.300	0.0035494
577	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.640	0.220	0.0373	13.44	13.44	12.32	12.32	12.34	12.34	0.0074280	0.000	0.0074277
578	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.640	0.220	0.0373	11.35	11.34	10.23	10.22	10.25	10.24	0.0074280	0.000	0.0074277
579	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.600	1.100	0.640	0.220	0.0373	13.48	13.46	12.86	12.34	12.88	12.36	0.5185882	0.500	0.0185693
580	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.640	0.220	0.0373	11.33	11.32	10.21	10.50	10.23	10.52	-0.2888690	-0.300	0.0111416
581	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.357	0.123	0.0438	13.45	13.44	12.34	12.34	12.35	12.34	0.0027254	0.000	0.0027253
582	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.357	0.123	0.0438	13.21	13.21	12.10	12.10	12.11	12.11	0.0027254	0.000	0.0027253
583	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.600	1.100	0.357	0.123	0.0438	13.46	13.45	12.85	12.35	12.86	12.35	0.5068318	0.500	0.0068133
584	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.357	0.123	0.0438	13.20	13.20	12.10	12.39	12.10	12.40	-0.2959228	-0.300	0.0040880
593	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.349	0.120	0.0441	13.12	13.12	12.01	12.01	12.02	12.02	0.0026201	0.000	0.0026200
594	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.349	0.120	0.0441	13.17	13.16	12.06	12.06	12.07	12.06	0.0026201	0.000	0.0026200
595	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.349	0.120	0.0441	13.11	13.11	12.00	12.30	12.01	12.31	-0.2960808	-0.300	0.0039300
596	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.600	1.100	0.349	0.120	0.0441	13.19	13.17	12.58	12.07	12.59	12.07	0.5149747	0.500	0.0149560
597	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.733	0.252	0.0359	11.75	11.74	10.62	10.61	10.65	10.64	0.0094190	0.000	0.0094187
598	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.733	0.252	0.0359	12.74	12.73	11.62	11.61	11.64	11.63	0.0094190	0.000	0.0094187
599	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.733	0.252	0.0359	11.72	11.70	10.59	10.88	10.62	10.90	-0.2858824	-0.300	0.0141280
600	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.600	1.100	0.733	0.252	0.0359	12.82	12.76	12.19	11.64	12.22	11.66	0.5574405	0.500	0.0574202
601	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.378	0.130	0.0431	11.73	11.73	10.63	10.62	10.64	10.63	0.0029977	0.000	0.0029976
602	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.378	0.130	0.0431	12.47	12.46	11.36	11.36	11.37	11.36	0.0029977	0.000	0.0029976
603	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.378	0.130	0.0431	11.73	11.72	10.62	10.91	10.63	10.92	-0.2955143	-0.300	0.0044964
604	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.600	1.100	0.378	0.130	0.0431	12.48	12.47	11.88	11.36	11.88	11.37	0.5120092	0.500	0.0119905
605	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.697	0.240	0.0364	12.05	12.05	10.93	10.92	10.95	10.95	0.0086122	0.000	0.0086119
606	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.697	0.240	0.0364	12.46	12.45	11.33	11.33	11.36	11.35	0.0086122	0.000	0.0086119
607	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.697	0.240	0.0364	12.03	12.01	10.90	11.19	10.93	11.21	-0.2870927	-0.300	0.0129178
608	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.600	1.100	0.697	0.240	0.0364	12.53	12.48	11.90	11.35	11.93	11.38	0.5522776	0.500	0.0522575
611	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.365	0.126	0.0435	12.34	12.34	11.24	11.23	11.24	11.24	0.0028261	0.000	0.0028260
612	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.100	1.100	0.365	0.126	0.0435	12.59	12.59	11.48	11.48	11.49	11.49	0.0028261	0.000	0.0028260
613	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	1.100	0.800	0.365	0.126	0.0435	12.34	12.33	11.23	11.52	11.24	11.53	-0.2957718	-0.300	0.0042390
614	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.600	1.100	0.365	0.126	0.0435	12.61	12.60	12.01	11.49	12.01	11.50	0.5162125	0.500	0.0161937

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
615	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.250	1.150	0.555	0.109	0.0419	12.23	12.20	11.97	11.03	11.99	11.05	0.9375736	0.900	0.0375394
616	Lab - lavatorio 5	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.150	1.150	0.555	0.109	0.0418	10.99	10.99	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004164	0.000	0.0004164
617	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.555	0.109	0.0419	12.89	12.88	12.32	12.31	12.34	12.33	0.0083424	0.000	0.0083421
618	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.555	0.109	0.0419	12.31	12.30	11.75	11.74	11.76	11.76	0.0083424	0.000	0.0083421
619	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.250	0.550	0.555	0.109	0.0419	12.91	12.90	12.65	12.33	12.66	12.35	0.3125245	0.300	0.0125131
620	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.550	0.250	0.555	0.109	0.0419	12.29	12.28	11.73	12.01	11.74	12.03	-0.2874974	-0.300	0.0125131
623	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.356	0.122	0.0439	11.99	11.99	11.43	11.43	11.44	11.44	0.0027040	0.000	0.0027039
624	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.356	0.122	0.0439	11.76	11.75	11.20	11.20	11.21	11.20	0.0027040	0.000	0.0027039
625	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.250	0.550	0.356	0.122	0.0439	12.00	11.99	11.74	11.44	11.75	11.45	0.3040669	0.300	0.0040558
626	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.550	0.250	0.356	0.122	0.0439	11.75	11.74	11.19	11.49	11.20	11.49	-0.2959549	-0.300	0.0040558
627	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.250	1.150	0.624	0.122	0.0405	11.71	11.65	11.44	10.48	11.46	10.50	0.9628042	0.900	0.0627691
628	Lab - lavatorio 3	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.150	1.150	0.624	0.122	0.0404	10.99	10.99	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0005094	0.000	0.0005094
629	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.250	1.150	0.615	0.121	0.0407	11.05	10.99	10.78	9.82	10.80	9.84	0.9611875	0.900	0.0611525
630	Lab - lavatorio 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.150	1.150	0.615	0.121	0.0406	10.99	10.99	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0005182	0.000	0.0005182
631	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.615	0.121	0.0407	11.15	11.14	10.58	10.57	10.60	10.59	0.0099448	0.000	0.0099444
632	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.615	0.121	0.0407	11.17	11.16	10.60	10.59	10.62	10.61	0.0099448	0.000	0.0099444
633	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.550	0.250	0.615	0.121	0.0407	11.12	11.11	10.55	10.84	10.57	10.86	-0.2850937	-0.300	0.0149167
634	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.250	0.550	0.615	0.121	0.0407	11.20	11.18	10.93	10.61	10.95	10.63	0.3149282	0.300	0.0149167
635	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.250	1.150	0.590	0.116	0.0412	11.61	11.57	11.35	10.41	11.36	10.42	0.9416227	0.900	0.0415884
636	Lab - lavatorio 6	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.150	1.150	0.590	0.116	0.0411	10.99	10.99	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004635	0.000	0.0004635
637	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.590	0.116	0.0412	12.35	12.34	11.78	11.77	11.80	11.79	0.0092422	0.000	0.0092419
638	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.590	0.116	0.0412	11.70	11.69	11.13	11.13	11.15	11.14	0.0092422	0.000	0.0092419
639	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.250	0.550	0.590	0.116	0.0412	12.38	12.36	12.11	11.80	12.13	11.81	0.3138742	0.300	0.0138628
640	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.550	0.250	0.590	0.116	0.0412	11.68	11.67	11.11	11.40	11.13	11.42	-0.2861476	-0.300	0.0138628
641	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.250	1.150	0.578	0.113	0.0414	11.60	11.55	11.34	10.38	11.35	10.40	0.9546571	0.900	0.0546223
642	Lab - lavatorio 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.150	1.150	0.578	0.113	0.0413	10.99	10.99	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004481	0.000	0.0004481
643	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.578	0.113	0.0414	11.69	11.68	11.12	11.11	11.14	11.13	0.0089245	0.000	0.0089242
644	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.550	0.550	0.578	0.113	0.0414	11.72	11.71	11.15	11.14	11.17	11.16	0.0089245	0.000	0.0089242
645	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.550	0.250	0.578	0.113	0.0414	11.67	11.65	11.10	11.39	11.12	11.40	-0.2866241	-0.300	0.0133863
646	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.250	0.550	0.578	0.113	0.0414	11.75	11.73	11.48	11.17	11.50	11.18	0.3133977	0.300	0.0133863
647	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	5.7000	-0.400	-0.400	1.041	0.581	0.0309	13.49	13.13	13.84	13.47	13.89	13.53	0.3654355	0.000	0.3654222

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
648	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	5.0000	3.700	-1.100	1.041	0.581	0.0344	15.20	14.85	11.45	15.89	11.50	15.95	-4.4428111	-4.800	0.3573509
649	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.0000	-0.400	-0.400	1.371	0.472	0.0307	13.05	12.63	13.36	12.94	13.46	13.03	0.4215736	0.000	0.4215583
650	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	-0.400	-0.400	1.371	0.472	0.0307	12.56	12.49	12.87	12.80	12.96	12.89	0.0702580	0.000	0.0702555
651	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	3.2000	-0.400	-0.400	0.578	0.113	0.0414	11.97	11.82	12.35	12.21	12.37	12.22	0.1427926	0.000	0.1427874
652	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	2.3000	0.250	0.250	0.615	0.121	0.0407	11.49	11.38	11.22	11.11	11.24	11.13	0.1143653	0.000	0.1143611
653	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	3.0000	0.250	0.250	0.615	0.121	0.0407	11.36	11.21	11.09	10.94	11.11	10.96	0.1491721	0.000	0.1491667
654	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.5000	0.250	0.250	0.615	0.121	0.0407	11.58	11.51	11.31	11.24	11.33	11.26	0.0745861	0.000	0.0745833
655	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.2000	-0.400	0.250	0.615	0.121	0.0407	11.67	11.60	12.05	11.33	12.07	11.35	0.7255167	0.650	0.0754902
656	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	6.0000	-0.400	-0.400	0.615	0.121	0.0407	11.98	11.69	12.37	12.07	12.38	12.09	0.2983442	0.000	0.2983333
657	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.5000	-0.400	0.250	0.356	0.122	0.0439	12.08	12.03	12.48	11.77	12.48	11.78	0.7026328	0.650	0.0526072
658	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	3.5000	-0.400	0.250	0.555	0.109	0.0419	13.12	12.92	13.51	12.66	13.52	12.68	0.8463577	0.650	0.1963269
680	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	5.0000	3.700	-1.100	1.364	1.792	0.0294	17.05	16.71	13.25	17.71	13.35	17.81	-4.4590614	-4.800	0.3411012
681	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.3000	3.700	3.700	1.364	1.792	0.0294	17.13	17.11	13.33	13.31	13.43	13.41	0.0204668	0.000	0.0204661
682	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	4.0000	-1.100	-1.100	3.070	4.032	0.0219	21.24	20.21	21.86	20.83	22.34	21.31	1.0305895	0.000	1.0305519
710	Pipe	1-1/4 inch	Steel - ANSI	0.0500	0.250	0.250	4.178	4.032	0.0268	25.93	25.90	24.79	24.76	25.68	25.65	0.0340031	0.000	0.0340019
711	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.2000	0.250	0.250	1.862	4.032	0.0264	25.62	25.60	25.20	25.18	25.37	25.35	0.0177999	0.000	0.0177993
712	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.7000	0.250	0.250	1.862	4.032	0.0264	25.04	24.98	24.61	24.55	24.79	24.73	0.0622997	0.000	0.0622974
713	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	3.0000	0.250	0.250	1.862	4.032	0.0264	24.80	24.53	24.37	24.11	24.55	24.28	0.2669987	0.000	0.2669890
714	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.2000	0.250	0.250	1.862	4.032	0.0264	24.19	24.17	23.76	23.74	23.94	23.92	0.0177999	0.000	0.0177993
715	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.3000	0.250	0.000	1.862	4.032	0.0264	23.80	23.78	23.38	23.60	23.55	23.78	-0.2233093	-0.250	0.0266989
716	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	1.2000	0.000	-1.100	3.070	4.032	0.0219	23.69	23.38	23.21	24.00	23.69	24.48	-0.7908633	-1.100	0.3091656
717	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	6.0000	-1.100	-1.100	3.070	4.032	0.0219	23.08	21.54	23.70	22.16	24.18	22.64	1.5458842	0.000	1.5458279
718	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.349	0.120	0.0441	13.09	13.08	12.29	12.27	12.29	12.28	0.0131005	0.000	0.0131000
719	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.733	0.252	0.0359	11.64	11.59	10.81	10.77	10.84	10.79	0.0470956	0.000	0.0470939
720	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.366	0.126	0.0435	11.57	11.56	10.76	10.75	10.77	10.76	0.0141761	0.000	0.0141756
721	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.365	0.126	0.0435	12.32	12.30	11.51	11.50	11.52	11.50	0.0141304	0.000	0.0141299
722	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.337	0.116	0.0446	11.96	11.95	11.16	11.14	11.16	11.15	0.0123308	0.000	0.0123303
723	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.378	0.130	0.0431	11.71	11.69	10.90	10.88	10.91	10.89	0.0149887	0.000	0.0149882
724	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.378	0.130	0.0431	11.68	11.67	10.88	10.86	10.88	10.87	0.0149887	0.000	0.0149882
725	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	0.800	0.349	0.120	0.0441	13.10	13.10	12.30	12.29	12.30	12.30	0.0039301	0.000	0.0039300
726	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	3.0000	-1.100	-0.400	1.556	0.868	0.0281	14.27	13.79	15.24	14.07	15.37	14.19	1.1764409	0.700	0.4763980

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
727	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.0000	-0.400	0.600	1.556	0.868	0.0281	13.71	13.58	13.98	12.85	14.11	12.98	1.1300356	1.000	0.1299944
728	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	2.2000	0.600	0.600	1.556	0.868	0.0281	13.49	13.21	12.77	12.48	12.89	12.61	0.2859996	0.000	0.2859891
729	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	2.0000	0.600	0.600	1.341	0.747	0.0291	13.09	12.89	12.40	12.20	12.49	12.29	0.1998876	0.000	0.1998804
730	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	3.5000	0.600	0.600	0.888	0.495	0.0321	12.81	12.64	12.17	12.00	12.21	12.04	0.1697365	0.000	0.1697303
731	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	2.0000	0.600	0.600	0.663	0.370	0.0346	12.61	12.55	11.98	11.93	12.01	11.95	0.0582174	0.000	0.0582153
732	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.5000	0.600	0.600	0.378	0.130	0.0431	12.53	12.49	11.92	11.88	11.93	11.89	0.0427102	0.000	0.0427087
733	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	0.800	0.733	0.252	0.0359	11.68	11.67	10.86	10.84	10.88	10.87	0.0141285	0.000	0.0141280
734	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	0.800	0.365	0.126	0.0435	12.33	12.32	11.52	11.52	11.53	11.52	0.0042391	0.000	0.0042390
735	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	0.800	0.697	0.240	0.0364	12.00	11.98	11.17	11.16	11.20	11.18	0.0129190	0.000	0.0129186
736	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.800	0.800	0.378	0.130	0.0431	11.72	11.71	10.91	10.91	10.92	10.91	0.0044966	0.000	0.0044964
737	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.357	0.123	0.0438	13.17	13.15	12.36	12.35	12.37	12.35	0.0136271	0.000	0.0136266
738	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.319	0.110	0.0453	11.17	11.16	10.36	10.35	10.37	10.36	0.0112153	0.000	0.0112149
739	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.640	0.220	0.0373	11.22	11.18	10.40	10.36	10.42	10.38	0.0371408	0.000	0.0371395
740	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.329	0.113	0.0449	13.36	13.35	12.55	12.54	12.56	12.55	0.0118319	0.000	0.0118315
741	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.329	0.113	0.0449	13.34	13.33	12.54	12.52	12.54	12.53	0.0118319	0.000	0.0118315
742	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.333	0.115	0.0447	12.49	12.48	11.69	11.68	11.69	11.68	0.0120952	0.000	0.0120947
743	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4500	0.800	0.800	0.357	0.123	0.0438	13.18	13.17	12.37	12.37	12.38	12.37	0.0061322	0.000	0.0061320
744	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.800	0.800	0.357	0.123	0.0438	13.19	13.18	12.39	12.38	12.39	12.38	0.0109017	0.000	0.0109013
745	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4500	0.800	0.800	0.640	0.220	0.0373	11.26	11.24	10.44	10.42	10.46	10.44	0.0167130	0.000	0.0167124
746	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.800	0.800	0.640	0.220	0.0373	11.30	11.27	10.48	10.45	10.50	10.47	0.0297119	0.000	0.0297108
747	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.800	0.800	0.329	0.113	0.0449	13.38	13.37	12.58	12.57	12.58	12.57	0.0094655	0.000	0.0094652
748	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4500	0.800	0.800	0.329	0.113	0.0449	13.37	13.36	12.56	12.56	12.57	12.56	0.0053244	0.000	0.0053242
749	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.800	0.800	0.671	0.231	0.0368	12.58	12.55	11.76	11.73	11.78	11.75	0.0322577	0.000	0.0322565
750	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4500	0.800	0.800	0.671	0.231	0.0368	12.53	12.51	11.71	11.69	11.73	11.71	0.0181459	0.000	0.0181453
751	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.8000	0.800	0.800	0.341	0.117	0.0444	13.03	13.00	12.22	12.20	12.23	12.20	0.0225970	0.000	0.0225962
752	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.800	0.800	0.341	0.117	0.0444	13.07	13.06	12.27	12.25	12.27	12.26	0.0125539	0.000	0.0125534
753	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.8000	0.800	0.800	0.341	0.117	0.0444	13.05	13.03	12.25	12.22	12.25	12.23	0.0225970	0.000	0.0225962
754	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4500	0.800	0.800	0.689	0.237	0.0365	13.11	13.09	12.29	12.27	12.31	12.29	0.0190379	0.000	0.0190372
755	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	3.0000	0.600	0.600	0.818	0.456	0.0328	13.68	13.55	13.05	12.92	13.08	12.95	0.1260439	0.000	0.1260393
756	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.5000	0.600	0.600	0.689	0.237	0.0365	14.19	14.10	13.56	13.48	13.59	13.51	0.0809035	0.000	0.0809006
757	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	2.5000	0.600	0.600	1.657	0.924	0.0276	14.66	14.29	13.92	13.55	14.06	13.69	0.3633011	0.000	0.3632879

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
759	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.600	0.600	0.671	0.231	0.0368	13.58	13.52	12.96	12.90	12.98	12.92	0.0568329	0.000	0.0568309
760	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.5000	0.600	0.600	1.232	0.687	0.0297	13.80	13.67	13.13	13.00	13.20	13.07	0.1291819	0.000	0.1291772
761	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.600	0.600	0.615	0.343	0.0353	13.56	13.54	12.94	12.92	12.96	12.94	0.0127792	0.000	0.0127787
762	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.600	0.600	0.329	0.113	0.0449	13.52	13.50	12.91	12.89	12.92	12.90	0.0158054	0.000	0.0158048
763	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.600	0.600	0.640	0.220	0.0373	13.54	13.49	12.92	12.87	12.94	12.89	0.0521564	0.000	0.0521545
764	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.600	0.600	0.357	0.123	0.0438	13.48	13.46	12.87	12.86	12.88	12.86	0.0136271	0.000	0.0136266
765	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.8000	0.600	0.600	0.357	0.123	0.0438	13.52	13.48	12.91	12.88	12.92	12.88	0.0381558	0.000	0.0381544
766	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.0500	0.600	0.600	0.220	0.123	0.0437	13.52	13.52	12.92	12.92	12.92	12.92	0.0002031	0.000	0.0002031
767	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.5000	0.600	0.600	1.232	0.687	0.0297	13.99	13.86	13.31	13.18	13.39	13.26	0.1291803	0.000	0.1291755
768	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.5000	0.600	0.600	1.232	0.687	0.0297	14.17	14.04	13.49	13.36	13.57	13.44	0.1291803	0.000	0.1291755
769	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	2.8000	-1.100	-0.400	1.657	0.924	0.0276	15.50	14.99	16.46	15.25	16.60	15.39	1.2049518	0.700	0.5049078
770	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.0000	-0.400	0.600	1.657	0.924	0.0276	14.90	14.75	15.16	14.01	15.30	14.15	1.1453562	1.000	0.1453144
771	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	32.0000	-1.100	-1.100	0.661	0.868	0.0310	15.42	14.88	16.50	15.96	16.52	15.98	0.5405574	0.000	0.5405377
778	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.0100	-0.400	-0.400	0.846	0.472	0.0325	13.08	13.08	13.44	13.44	13.48	13.48	0.0004456	0.000	0.0004456
779	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.250	0.250	0.555	0.109	0.0419	12.27	12.25	12.00	11.98	12.02	12.00	0.0208560	0.000	0.0208552
780	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	15.7000	-1.100	-1.100	1.041	0.581	0.0309	14.81	13.80	15.85	14.85	15.91	14.90	1.0065876	0.000	1.0065510
781	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	3.0000	-1.100	-0.400	1.041	0.581	0.0309	13.76	13.53	14.81	13.88	14.86	13.93	0.9321844	0.700	0.2321505
782	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.250	0.250	0.590	0.116	0.0412	11.65	11.63	11.38	11.36	11.40	11.38	0.0231055	0.000	0.0231047
783	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.7000	-0.400	0.250	0.590	0.116	0.0412	12.48	12.39	12.87	12.12	12.88	12.14	0.7436467	0.650	0.0936196
784	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.8000	-0.400	-0.400	1.035	0.356	0.0329	12.41	12.08	12.76	12.43	12.81	12.48	0.3263628	0.000	0.3263509
785	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.5000	0.250	0.250	0.356	0.122	0.0439	12.02	12.00	11.77	11.77	11.77	11.75	0.0202800	0.000	0.0202792
786	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.250	0.250	0.356	0.122	0.0439	11.73	11.71	11.47	11.46	11.48	11.46	0.0135200	0.000	0.0135195
787	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.250	0.250	0.356	0.122	0.0439	11.74	11.73	11.48	11.48	11.49	11.48	0.0067600	0.000	0.0067597
788	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.2000	-0.400	-0.400	0.680	0.234	0.0367	12.04	11.99	12.42	12.37	12.44	12.39	0.0495280	0.000	0.0495262
789	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.0500	-0.400	-0.400	0.351	0.121	0.0441	11.99	11.99	12.38	12.38	12.39	12.39	0.0006594	0.000	0.0006594
790	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.0500	-0.400	-0.400	0.329	0.113	0.0449	11.97	11.97	12.37	12.37	12.37	12.37	0.0005922	0.000	0.0005921
791	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.250	0.250	0.578	0.113	0.0414	11.64	11.62	11.37	11.35	11.39	11.37	0.0223113	0.000	0.0223105
792	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.8000	-0.400	0.250	0.578	0.113	0.0414	11.81	11.76	12.19	11.49	12.21	11.51	0.6996753	0.650	0.0496498
793	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.250	0.250	0.615	0.121	0.0407	11.09	11.07	10.82	10.80	10.84	10.82	0.0248620	0.000	0.0248611
795	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.0000	3.700	3.700	0.234	0.307	0.0423	16.79	16.79	13.09	13.09	13.09	13.09	0.0029449	0.000	0.0029448
808	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	10.0000	3.700	3.700	0.234	0.307	0.0423	16.84	16.81	13.14	13.11	13.14	13.11	0.0287742	0.000	0.0287731

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
821	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.8000	3.700	3.700	0.442	0.581	0.0363	16.86	16.84	13.15	13.13	13.16	13.14	0.0159387	0.000	0.0159381
826	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	3.0000	3.700	3.700	0.442	0.581	0.0363	16.84	16.82	13.13	13.11	13.14	13.12	0.0265645	0.000	0.0265636
836	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.2000	3.700	3.700	1.041	0.581	0.0344	16.80	16.78	13.04	13.03	13.10	13.08	0.0142946	0.000	0.0142940
841	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.442	0.581	0.0363	16.82	16.82	13.11	13.11	13.12	13.12	0.0004427	0.000	0.0004427
846	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	5.5000	3.700	3.700	1.041	0.581	0.0344	16.33	15.94	12.58	12.18	12.63	12.24	0.3931003	0.000	0.3930860
875	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	9.0000	3.700	3.700	1.041	0.581	0.0344	15.88	15.24	12.13	11.49	12.18	11.54	0.6432550	0.000	0.6432316
877	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.360	0.124	0.0437	15.20	15.19	15.20	15.18	15.20	15.19	0.0137957	0.000	0.0137952
878	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.721	0.248	0.0361	15.27	15.22	15.24	15.20	15.27	15.22	0.0456771	0.000	0.0456754
879	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.721	0.248	0.0361	15.34	15.29	15.31	15.27	15.34	15.29	0.0456759	0.000	0.0456742
880	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.721	0.248	0.0361	15.41	15.36	15.38	15.34	15.41	15.36	0.0456759	0.000	0.0456742
881	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.379	0.498	0.0376	16.79	16.79	13.08	13.08	13.09	13.09	0.0003365	0.000	0.0003365
882	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.445	0.248	0.0410	16.72	16.72	13.01	13.01	13.03	13.02	0.0007746	0.000	0.0007746
883	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.448	0.250	0.0409	16.69	16.69	12.98	12.98	12.99	12.99	0.0007839	0.000	0.0007839
884	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.362	0.125	0.0436	13.28	13.26	13.27	13.26	13.28	13.26	0.0139557	0.000	0.0139552
885	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.725	0.250	0.0360	13.34	13.30	13.32	13.27	13.35	13.30	0.0462153	0.000	0.0462136
886	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.725	0.250	0.0360	13.41	13.37	13.39	13.34	13.41	13.37	0.0462137	0.000	0.0462120
887	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.725	0.250	0.0360	13.48	13.44	13.46	13.41	13.48	13.44	0.0462137	0.000	0.0462120
888	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.000	0.000	0.725	0.250	0.0360	13.54	13.51	13.52	13.48	13.54	13.51	0.0369709	0.000	0.0369696
889	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.320	0.110	0.0452	14.03	14.01	14.02	14.01	14.03	14.01	0.0113022	0.000	0.0113018
890	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.641	0.221	0.0372	14.08	14.04	14.06	14.02	14.08	14.04	0.0373180	0.000	0.0373167
891	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.641	0.221	0.0372	14.14	14.10	14.12	14.08	14.14	14.10	0.0373160	0.000	0.0373146
892	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.641	0.221	0.0372	14.19	14.15	14.17	14.13	14.19	14.15	0.0373160	0.000	0.0373146
893	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.324	0.111	0.0451	14.09	14.08	14.09	14.08	14.10	14.08	0.0115055	0.000	0.0115051
894	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.648	0.223	0.0371	14.15	14.11	14.13	14.09	14.15	14.11	0.0379996	0.000	0.0379982
895	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.648	0.223	0.0371	14.21	14.17	14.19	14.15	14.21	14.17	0.0379966	0.000	0.0379952
896	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.648	0.223	0.0371	14.26	14.23	14.24	14.21	14.26	14.23	0.0379966	0.000	0.0379952
897	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.338	0.444	0.0386	16.80	16.80	13.09	13.09	13.10	13.10	0.0002748	0.000	0.0002748
898	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.400	0.223	0.0420	16.71	16.71	13.00	13.00	13.01	13.01	0.0006422	0.000	0.0006422
899	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.396	0.221	0.0421	16.68	16.68	12.97	12.97	12.98	12.98	0.0006305	0.000	0.0006304
900	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.300	0.364	0.125	0.0436	13.31	13.30	13.31	12.99	13.31	13.00	0.3140738	0.300	0.0140624
901	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.729	0.251	0.0360	13.38	13.34	13.36	13.31	13.38	13.34	0.0465757	0.000	0.0465740

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
902	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.7000	0.000	0.000	0.729	0.251	0.0360	13.44	13.41	13.41	13.38	13.44	13.41	0.0326015	0.000	0.0326003
903	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.450	0.251	0.0408	16.57	16.57	12.86	12.86	12.87	12.87	0.0007901	0.000	0.0007901
904	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.430	0.240	0.0413	16.54	16.54	12.83	12.83	12.84	12.84	0.0007300	0.000	0.0007300
905	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.373	0.490	0.0377	16.89	16.89	13.18	13.18	13.19	13.19	0.0003281	0.000	0.0003281
906	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.300	0.331	0.114	0.0448	14.25	14.24	14.24	13.93	14.25	13.94	0.3119641	0.300	0.0119527
907	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.663	0.228	0.0369	14.31	14.27	14.29	14.25	14.31	14.27	0.0395403	0.000	0.0395389
908	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.663	0.228	0.0369	14.37	14.33	14.34	14.30	14.37	14.33	0.0394966	0.000	0.0394951
909	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.663	0.228	0.0369	14.42	14.39	14.40	14.36	14.43	14.39	0.0394966	0.000	0.0394951
910	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.174	0.228	0.0457	16.99	16.99	13.29	13.29	13.29	13.29	0.0000859	0.000	0.0000859
911	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.300	0.000	0.663	0.228	0.0369	14.49	14.45	14.16	14.43	14.19	14.45	-0.2605144	-0.300	0.0394951
912	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.2000	3.700	3.700	0.856	1.125	0.0318	16.98	16.94	13.24	13.20	13.28	13.24	0.0348880	0.000	0.0348867
944	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.5000	3.700	3.700	0.856	1.125	0.0318	16.93	16.92	13.19	13.18	13.23	13.23	0.0145353	0.000	0.0145348
959	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	3.0000	3.700	3.700	0.483	0.634	0.0356	16.84	16.81	13.13	13.09	13.14	13.11	0.0310638	0.000	0.0310627
963	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.3000	3.700	3.700	0.856	1.125	0.0318	16.94	16.93	13.20	13.19	13.24	13.23	0.0087223	0.000	0.0087220
969	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.2000	0.250	0.250	1.862	4.032	0.0264	23.92	23.90	23.50	23.48	23.67	23.65	0.0177999	0.000	0.0177993

Junction Loss Table

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
45	P64	Out	-2.91E-05	-2.91E-05	-1.52E-03
	P37	In	0.00	0.00	0.00
	P36	Out	0.0192	0.0192	3.12
48	P66	Out	0.00	0.00	0.00
	P37	Out	0.00	0.00	0.00
	P33	In	0.0215	0.0215	0.870
55	P69	Out	0.00	0.00	0.00
	P901	Out	0.00	0.00	0.00
	P902	In	0.0236	0.0236	0.870
58	P71	Out	0.0227	0.0227	1.09
	P900	Out	0.0227	0.0227	3.37
	P901	In	0.00	0.00	0.00
67	P77	Out	0.0188	0.0188	1.09
	P906	Out	0.0188	0.0188	3.37

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P907	In	0.00	0.00	0.00
70	P79	Out	0.00	0.00	0.00
	P907	Out	0.00	0.00	0.00
	P908	In	0.0195	0.0195	0.870
73	P81	Out	0.00	0.00	0.00
	P908	Out	0.00	0.00	0.00
	P909	In	0.0195	0.0195	0.870
76	P83	Out	0.00	0.00	0.00
	P911	In	0.00	0.00	0.00
	P909	Out	0.0224	0.0224	1.00
127	P125	Out	0.00	0.00	0.00
	P896	Out	0.00	0.00	0.00
	P374	In	0.0186	0.0186	0.870
130	P127	Out	0.00	0.00	0.00
	P895	Out	0.00	0.00	0.00
	P896	In	0.0186	0.0186	0.870
133	P129	Out	0.00	0.00	0.00
	P894	Out	0.00	0.00	0.00
	P895	In	0.0186	0.0186	0.870
136	P131	Out	0.0180	0.0180	1.09
	P893	Out	0.0180	0.0180	3.37
	P894	In	0.00	0.00	0.00
142	P135	Out	0.00	0.00	0.00
	P892	Out	0.00	0.00	0.00
	P382	In	0.0182	0.0182	0.870
145	P137	Out	0.00	0.00	0.00
	P891	Out	0.00	0.00	0.00
	P892	In	0.0182	0.0182	0.870
148	P139	Out	0.00	0.00	0.00
	P890	Out	0.00	0.00	0.00
	P891	In	0.0182	0.0182	0.870

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
151	P141	Out	0.0176	0.0176	1.09
	P889	Out	0.0176	0.0176	3.37
	P890	In	0.00	0.00	0.00
157	P146	Out	0.00	0.00	0.00
	P880	Out	0.00	0.00	0.00
	P365	In	0.0230	0.0230	0.870
160	P148	Out	0.00	0.00	0.00
	P879	Out	0.00	0.00	0.00
	P880	In	0.0230	0.0230	0.870
163	P150	Out	0.00	0.00	0.00
	P878	Out	0.00	0.00	0.00
	P879	In	0.0230	0.0230	0.870
166	P152	Out	0.0222	0.0222	1.09
	P877	Out	0.0222	0.0222	3.37
	P878	In	0.00	0.00	0.00
175	P157	Out	0.0225	0.0225	1.09
	P884	Out	0.0225	0.0225	3.37
	P885	In	0.00	0.00	0.00
178	P159	Out	0.00	0.00	0.00
	P885	Out	0.00	0.00	0.00
	P886	In	0.0233	0.0233	0.870
181	P161	Out	0.00	0.00	0.00
	P886	Out	0.00	0.00	0.00
	P887	In	0.0233	0.0233	0.870
184	P163	Out	0.00	0.00	0.00
	P887	Out	0.00	0.00	0.00
	P888	In	0.0233	0.0233	0.870
458	P479	Out	0.0204	0.0204	1.07
	P752	Out	0.0203	0.0203	3.43
	P754	In	0.00	0.00	0.00
461	P481	Out	0.00	0.00	0.00

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P752	In	0.00	0.00	0.00
	P753	Out	5.91E-03	5.91E-03	1.00
473	P490	Out	0.0193	0.0193	1.08
	P742	Out	0.0192	0.0192	3.40
	P750	In	0.00	0.00	0.00
482	P740	In	0.00	0.00	0.00
	P495	Out	0.00	0.00	0.00
	P741	Out	5.52E-03	5.52E-03	1.00
485	P497	Out	0.00	0.00	0.00
	P740	Out	0.00	0.00	0.00
	P748	In	4.80E-03	4.80E-03	0.870
488	P499	Out	0.00	0.00	0.00
	P739	Out	0.00	0.00	0.00
	P745	In	0.0181	0.0181	0.870
491	P501	Out	0.0175	0.0175	1.08
	P738	Out	0.0175	0.0175	3.38
	P739	In	0.00	0.00	0.00
497	P505	Out	0.00	0.00	0.00
	P737	Out	0.00	0.00	0.00
	P743	In	5.66E-03	5.66E-03	0.870
524	P528	Out	0.0209	0.0209	1.03
	P722	Out	0.0207	0.0207	3.57
	P735	In	0.00	0.00	0.00
557	P549	Out	0.00	0.00	0.00
	P723	Out	0.00	0.00	0.00
	P736	In	6.33E-03	6.33E-03	0.870
560	P551	Out	0.00	0.00	0.00
	P724	Out	0.00	0.00	0.00
	P723	In	6.33E-03	6.33E-03	0.870
566	P555	Out	0.00	0.00	0.00
	P733	In	0.00	0.00	0.00

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P719	Out	0.0274	0.0274	1.00
569	P557	Out	0.0230	0.0230	1.09
	P720	Out	0.0230	0.0230	3.38
	P719	In	0.00	0.00	0.00
578	P563	Out	0.00	0.00	0.00
	P725	In	0.00	0.00	0.00
	P718	Out	6.22E-03	6.22E-03	1.00
614	P609	Out	0.00	0.00	0.00
	P721	Out	0.00	0.00	0.00
	P734	In	5.91E-03	5.91E-03	0.870
626	P621	Out	0.00	0.00	0.00
	P786	Out	0.00	0.00	0.00
	P787	In	5.61E-03	5.61E-03	0.870
699	P712	In	0.00	0.00	0.00
	P704	In	0.00	0.00	0.00
	P713	Out	0.177	0.177	1.00
713	P596	Out	0.0199	0.0199	3.20
	P728	In	0.00	0.00	0.00
	P729	Out	0.114	0.114	1.24
715	P600	Out	0.0719	0.0719	2.62
	P730	Out	0.0799	0.0799	1.99
	P729	In	0.00	0.00	0.00
716	P614	Out	0.0310	0.0310	4.56
	P731	Out	0.0363	0.0363	1.62
	P730	In	0.00	0.00	0.00
717	P608	Out	0.0195	0.0195	0.788
	P732	Out	0.0177	0.0177	2.43
	P731	In	0.00	0.00	0.00
739	P755	Out	-5.73E-03	-5.73E-03	-0.168
	P760	In	0.00	0.00	0.00
	P759	Out	0.0954	0.0954	4.16

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
740	P755	In	0.00	0.00	0.00
	P761	Out	-2.12E-03	-2.12E-03	-0.110
	P762	Out	0.0381	0.0381	6.90
742	P756	Out	0.108	0.108	4.45
	P768	Out	0.126	0.126	1.63
	P757	In	0.00	0.00	0.00
748	P761	In	0.00	0.00	0.00
	P763	Out	-1.40E-03	-1.40E-03	-0.0673
	P766	Out	0.0211	0.0211	8.51
756	P769	Out	-1.40E-03	-1.40E-03	-0.0100
	P511	In	0.00	0.00	0.00
	P771	Out	0.0736	0.0736	3.31
760	P771	In	0.00	0.00	0.00
	P512	Out	8.90E-09	8.90E-09	4.00E-07
	P772	Out	0.00	0.00	0.00
766	P658	Out	6.84E-03	6.84E-03	0.435
	P647	In	0.00	0.00	0.00
	P778	Out	0.0496	0.0496	1.36
774	P650	In	0.00	0.00	0.00
	P783	Out	8.36E-03	8.36E-03	0.472
	P784	Out	0.0830	0.0830	1.52
778	P784	In	0.00	0.00	0.00
	P657	Out	2.21E-03	2.21E-03	0.343
	P788	Out	0.0443	0.0443	1.88
783	P788	In	0.00	0.00	0.00
	P789	Out	-3.47E-04	-3.47E-04	-0.0554
	P790	Out	0.0183	0.0183	3.31
797	P295	In	0.00	0.00	0.00
	P795	Out	0.00	0.00	0.00
	P794	Out	0.00	0.00	0.00
798	P821	Out	-1.72E-03	-1.72E-03	-0.172

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P361	In	0.00	0.00	0.00
	P808	Out	0.0180	0.0180	6.46
801	P376	In	3.09E-03	3.09E-03	2.88
	P795	In	3.46E-03	3.46E-03	1.24
	P881	Out	0.00	0.00	0.00
811	P295	Out	0.00	0.00	0.00
	P806	Out	0.00	0.00	0.00
	P808	In	2.42E-03	2.42E-03	0.870
823	P821	In	0.00	0.00	0.00
	P826	Out	0.00	0.00	0.00
	P842	Out	0.00	0.00	0.00
835	P826	In	0.00	0.00	0.00
	P841	Out	0.00	0.00	0.00
	P845	Out	0.00	0.00	0.00
847	P343	In	0.00	0.00	0.00
	P856	Out	0.00	0.00	0.00
	P846	Out	0.0553	0.0553	1.00
852	P846	In	0.00	0.00	0.00
	P867	Out	0.00	0.00	0.00
	P875	Out	0.0553	0.0553	1.00
859	P362	In	0.00	0.00	0.00
	P882	Out	1.03E-05	1.03E-05	1.02E-03
	P883	Out	0.0315	0.0315	3.09
866	P897	Out	0.0105	0.0105	1.80
	P376	Out	0.0104	0.0104	9.70
	P959	In	0.00	0.00	0.00
870	P898	Out	-8.39E-05	-8.39E-05	-0.0103
	P378	In	0.00	0.00	0.00
	P899	Out	0.0251	0.0251	3.14
878	P903	Out	-4.22E-04	-4.22E-04	-0.0409
	P390	In	0.00	0.00	0.00

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P904	Out	0.0306	0.0306	3.25
884	P377	Out	0.0319	0.0319	2.68
	P905	Out	0.0307	0.0307	4.32
	P944	In	0.00	0.00	0.00
888	P910	Out	0.0456	0.0456	29.7
	P912	Out	0.0566	0.0566	1.51
	P466	In	0.00	0.00	0.00
910	P23	In	0.00	0.00	0.00
	P466	Out	0.00	0.00	0.00
	P471	Out	0.00	0.00	0.00
913	P23	Out	0.377	0.377	6.97
	P19	Out	0.419	0.419	1.98
	P22	In	0.00	0.00	0.00
914	P361	Out	9.61E-03	9.61E-03	0.413
	P21	In	0.00	0.00	0.00
	P681	Out	0.174	0.173	1.83
934	P912	In	0.00	0.00	0.00
	P963	Out	0.00	0.00	0.00
	P666	Out	0.00	0.00	0.00
951	P377	In	0.00	0.00	0.00
	P958	Out	0.00	0.00	0.00
	P959	Out	0.0119	0.0119	1.00
957	P944	Out	-7.46E-08	-7.46E-08	-2.00E-06
	P963	In	0.00	0.00	0.00
	P964	Out	1.31	1.31	581,787,840

Area Change Table

Area Change	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
697	Area Change	Area Change	0.307	4.032	24.76	25.20	25.65	25.37	0.27346	0.27345
703	Area Change	Area Change	0.497	4.032	23.60	23.21	23.78	23.69	0.08793	0.08793
749	Area Change	Area Change	0.905	0.123	12.92	12.91	12.92	12.92	0.00224	0.00224
767	Area Change	Area Change	0.639	0.472	13.44	13.36	13.48	13.46	0.02334	0.02334
784	Area Change	Area Change	0.818	0.121	12.38	12.37	12.39	12.38	0.00513	0.00513
785	Area Change	Area Change	0.818	0.113	12.37	12.35	12.37	12.37	0.00452	0.00452
860	Area Change	Area Change	0.639	0.248	13.01	12.99	13.02	13.02	0.00644	0.00644

Area Change	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
861	Area Change	Area Change	1.833	0.498	13.08	13.03	13.09	13.07	0.01341	0.01341
862	Area Change	Area Change	0.639	0.250	12.98	12.96	12.99	12.99	0.00653	0.00653
869	Area Change	Area Change	1.833	0.444	13.09	13.05	13.10	13.09	0.01066	0.01066
871	Area Change	Area Change	0.639	0.223	13.00	12.98	13.01	13.00	0.00521	0.00521
872	Area Change	Area Change	0.639	0.221	12.97	12.95	12.98	12.98	0.00510	0.00510
882	Area Change	Area Change	0.639	0.251	12.86	12.84	12.87	12.87	0.00659	0.00659
883	Area Change	Area Change	0.639	0.240	12.83	12.81	12.84	12.84	0.00603	0.00603
885	Area Change	Area Change	1.833	0.490	13.18	13.13	13.19	13.17	0.01303	0.01303
887	Area Change	Area Change	5.803	0.228	13.29	13.26	13.29	13.28	0.00891	0.00891
969	Area Change	Area Change	1.833	0.581	13.11	13.04	13.12	13.10	0.01827	0.01827

Assigned Pressure Table

Assigned Pressure	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
690	Tq hidroneumatico	Assigned Pressure	0.000	4.032	24.79	24.79	25.68	25.68	0.00000	0.00000

Bend Table

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
380	Bend	Bend	0.732	0.248	16.17	16.15	16.19	16.17	0.01939	0.01939
381	Bend	Bend	0.732	0.248	15.18	15.16	15.20	15.18	0.01939	0.01939
383	Bend	Bend	0.732	0.250	13.27	13.25	13.30	13.28	0.01965	0.01965
386	Bend	Bend	0.732	0.223	16.25	16.23	16.27	16.26	0.01568	0.01568
387	Bend	Bend	0.732	0.223	14.08	14.06	14.10	14.08	0.01568	0.01568
389	Bend	Bend	0.732	0.221	16.14	16.12	16.16	16.14	0.01536	0.01536
390	Bend	Bend	0.732	0.221	14.01	14.00	14.03	14.02	0.01536	0.01536
392	Bend	Bend	0.732	0.228	16.48	16.46	16.50	16.49	0.01640	0.01640
393	Bend	Bend	0.732	0.228	14.21	14.19	14.23	14.22	0.01640	0.01640
395	Bend	Bend	0.732	0.251	16.08	16.06	16.11	16.09	0.01983	0.01983
396	Bend	Bend	0.732	0.251	13.33	13.32	13.36	13.34	0.01983	0.01983
442	Bend	Bend	0.732	0.240	15.70	15.68	15.72	15.70	0.01813	0.01813
443	Bend	Bend	0.732	0.240	14.77	14.75	14.80	14.78	0.01813	0.01813

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
581	Bend	Bend	0.732	0.237	12.04	12.02	12.06	12.04	0.01775	0.01775
582	Bend	Bend	0.732	0.237	12.94	12.92	12.97	12.95	0.01775	0.01775
584	Bend	Bend	0.732	0.231	11.50	11.49	11.53	11.51	0.01679	0.01679
585	Bend	Bend	0.732	0.231	12.36	12.35	12.39	12.37	0.01679	0.01679
587	Bend	Bend	0.732	0.113	12.29	12.28	12.29	12.29	0.00404	0.00404
588	Bend	Bend	0.732	0.113	12.38	12.38	12.39	12.39	0.00404	0.00404
590	Bend	Bend	0.732	0.220	10.22	10.21	10.24	10.23	0.01527	0.01527
591	Bend	Bend	0.732	0.220	12.34	12.32	12.36	12.34	0.01527	0.01527
593	Bend	Bend	0.732	0.123	12.10	12.10	12.11	12.10	0.00477	0.00477
594	Bend	Bend	0.732	0.123	12.35	12.34	12.35	12.35	0.00477	0.00477
602	Bend	Bend	0.732	0.120	12.07	12.06	12.07	12.07	0.00455	0.00455
603	Bend	Bend	0.732	0.120	12.01	12.00	12.02	12.01	0.00455	0.00455
605	Bend	Bend	0.732	0.252	11.64	11.62	11.66	11.64	0.02008	0.02008
606	Bend	Bend	0.732	0.252	10.61	10.59	10.64	10.62	0.02008	0.02008
608	Bend	Bend	0.732	0.130	11.36	11.36	11.37	11.37	0.00533	0.00533
609	Bend	Bend	0.732	0.130	10.62	10.62	10.63	10.63	0.00533	0.00533
611	Bend	Bend	0.732	0.240	11.35	11.33	11.38	11.36	0.01811	0.01811
612	Bend	Bend	0.732	0.240	10.92	10.90	10.95	10.93	0.01811	0.01811
617	Bend	Bend	0.732	0.126	11.49	11.48	11.50	11.49	0.00497	0.00497
618	Bend	Bend	0.732	0.126	11.23	11.23	11.24	11.24	0.00497	0.00497
623	Bend	Bend	0.781	0.109	11.74	11.73	11.76	11.74	0.01228	0.01228
624	Bend	Bend	0.781	0.109	12.33	12.32	12.35	12.34	0.01228	0.01228
629	Bend	Bend	0.732	0.122	11.20	11.19	11.20	11.20	0.00472	0.00472
630	Bend	Bend	0.732	0.122	11.44	11.43	11.45	11.44	0.00472	0.00472
638	Bend	Bend	0.781	0.121	10.61	10.60	10.63	10.62	0.01507	0.01507
639	Bend	Bend	0.781	0.121	10.57	10.55	10.59	10.57	0.01507	0.01507
644	Bend	Bend	0.781	0.116	11.13	11.11	11.14	11.13	0.01384	0.01384
645	Bend	Bend	0.781	0.116	11.80	11.78	11.81	11.80	0.01384	0.01384
650	Bend	Bend	0.781	0.113	11.17	11.15	11.18	11.17	0.01329	0.01328
651	Bend	Bend	0.781	0.113	11.11	11.10	11.13	11.12	0.01329	0.01328
701	Bend	Bend	0.566	4.032	23.48	23.38	23.65	23.55	0.10010	0.10009

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
702	Bend	Bend	0.617	4.032	24.00	23.70	24.48	24.18	0.29636	0.29635
704	Bend	Bend	0.732	0.120	12.27	12.26	12.28	12.27	0.00455	0.00455
705	Bend	Bend	0.732	0.126	10.75	10.73	10.76	10.75	0.00499	0.00499
706	Bend	Bend	0.732	0.126	11.50	11.48	11.50	11.50	0.00497	0.00497
707	Bend	Bend	0.732	0.116	11.14	11.13	11.15	11.15	0.00424	0.00424
708	Bend	Bend	0.732	0.130	10.86	10.84	10.87	10.86	0.00533	0.00533
709	Bend	Bend	0.617	0.868	15.36	15.24	15.38	15.37	0.01372	0.01372
710	Bend	Bend	0.617	0.868	15.76	15.75	15.78	15.77	0.01372	0.01372
711	Bend	Bend	0.684	0.868	14.07	13.98	14.19	14.11	0.08446	0.08445
712	Bend	Bend	0.684	0.868	12.85	12.77	12.98	12.89	0.08446	0.08445
714	Bend	Bend	0.732	0.120	12.30	12.30	12.31	12.30	0.00455	0.00455
718	Bend	Bend	0.732	0.130	11.88	11.88	11.89	11.88	0.00533	0.00533
719	Bend	Bend	0.732	0.252	10.88	10.86	10.90	10.88	0.02008	0.02008
720	Bend	Bend	0.732	0.126	11.52	11.52	11.53	11.53	0.00497	0.00497
721	Bend	Bend	0.732	0.240	11.19	11.17	11.21	11.20	0.01811	0.01811
722	Bend	Bend	0.732	0.130	10.91	10.91	10.92	10.92	0.00533	0.00533
723	Bend	Bend	0.617	0.868	15.89	15.88	15.92	15.90	0.01372	0.01372
724	Bend	Bend	0.732	0.123	12.35	12.33	12.35	12.35	0.00477	0.00477
725	Bend	Bend	0.732	0.110	10.35	10.34	10.36	10.35	0.00380	0.00380
726	Bend	Bend	0.732	0.113	12.52	12.51	12.53	12.52	0.00404	0.00404
727	Bend	Bend	0.732	0.115	11.68	11.66	11.68	11.68	0.00415	0.00415
728	Bend	Bend	0.732	0.123	12.38	12.37	12.38	12.38	0.00477	0.00477
729	Bend	Bend	0.732	0.123	12.39	12.39	12.40	12.39	0.00477	0.00477
730	Bend	Bend	0.732	0.220	10.45	10.44	10.47	10.46	0.01527	0.01527
731	Bend	Bend	0.732	0.220	10.50	10.48	10.52	10.50	0.01527	0.01527
732	Bend	Bend	0.732	0.113	12.57	12.56	12.57	12.57	0.00404	0.00404
733	Bend	Bend	0.732	0.113	12.58	12.58	12.59	12.58	0.00404	0.00404
734	Bend	Bend	0.732	0.231	11.73	11.71	11.75	11.73	0.01679	0.01679
735	Bend	Bend	0.732	0.231	11.77	11.76	11.80	11.78	0.01679	0.01679
736	Bend	Bend	0.732	0.117	12.20	12.18	12.20	12.20	0.00433	0.00433
737	Bend	Bend	0.732	0.117	12.22	12.22	12.23	12.23	0.00433	0.00433

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
738	Bend	Bend	0.732	0.237	12.30	12.29	12.33	12.31	0.01775	0.01775
741	Bend	Bend	0.732	0.237	13.48	13.46	13.51	13.49	0.01775	0.01775
743	Bend	Bend	0.732	0.231	12.90	12.88	12.92	12.91	0.01679	0.01679
744	Bend	Bend	0.732	0.113	12.89	12.89	12.90	12.90	0.00404	0.00404
745	Bend	Bend	0.732	0.220	12.87	12.86	12.89	12.88	0.01527	0.01527
746	Bend	Bend	0.732	0.123	12.86	12.85	12.86	12.86	0.00477	0.00477
747	Bend	Bend	0.732	0.123	12.88	12.87	12.88	12.88	0.00477	0.00477
750	Bend	Bend	0.684	0.687	13.18	13.13	13.26	13.20	0.05294	0.05293
751	Bend	Bend	0.684	0.687	13.36	13.31	13.44	13.39	0.05294	0.05293
753	Bend	Bend	0.684	0.924	15.25	15.16	15.39	15.30	0.09581	0.09580
754	Bend	Bend	0.684	0.924	14.01	13.92	14.15	14.06	0.09581	0.09580
765	Bend	Bend	0.684	0.581	15.89	15.85	15.95	15.91	0.03783	0.03783
768	Bend	Bend	0.781	0.109	12.66	12.65	12.68	12.66	0.01228	0.01228
769	Bend	Bend	0.781	0.109	12.01	12.00	12.03	12.02	0.01228	0.01228
770	Bend	Bend	0.781	0.109	11.98	11.97	12.00	11.99	0.01228	0.01228
771	Bend	Bend	0.732	0.472	12.94	12.87	13.03	12.96	0.07021	0.07021
772	Bend	Bend	0.684	0.581	14.85	14.81	14.90	14.86	0.03783	0.03783
773	Bend	Bend	0.684	0.581	13.88	13.84	13.93	13.89	0.03783	0.03783
775	Bend	Bend	0.781	0.116	11.36	11.35	11.38	11.36	0.01384	0.01384
776	Bend	Bend	0.781	0.116	11.40	11.38	11.42	11.40	0.01384	0.01384
777	Bend	Bend	0.781	0.116	12.12	12.11	12.14	12.13	0.01384	0.01384
779	Bend	Bend	0.732	0.122	11.75	11.74	11.75	11.75	0.00472	0.00472
780	Bend	Bend	0.732	0.122	11.49	11.48	11.49	11.49	0.00472	0.00472
781	Bend	Bend	0.732	0.122	11.77	11.77	11.78	11.77	0.00472	0.00472
782	Bend	Bend	0.732	0.122	11.46	11.44	11.46	11.46	0.00472	0.00472
786	Bend	Bend	0.781	0.113	11.35	11.34	11.37	11.35	0.01329	0.01328
787	Bend	Bend	0.781	0.113	11.39	11.37	11.40	11.39	0.01329	0.01328
788	Bend	Bend	0.781	0.113	11.49	11.48	11.51	11.50	0.01329	0.01328
789	Bend	Bend	0.781	0.113	12.21	12.19	12.22	12.21	0.01329	0.01328
790	Bend	Bend	0.781	0.121	12.07	12.05	12.09	12.07	0.01507	0.01507
791	Bend	Bend	0.781	0.121	11.33	11.31	11.35	11.33	0.01507	0.01507

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
792	Bend	Bend	0.781	0.121	11.24	11.22	11.26	11.24	0.01507	0.01507
793	Bend	Bend	0.781	0.121	11.11	11.09	11.13	11.11	0.01507	0.01507
794	Bend	Bend	0.781	0.121	10.80	10.78	10.82	10.80	0.01507	0.01507
795	Bend	Bend	0.781	0.121	10.84	10.82	10.86	10.84	0.01507	0.01507
796	Bend	Bend	0.781	0.121	10.94	10.93	10.96	10.95	0.01507	0.01507
834	Bend	Bend	0.684	0.581	13.03	12.99	13.08	13.05	0.03783	0.03783
858	Bend	Bend	0.732	0.124	15.18	15.16	15.19	15.18	0.00484	0.00484
863	Bend	Bend	0.732	0.250	12.77	12.75	12.79	12.77	0.01965	0.01965
864	Bend	Bend	0.732	0.125	13.26	13.24	13.26	13.26	0.00490	0.00490
865	Bend	Bend	0.732	0.250	13.54	13.52	13.56	13.54	0.01965	0.01965
867	Bend	Bend	0.732	0.110	14.01	13.99	14.01	14.01	0.00383	0.00383
868	Bend	Bend	0.732	0.111	14.08	14.06	14.08	14.08	0.00391	0.00391
873	Bend	Bend	0.732	0.221	12.88	12.86	12.90	12.89	0.01536	0.01535
874	Bend	Bend	0.732	0.125	12.99	12.97	13.00	13.00	0.00495	0.00495
875	Bend	Bend	0.732	0.251	13.55	13.53	13.58	13.56	0.01983	0.01983
876	Bend	Bend	0.732	0.251	13.43	13.41	13.46	13.44	0.01983	0.01983
877	Bend	Bend	0.732	0.251	13.60	13.58	13.63	13.61	0.01983	0.01983
879	Bend	Bend	0.684	0.490	12.93	12.91	12.97	12.95	0.02699	0.02699
880	Bend	Bend	0.732	0.240	12.77	12.75	12.79	12.77	0.01813	0.01813
881	Bend	Bend	0.732	0.240	12.66	12.64	12.69	12.67	0.01813	0.01813
886	Bend	Bend	0.732	0.114	13.93	13.92	13.94	13.93	0.00409	0.00409
889	Bend	Bend	0.732	0.228	14.18	14.16	14.20	14.19	0.01640	0.01640
894	Bend	Bend	0.732	0.240	12.46	12.44	12.49	12.47	0.01813	0.01813
915	Bend	Bend	0.617	2.679	13.74	13.61	13.95	13.82	0.13086	0.13085
916	Bend	Bend	0.617	4.032	20.83	20.53	21.31	21.02	0.29636	0.29635
917	Bend	Bend	0.617	4.032	22.16	21.86	22.64	22.34	0.29636	0.29635
918	Bend	Bend	0.617	1.792	13.31	13.25	13.41	13.35	0.05852	0.05852
919	Bend	Bend	0.617	1.792	17.71	17.66	17.81	17.75	0.05852	0.05852
920	Bend	Bend	0.684	0.581	11.49	11.45	11.54	11.50	0.03783	0.03783
964	Bend	Bend	0.732	0.120	14.60	14.59	14.61	14.60	0.00451	0.00451

Check Valve Table

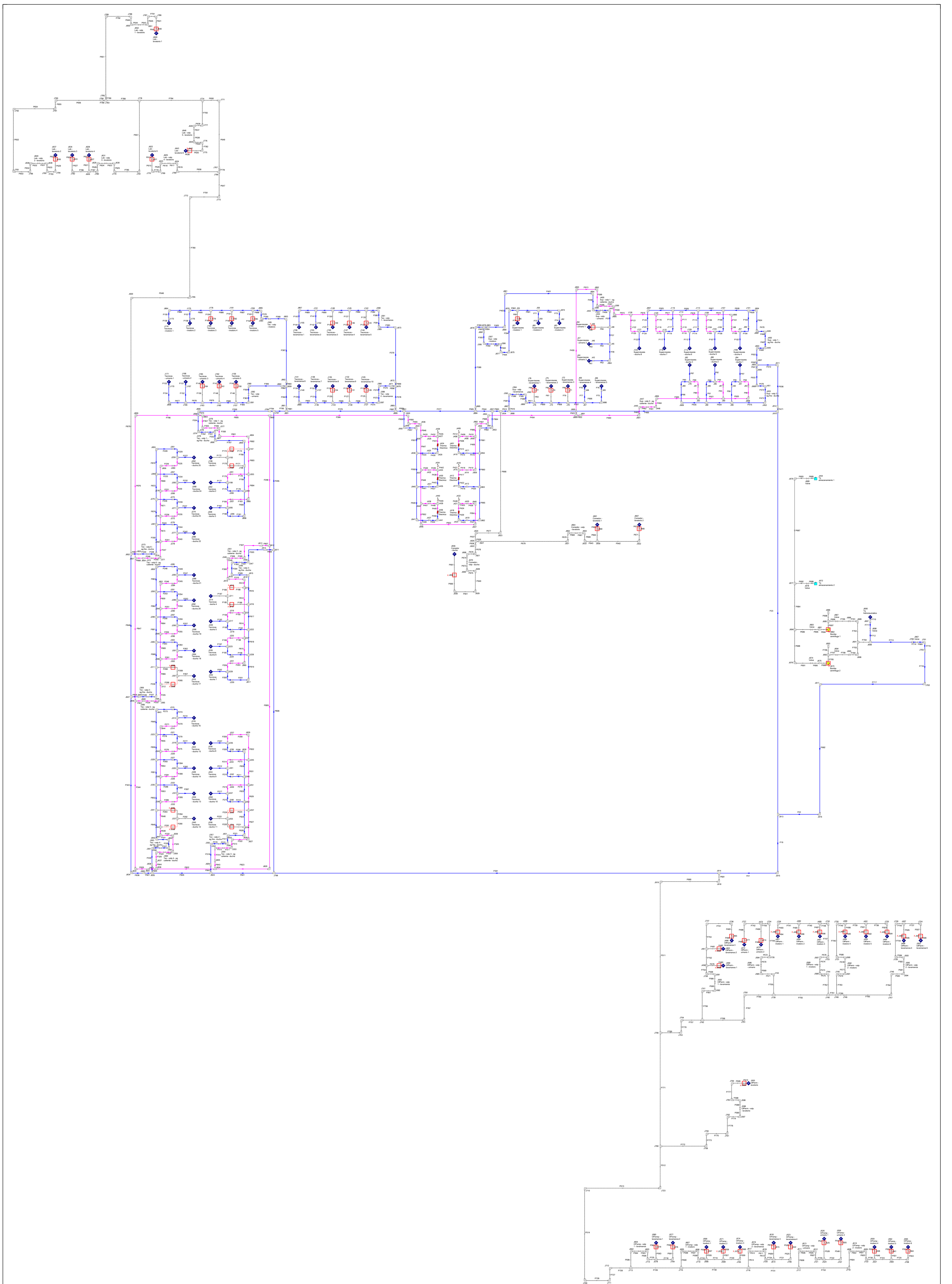
Check Valve	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
700	Check Valve	Check Valve	1.950	4.032	24.11	23.76	24.28	23.94	0.34487	0.34485

Tee or Wye Table

Tee or Wye	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
45	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.93	14.93	14.94	14.94	See Mult. Losses	See Mult. Losses
48	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.97	14.97	14.98	14.98	See Mult. Losses	See Mult. Losses
55	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.37	13.37	13.38	13.38	See Mult. Losses	See Mult. Losses
58	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.32	13.32	13.34	13.34	See Mult. Losses	See Mult. Losses
67	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.25	14.25	14.27	14.27	See Mult. Losses	See Mult. Losses
70	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.30	14.30	14.31	14.31	See Mult. Losses	See Mult. Losses
73	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.36	14.36	14.37	14.37	See Mult. Losses	See Mult. Losses
76	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.44	14.44	14.45	14.45	See Mult. Losses	See Mult. Losses
127	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.26	14.26	14.26	14.26	See Mult. Losses	See Mult. Losses
130	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.20	14.20	14.21	14.21	See Mult. Losses	See Mult. Losses
133	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.14	14.14	14.15	14.15	See Mult. Losses	See Mult. Losses
136	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.10	14.10	14.11	14.11	See Mult. Losses	See Mult. Losses
142	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.18	14.18	14.19	14.19	See Mult. Losses	See Mult. Losses
145	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.13	14.13	14.14	14.14	See Mult. Losses	See Mult. Losses
148	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.07	14.07	14.08	14.08	See Mult. Losses	See Mult. Losses
151	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.03	14.03	14.04	14.04	See Mult. Losses	See Mult. Losses
157	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	15.40	15.40	15.41	15.41	See Mult. Losses	See Mult. Losses
160	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	15.33	15.33	15.34	15.34	See Mult. Losses	See Mult. Losses
163	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	15.26	15.26	15.27	15.27	See Mult. Losses	See Mult. Losses
166	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	15.21	15.21	15.22	15.22	See Mult. Losses	See Mult. Losses
175	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.28	13.28	13.30	13.30	See Mult. Losses	See Mult. Losses
178	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.33	13.33	13.35	13.35	See Mult. Losses	See Mult. Losses
181	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.40	13.40	13.41	13.41	See Mult. Losses	See Mult. Losses
184	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.47	13.47	13.48	13.48	See Mult. Losses	See Mult. Losses
458	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.28	12.28	12.29	12.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
461	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.26	12.26	12.26	12.26	See Mult. Losses	See Mult. Losses
473	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.70	11.70	11.71	11.71	See Mult. Losses	See Mult. Losses
482	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.54	12.54	12.55	12.55	See Mult. Losses	See Mult. Losses
485	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.56	12.56	12.56	12.56	See Mult. Losses	See Mult. Losses
488	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.41	10.41	10.42	10.42	See Mult. Losses	See Mult. Losses

Tee or Wye	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
491	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.37	10.37	10.38	10.38	See Mult. Losses	See Mult. Losses
497	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.36	12.36	12.37	12.37	See Mult. Losses	See Mult. Losses
524	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.17	11.17	11.18	11.18	See Mult. Losses	See Mult. Losses
557	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.90	10.90	10.91	10.91	See Mult. Losses	See Mult. Losses
560	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.88	10.88	10.88	10.88	See Mult. Losses	See Mult. Losses
566	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.86	10.86	10.87	10.87	See Mult. Losses	See Mult. Losses
569	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.78	10.78	10.79	10.79	See Mult. Losses	See Mult. Losses
578	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.30	12.30	12.30	12.30	See Mult. Losses	See Mult. Losses
614	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.51	11.51	11.52	11.52	See Mult. Losses	See Mult. Losses
626	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.47	11.47	11.48	11.48	See Mult. Losses	See Mult. Losses
699	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	24.65	24.65	24.73	24.73	See Mult. Losses	See Mult. Losses
713	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.55	12.55	12.61	12.61	See Mult. Losses	See Mult. Losses
715	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.24	12.24	12.29	12.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
716	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.02	12.02	12.04	12.04	See Mult. Losses	See Mult. Losses
717	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.93	11.93	11.95	11.95	See Mult. Losses	See Mult. Losses
739	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.03	13.03	13.07	13.07	See Mult. Losses	See Mult. Losses
740	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.94	12.94	12.95	12.95	See Mult. Losses	See Mult. Losses
742	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.62	13.62	13.69	13.69	See Mult. Losses	See Mult. Losses
748	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.93	12.93	12.94	12.94	See Mult. Losses	See Mult. Losses
756	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	16.52	16.52	16.60	16.60	See Mult. Losses	See Mult. Losses
760	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	15.97	15.97	15.98	15.98	See Mult. Losses	See Mult. Losses
766	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.49	13.49	13.53	13.53	See Mult. Losses	See Mult. Losses
774	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.84	12.84	12.89	12.89	See Mult. Losses	See Mult. Losses
778	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.46	12.46	12.48	12.48	See Mult. Losses	See Mult. Losses
783	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.38	12.38	12.39	12.39	See Mult. Losses	See Mult. Losses
797	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.09	13.09	13.09	13.09	0.00000	0.00000
798	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.15	13.15	13.16	13.16	See Mult. Losses	See Mult. Losses
801	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.08	13.08	13.09	13.09	See Mult. Losses	See Mult. Losses
811	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.11	13.11	13.11	13.11	See Mult. Losses	See Mult. Losses
823	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.14	13.14	13.14	13.14	0.00000	0.00000
835	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.11	13.11	13.12	13.12	0.00000	0.00000

Tee or Wye	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
847	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.66	12.66	12.69	12.69	See Mult. Losses	See Mult. Losses
852	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.22	12.22	12.24	12.24	See Mult. Losses	See Mult. Losses
859	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.01	13.01	13.03	13.03	See Mult. Losses	See Mult. Losses
866	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.10	13.10	13.11	13.11	See Mult. Losses	See Mult. Losses
870	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.99	12.99	13.01	13.01	See Mult. Losses	See Mult. Losses
878	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.86	12.86	12.87	12.87	See Mult. Losses	See Mult. Losses
884	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.20	13.20	13.22	13.22	See Mult. Losses	See Mult. Losses
888	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.31	13.31	13.33	13.33	See Mult. Losses	See Mult. Losses
910	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.74	13.74	13.76	13.76	0.00000	0.00000
913	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	14.44	14.44	14.66	14.66	See Mult. Losses	See Mult. Losses
914	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.51	13.51	13.60	13.60	See Mult. Losses	See Mult. Losses
934	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.22	13.22	13.24	13.24	0.00000	0.00000
951	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.14	13.14	13.15	13.15	See Mult. Losses	See Mult. Losses
957	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.22	13.22	13.23	13.23	See Mult. Losses	See Mult. Losses



General

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 14/05/2018 12:15:29 p.m.

Application version: AFT Fathom Version 9 (2015.09.01)

Input File: C:\Users\Edwin\Documents\AFT\1- Fathom\Modelos\SHidro 2_revG\SHidro 2_revG.fth

Output File: C:\Users\Edwin\Documents\AFT\1- Fathom\Modelos\SHidro 2_revG\SHidro 2_revG_1.out

Execution Time= 0.59 seconds

Total Number Of Head/Pressure Iterations= 86

Total Number Of Flow Iterations= 11

Total Number Of Temperature Iterations= 0

Number Of Pipes= 837

Number Of Junctions= 798

Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.001 meters

Flow Rate Tolerance= 0.001 liter/sec

Flow Relaxation= (Automatic)

Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: Water at 1 atm

Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F

Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F

Temperature= 3.7 deg. C

Density= 1000.009 kg/m³

Viscosity= 0.00158 kg/sec-m

Vapor Pressure= -7.4613 m H₂O std. (g)

Viscosity Model= Newtonian

Apply laminar and non-Newtonian correction to: Pipe Fittings & Losses, Junction K factors, Junction Special Losses, Junction Polynomials

Corrections applied to the following junctions: Branch, Reservoir, Assigned Flow, Assigned Pressure, Area Change, Bend, Tee or Wye, Control Valve, Spray Discharge, Relief Valve

Ambient Pressure (constant)= 0.73 atm

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 4.55 liter/sec

Total Outflow= 4.55 liter/sec

Maximum Static Pressure is 25.1 m H₂O std. (g) at Pipe 711 Inlet

Minimum Static Pressure is 2.45 m H₂O std. (g) at Pipe 689 Inlet

Warnings

No Warnings

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Valve State	K	Cv	Vol. Flow (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	dP Stag. (m H2O std.)	dH (meters)
43	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.1079	10.4	9.92	0.509685	0.509666
46	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.1107	10.5	9.92	0.536782	0.536762
59	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.1033	11.6	8.78	2.833884	2.833781
62	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.1031	11.6	8.78	2.819850	2.819748
65	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.1132	11.1	9.82	1.308727	1.308680
68	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.1138	11.1	9.82	1.323819	1.323771
80	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0773	11.6	11.29	0.261879	0.261869
81	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0384	11.4	11.31	0.064517	0.064515
86	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0809	11.6	11.29	0.286640	0.286629
87	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0346	11.4	11.31	0.052370	0.052369
92	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.0576	11.6	11.30	0.338998	0.338986
93	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0556	11.3	11.30	0.045114	0.045112
98	Valve	REGULAR	Open	2.350	7.530	0.0406	11.3	11.30	0.005148	0.005148
99	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0664	11.5	11.29	0.193145	0.193138
104	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0217	11.3	11.31	0.006873	0.006873
105	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0849	11.4	11.29	0.105315	0.105311
110	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0448	11.3	11.29	0.029284	0.029283
111	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0591	11.3	11.29	0.050911	0.050909
116	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0276	11.3	11.31	0.033429	0.033428
117	Valve	REGULAR	Open	1.230	10.408	0.0833	11.3	11.29	0.011315	0.011315
122	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0390	11.4	11.30	0.066617	0.066614
123	Valve	REGULAR	Open	0.110	34.805	0.0712	11.3	11.29	0.000740	0.000740
137	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.1066	11.0	9.82	1.161863	1.161821
140	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.1060	11.0	9.82	1.148435	1.148393
152	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.1041	10.9	9.82	1.106709	1.106669

Jct	Name	Valve Type	Valve State	K	Cv	Vol. Flow (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	dP Stag. (m H2O std.)	dH (meters)
155	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.1035	10.9	9.82	1.093453	1.093413
167	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.1097	11.2	9.92	1.230053	1.230008
170	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.1091	11.1	9.92	1.216000	1.215956
173	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.1075	11.8	8.78	3.069077	3.068965
176	Valve	REGULAR	Open	200.000	0.816	0.1078	11.9	8.78	3.083380	3.083267
200	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0590	11.4	11.29	0.152496	0.152491
201	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0475	11.4	11.29	0.098780	0.098777
206	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0852	11.4	11.29	0.106030	0.106026
207	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.0273	11.4	11.31	0.076383	0.076380
218	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0802	11.4	11.29	0.093847	0.093843
219	Valve	REGULAR	Open	77.000	1.315	0.0285	11.4	11.30	0.082813	0.082810
224	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0670	11.4	11.29	0.065499	0.065496
225	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0411	11.4	11.30	0.073915	0.073912
230	Valve	REGULAR	Open	4.700	5.325	0.0749	11.3	11.29	0.035006	0.035005
231	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0364	11.4	11.30	0.058166	0.058164
236	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0721	11.5	11.29	0.227682	0.227673
237	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0388	11.3	11.30	0.021992	0.021991
242	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0754	11.5	11.28	0.248883	0.248874
243	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0290	11.3	11.30	0.036783	0.036781
248	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0791	11.6	11.29	0.273870	0.273860
249	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0309	11.3	11.30	0.041760	0.041759
260	Valve	REGULAR	Open	4.700	5.325	0.0443	11.3	11.30	0.012216	0.012216
261	Valve	REGULAR	Open	4.700	5.325	0.0658	11.3	11.29	0.027002	0.027001
266	Valve	REGULAR	Open	4.700	5.325	0.0450	11.3	11.30	0.012641	0.012641
267	Valve	REGULAR	Open	4.700	5.325	0.0706	11.3	11.30	0.031080	0.031079
272	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0458	11.3	11.30	0.030674	0.030673
273	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0638	11.4	11.29	0.059484	0.059482
278	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0430	11.4	11.29	0.080901	0.080898
279	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0586	11.4	11.29	0.150096	0.150091
284	Valve	REGULAR	Open	1.230	10.408	0.0535	11.3	11.29	0.004668	0.004668
285	Valve	REGULAR	Open	0.110	34.805	0.0485	11.3	11.29	0.000343	0.000343

Jct	Name	Valve Type	Valve State	K	Cv	Vol. Flow (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	dP Stag. (m H2O std.)	dH (meters)
290	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0270	11.3	11.30	0.010603	0.010603
291	Valve	REGULAR	Open	0.310	20.733	0.0759	11.3	11.28	0.002367	0.002367
296	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0375	11.3	11.30	0.020551	0.020550
297	Valve	REGULAR	Open	4.700	5.325	0.0687	11.3	11.29	0.029419	0.029417
302	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0251	11.3	11.30	0.027486	0.027485
303	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0772	11.4	11.28	0.087013	0.087010
314	Valve	REGULAR	Open	2.350	7.530	0.0414	11.3	11.30	0.005354	0.005354
315	Valve	REGULAR	Open	0.110	34.805	0.0657	11.3	11.29	0.000629	0.000629
320	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0248	11.3	11.31	0.009006	0.009006
321	Valve	REGULAR	Open	0.670	14.103	0.0832	11.3	11.29	0.006153	0.006152
326	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0377	11.3	11.30	0.020778	0.020777
327	Valve	REGULAR	Open	4.700	5.325	0.0743	11.3	11.29	0.034390	0.034389
332	Valve	REGULAR	Open	33.000	2.009	0.0281	11.3	11.31	0.034677	0.034676
333	Valve	REGULAR	Open	11.000	3.480	0.0824	11.4	11.29	0.099142	0.099138
348	Tec - valp 2 - ag fria - ducha	REGULAR	Open	16.000	5.065	0.2221	12.7	12.38	0.340007	0.339994
351	Tec - valp 2 - ag caliente - ducha	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.1060	12.3	12.13	0.174270	0.174264
354	Tec - valp 3 - ag caliente - ducha	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.0987	12.3	12.12	0.151033	0.151027
357	Tec - valp 2 - ag fria - ducha	REGULAR	Open	16.000	5.065	0.2266	13.0	12.67	0.353896	0.353883
360	Tec - valp 4 - ag caliente - ducha	REGULAR	Open	16.000	5.065	0.1322	12.2	12.11	0.120381	0.120377
363	Tec - valp 4 - ag fria - ducha	REGULAR	Open	7.500	7.397	0.3055	12.8	12.54	0.301611	0.301600
366	Tec - valp 5 - ag caliente - ducha	REGULAR	Open	7.500	7.397	0.1430	12.2	12.13	0.066098	0.066096
369	Tec - valp 2 - ag fria - ducha	REGULAR	Open	3.200	11.325	0.2703	12.6	12.48	0.100681	0.100678
372	Tec - valp 6 - ag caliente - ducha	REGULAR	Open	3.200	11.325	0.1781	12.2	12.15	0.043733	0.043731
373	Tec - valp 6 - ag fria - ducha	REGULAR	Open	1.400	17.122	0.2588	12.5	12.44	0.040391	0.040390
376	Tec - valp 1 - ag fria - ducha	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.1443	12.7	12.41	0.322698	0.322686
379	Tec - valp 1 - ag caliente - ducha	REGULAR	Open	100.000	2.026	0.0748	12.4	12.13	0.241291	0.241282
382	Tec - valp - urinario	REGULAR	Open	16.000	5.065	0.2188	12.6	12.25	0.330047	0.330034
385	Tec - valp - inodoro	REGULAR	Open	16.000	5.065	0.2153	12.5	12.14	0.319611	0.319599
388	Tec - valp 2 - lavamanos	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.2127	12.6	11.91	0.701390	0.701365
391	Tec - valp 1 - lavamanos	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.2075	12.5	11.85	0.667953	0.667929
394	Sup - valp - lavamanos	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.2270	12.9	12.08	0.799223	0.799194

Jct	Name	Valve Type	Valve State	K	Cv	Vol. Flow (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	dP Stag. (m H2O std.)	dH (meters)
397	Sup - valp - inodoro	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.2064	12.5	11.88	0.660832	0.660808
400	Sup - valp 1 - ag caliente - ducha	REGULAR	Open	7.500	7.397	0.1738	12.2	12.12	0.097558	0.097555
406	Valve	REGULAR	Open	1.400	27.749	0.1570	11.2	11.20	0.005656	0.005656
414	Valve	REGULAR	Open	1.400	27.749	0.1454	11.2	11.21	0.004853	0.004853
420	Valve	REGULAR	Open	1.400	27.749	0.1730	11.2	11.18	0.006871	0.006871
426	Valve	REGULAR	Open	1.400	27.749	0.1997	11.1	11.10	0.009153	0.009153
432	Valve	REGULAR	Open	1.400	27.749	0.1834	11.1	11.12	0.007726	0.007726
438	Valve	REGULAR	Open	1.400	27.749	0.1767	11.1	11.12	0.007173	0.007173
444	Sup - valp - urinario	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.2186	12.2	11.45	0.741182	0.741155
447	Sup - valp 2 - ag caliente - ducha	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.1286	12.5	12.22	0.256348	0.256339
450	Sup - valp 1 - ag fria - ducha	REGULAR	Open	7.500	7.397	0.3649	13.2	12.73	0.430205	0.430189
453	Sup - valp 2 - ag fria - ducha	REGULAR	Open	36.000	3.376	0.2159	13.3	12.53	0.722563	0.722537
698	Valve	REGULAR	Open	3.200	71.262	4.5500	25.1	24.39	0.720700	0.720674
967	Valve	REGULAR	Open	1.400	107.738	4.5500	23.3	22.98	0.315306	0.315295
411	Check Valve	CHECK	Open	1.950	23.512	0.1570	11.3	11.27	0.007879	0.007878
413	Check Valve	CHECK	Open	1.950	23.512	0.1454	11.3	11.27	0.006760	0.006759
419	Check Valve	CHECK	Open	1.950	23.512	0.1730	11.3	11.25	0.009570	0.009570
425	Check Valve	CHECK	Open	1.950	23.512	0.1997	11.2	11.21	0.012749	0.012749
431	Check Valve	CHECK	Open	1.950	23.512	0.1834	11.2	11.20	0.010762	0.010761
437	Check Valve	CHECK	Open	1.950	23.512	0.1767	11.2	11.20	0.009991	0.009990
700	Check Valve	CHECK	Open	1.950	91.289	4.5500	23.8	23.31	0.439177	0.439161

Heat Exchanger Summary

Jct	Name	Vol. Flow (liter/sec)	T Inlet (deg. C)	T Outlet (deg. C)	dP Stag. (m H2O std.)	dH (meters)
401	Therma Electrica 1	0.157	3.70	3.70	0.0515	0.0515
412	Therma Electrica 2	0.145	3.70	3.70	0.0442	0.0442
418	Therma Electrica 3	0.173	3.70	3.70	0.0626	0.0626
424	Therma Electrica 6	0.200	3.70	3.70	0.0834	0.0834
430	Therma Electrica 5	0.183	3.70	3.70	0.0704	0.0704
436	Therma Electrica 4	0.177	3.70	3.70	0.0653	0.0653

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
19	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	2.000	3.700	3.700	1.5540	2.0411	0.0288	15.97	15.80	12.15	11.98	12.27	12.10	0.1736662	0.000	0.1736599

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
21	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.5000	3.700	3.700	1.5540	2.0411	0.0288	15.72	15.59	11.90	11.77	12.02	11.89	0.1302496	0.000	0.1302449
22	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	5.0000	-1.100	3.700	3.4642	4.5500	0.0262	18.44	16.48	18.93	12.17	19.54	12.78	6.7602658	4.800	1.9600193
23	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	12.8000	3.700	3.700	1.9102	2.5089	0.0280	15.96	14.33	12.07	10.44	12.26	10.63	1.6321277	0.000	1.6320682
33	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.300	0.000	0.6354	0.2186	0.0373	11.75	11.69	11.43	11.67	11.45	11.69	-0.2397473	-0.300	0.0602615
36	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.300	0.3136	0.1079	0.0455	11.62	11.61	11.61	11.30	11.62	11.31	0.3109137	0.300	0.0109023
37	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6354	0.2186	0.0373	11.67	11.63	11.65	11.61	11.67	11.63	0.0367274	0.000	0.0367261
61	Supervisores - urinario 3	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.5504	0.1079	0.0419	11.04	11.04	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0004092	0.000	0.0004092
62	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.300	1.100	0.5504	0.1079	0.0420	11.60	11.55	11.29	10.43	11.30	10.45	0.8583207	0.800	0.0582894
63	Supervisores - urinario 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.5648	0.1107	0.0416	11.04	11.04	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0004278	0.000	0.0004278
64	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.5648	0.1107	0.0417	11.63	11.57	11.62	10.46	11.63	10.47	1.1610851	1.100	0.0610427
71	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.300	0.5272	0.1033	0.0425	11.95	11.93	11.94	11.61	11.95	11.63	0.3234936	0.300	0.0234818
72	Supervisores - inodoro 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.300	0.300	0.5272	0.1033	0.0424	9.09	9.09	8.78	8.78	8.79	8.79	0.0003801	0.000	0.0003801
73	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.300	0.5259	0.1031	0.0425	11.94	11.91	11.62	11.60	11.64	11.61	0.0233744	0.000	0.0233735
74	Supervisores - inodoro 3	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.300	0.300	0.5259	0.1031	0.0424	9.09	9.09	8.78	8.78	8.79	8.79	0.0003789	0.000	0.0003789
75	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.300	0.900	0.5774	0.1132	0.0414	12.10	12.05	11.78	11.13	11.80	11.15	0.6545889	0.600	0.0545650
76	Supervisores - lavamanos 5	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.5774	0.1132	0.0413	10.74	10.74	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004442	0.000	0.0004442
77	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.5807	0.1138	0.0414	12.12	12.06	12.10	11.14	12.12	11.16	0.9551638	0.900	0.0551291
78	Supervisores - lavamanos 4	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.5807	0.1138	0.0412	10.74	10.74	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004486	0.000	0.0004485
85	Supervisores - ducha 3 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3945	0.0773	0.0456	12.40	12.40	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0034357	0.000	0.0034356
86	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3945	0.0773	0.0456	12.70	12.66	12.69	11.56	12.70	11.56	1.1324834	1.100	0.0324421
87	Supervisores - ducha 3	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5903	0.1157	0.0412	12.39	12.35	11.27	10.33	11.29	10.35	0.9417148	0.900	0.0416805
88	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1958	0.0384	0.0376	12.48	12.47	12.48	11.37	12.48	11.37	1.1097179	1.100	0.0096775
89	Supervisores - ducha 3 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1958	0.0384	0.0376	12.41	12.41	11.31	11.31	11.31	11.31	0.0007001	0.000	0.0007001
90	Supervisores - ducha 2 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.4127	0.0809	0.0456	12.40	12.40	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0037622	0.000	0.0037621
91	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.4127	0.0809	0.0456	12.72	12.69	12.72	11.58	12.72	11.59	1.1350127	1.100	0.0349714
92	Supervisores - ducha 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5892	0.1155	0.0412	12.39	12.35	11.27	10.33	11.29	10.35	0.9415735	0.900	0.0415392
93	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1764	0.0346	0.0417	12.47	12.46	12.47	11.36	12.47	11.36	1.1087594	1.100	0.0087190
94	Supervisores - ducha 2 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1764	0.0346	0.0417	12.41	12.41	11.31	11.31	11.31	11.31	0.0006312	0.000	0.0006312
95	Supervisores - ducha 1 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2938	0.0576	0.0373	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0015579	0.000	0.0015579
96	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2938	0.0576	0.0373	12.76	12.74	12.76	11.64	12.76	11.64	1.1192310	1.100	0.0191902
97	Supervisores - ducha 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5775	0.1132	0.0414	12.39	12.35	11.27	10.33	11.29	10.35	0.9401640	0.900	0.0401298

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
98	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2836	0.0556	0.0364	12.47	12.45	12.46	11.34	12.47	11.35	1.1178900	1.100	0.0178492
99	Supervisores - ducha 1 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2836	0.0556	0.0364	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0014193	0.000	0.0014193
100	Supervisores - ducha 4 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2073	0.0406	0.0355	12.40	12.40	11.30	11.29	11.30	11.30	0.0009265	0.000	0.0009265
101	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2073	0.0406	0.0355	12.41	12.40	12.41	11.30	12.41	11.30	1.1102842	1.100	0.0102437
102	Supervisores - ducha 4	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5460	0.1070	0.0421	12.38	12.34	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9364678	0.900	0.0364337
103	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3388	0.0664	0.0410	12.61	12.59	12.61	11.48	12.61	11.49	1.1252848	1.100	0.0252437
104	Supervisores - ducha 4 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3388	0.0664	0.0410	12.40	12.39	11.29	11.29	11.30	11.29	0.0020872	0.000	0.0020871
105	Supervisores - ducha 5 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1107	0.0217	0.0665	12.41	12.41	11.31	11.31	11.31	11.31	0.0003025	0.000	0.0003024
106	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1107	0.0217	0.0665	12.42	12.41	12.42	11.31	12.42	11.32	1.1055111	1.100	0.0054708
107	Supervisores - ducha 5	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5441	0.1067	0.0421	12.38	12.34	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9362925	0.900	0.0362585
108	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.4333	0.0849	0.0450	12.54	12.50	12.53	11.39	12.54	11.40	1.1381586	1.100	0.0381172
109	Supervisores - ducha 5 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.4333	0.0849	0.0450	12.39	12.39	11.29	11.28	11.29	11.29	0.0041324	0.000	0.0041322
110	Supervisores - ducha 6 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2285	0.0448	0.0322	12.39	12.39	11.29	11.29	11.29	11.29	0.0008439	0.000	0.0008438
111	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2285	0.0448	0.0322	12.43	12.42	12.43	11.32	12.43	11.32	1.1113332	1.100	0.0112927
112	Supervisores - ducha 6	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5298	0.1039	0.0425	12.38	12.34	11.26	10.33	11.28	10.34	0.9346371	0.900	0.0346031
113	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3013	0.0591	0.0379	12.46	12.44	12.46	11.34	12.46	11.34	1.1202190	1.100	0.0201781
114	Supervisores - ducha 6 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3013	0.0591	0.0379	12.39	12.39	11.29	11.29	11.29	11.29	0.0016484	0.000	0.0016484
115	Supervisores - ducha 7 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1410	0.0276	0.0522	12.41	12.41	11.31	11.31	11.31	11.31	0.0005440	0.000	0.0005440
116	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1410	0.0276	0.0522	12.45	12.44	12.45	11.34	12.45	11.34	1.1070065	1.100	0.0069661
117	Supervisores - ducha 7	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5657	0.1109	0.0417	12.38	12.35	11.27	10.33	11.29	10.35	0.9387683	0.900	0.0387340
118	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.4248	0.0833	0.0452	12.45	12.41	12.44	11.30	12.45	11.31	1.1368351	1.100	0.0367936
119	Supervisores - ducha 7 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.4248	0.0833	0.0452	12.40	12.39	11.29	11.29	11.30	11.29	0.0039510	0.000	0.0039508
120	Supervisores - ducha 8 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1990	0.0390	0.0370	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0007355	0.000	0.0007355
121	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1990	0.0390	0.0370	12.48	12.47	12.48	11.37	12.48	11.37	1.1098742	1.100	0.0098337
122	Supervisores - ducha 8	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5622	0.1102	0.0417	12.38	12.35	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9383597	0.900	0.0383255
123	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3632	0.0712	0.0430	12.43	12.40	12.42	11.29	12.43	11.30	1.1285484	1.100	0.0285072
124	Supervisores - ducha 8 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3632	0.0712	0.0430	12.40	12.40	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0027375	0.000	0.0027374
131	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.5440	0.1066	0.0421	11.95	11.90	11.93	10.98	11.95	11.00	0.9490779	0.900	0.0490434
132	Tecnicos - lavamanos 7	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.5440	0.1066	0.0420	10.74	10.73	9.82	9.82	9.84	9.84	0.0004010	0.000	0.0004010
133	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.5408	0.1060	0.0422	11.93	11.88	11.92	10.97	11.93	10.98	0.9485700	0.900	0.0485354
134	Tecnicos - lavamanos 6	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.5408	0.1060	0.0421	10.73	10.73	9.82	9.82	9.84	9.83	0.0003971	0.000	0.0003971

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
141	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.5309	0.1041	0.0424	11.89	11.84	11.87	10.93	11.89	10.94	0.9469880	0.900	0.0469535
142	Tecnicos - lavamanos 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.5309	0.1041	0.0423	10.73	10.73	9.82	9.82	9.83	9.83	0.0003847	0.000	0.0003846
143	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.900	0.5277	0.1035	0.0425	11.87	11.83	11.86	10.91	11.87	10.93	0.9464842	0.900	0.0464497
144	Tecnicos - lavamanos 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.900	0.900	0.5277	0.1035	0.0424	10.73	10.73	9.82	9.82	9.83	9.83	0.0003815	0.000	0.0003815
151	Tecnicos - urinario 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.5597	0.1097	0.0417	11.04	11.04	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0004211	0.000	0.0004211
152	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.5597	0.1097	0.0418	12.33	12.27	12.31	11.15	12.33	11.17	1.1601095	1.100	0.0600672
153	Tecnicos - urinario 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	1.100	1.100	0.5565	0.1091	0.0417	11.04	11.04	9.92	9.92	9.94	9.94	0.0004170	0.000	0.0004170
154	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.5565	0.1091	0.0419	12.31	12.25	12.30	11.14	12.31	11.15	1.1594976	1.100	0.0594554
155	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.300	0.5486	0.1075	0.0420	12.19	12.16	12.17	11.85	12.19	11.86	0.3253035	0.300	0.0252917
156	Tecnicos - inodoro 1	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.300	0.300	0.5486	0.1075	0.0419	9.10	9.10	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0004070	0.000	0.0004070
157	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.300	0.5499	0.1078	0.0420	12.20	12.18	12.19	11.86	12.20	11.88	0.3254133	0.300	0.0254015
158	Tecnicos - inodoro 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.0100	0.300	0.300	0.5499	0.1078	0.0419	9.10	9.10	8.78	8.78	8.80	8.80	0.0004086	0.000	0.0004086
175	Tecnicos - ducha 2 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3011	0.0590	0.0379	12.40	12.39	11.29	11.29	11.30	11.29	0.0016612	0.000	0.0016611
176	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3011	0.0590	0.0379	12.57	12.55	12.56	11.44	12.57	11.45	1.1201877	1.100	0.0201469
177	Tecnicos - ducha 2	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5433	0.1065	0.0422	12.38	12.34	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9361763	0.900	0.0361422
178	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2423	0.0475	0.0330	12.51	12.49	12.50	11.39	12.51	11.39	1.1127950	1.100	0.0127545
179	Tecnicos - ducha 2 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2423	0.0475	0.0330	12.40	12.39	11.29	11.29	11.30	11.29	0.0009393	0.000	0.0009392
180	Tecnicos - ducha 3 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.4348	0.0852	0.0449	12.40	12.40	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0041126	0.000	0.0041124
181	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.4348	0.0852	0.0449	12.54	12.51	12.54	11.40	12.55	11.41	1.1383883	1.100	0.0383467
182	Tecnicos - ducha 3	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5743	0.1126	0.0415	12.39	12.35	11.27	10.33	11.29	10.35	0.9397839	0.900	0.0397497
183	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1395	0.0273	0.0528	12.49	12.49	12.49	11.39	12.49	11.39	1.1069338	1.100	0.0068934
184	Tecnicos - ducha 3 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1395	0.0273	0.0528	12.41	12.41	11.31	11.31	11.31	11.31	0.0005081	0.000	0.0005081
190	Tecnicos - ducha 5 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.4091	0.0802	0.0457	12.40	12.39	11.29	11.28	11.30	11.29	0.0037051	0.000	0.0037050
191	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.4091	0.0802	0.0457	12.52	12.49	12.52	11.38	12.52	11.39	1.1344619	1.100	0.0344205
192	Tecnicos - ducha 5	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5543	0.1087	0.0419	12.38	12.35	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9374365	0.900	0.0374024
193	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1452	0.0285	0.0507	12.49	12.49	12.49	11.39	12.49	11.39	1.1072181	1.100	0.0071777
194	Tecnicos - ducha 5 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1452	0.0285	0.0507	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0005175	0.000	0.0005175
195	Tecnicos - ducha 6 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3417	0.0670	0.0412	12.40	12.39	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0023310	0.000	0.0023309
196	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3417	0.0670	0.0412	12.49	12.46	12.48	11.36	12.49	11.36	1.1256800	1.100	0.0256390
197	Tecnicos - ducha 6	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5513	0.1081	0.0420	12.38	12.35	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9370936	0.900	0.0370595
198	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2096	0.0411	0.0351	12.48	12.47	12.48	11.37	12.48	11.37	1.1103989	1.100	0.0103583

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
199	Tecnicos - ducha 6 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2096	0.0411	0.0351	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0007469	0.000	0.0007469
200	Tecnicos - ducha 7 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3822	0.0749	0.0446	12.40	12.40	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0031533	0.000	0.0031532
201	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3822	0.0749	0.0446	12.46	12.43	12.46	11.33	12.47	11.33	1.1309788	1.100	0.0309376
202	Tecnicos - ducha 7	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5681	0.1114	0.0416	12.39	12.35	11.27	10.33	11.29	10.35	0.9390556	0.900	0.0390214
203	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1859	0.0364	0.0396	12.47	12.46	12.47	11.36	12.47	11.36	1.1092292	1.100	0.0091888
204	Tecnicos - ducha 7 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1859	0.0364	0.0396	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0006621	0.000	0.0006621
205	Tecnicos - ducha 8 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3679	0.0721	0.0434	12.40	12.40	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0028435	0.000	0.0028434
206	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3679	0.0721	0.0434	12.66	12.63	12.65	11.52	12.66	11.53	1.1291499	1.100	0.0291087
207	Tecnicos - ducha 8	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5659	0.1109	0.0417	12.38	12.35	11.27	10.33	11.29	10.35	0.9387915	0.900	0.0387573
208	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1980	0.0388	0.0372	12.43	12.42	12.43	11.32	12.43	11.32	1.1098267	1.100	0.0097862
209	Tecnicos - ducha 8 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1980	0.0388	0.0372	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0006938	0.000	0.0006937
210	Tecnicos - ducha 9 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3846	0.0754	0.0448	12.39	12.39	11.28	11.28	11.29	11.29	0.0032074	0.000	0.0032073
211	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3846	0.0754	0.0448	12.67	12.64	12.66	11.53	12.67	11.54	1.1312813	1.100	0.0312401
212	Tecnicos - ducha 9	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5325	0.1044	0.0424	12.38	12.34	11.26	10.33	11.28	10.34	0.9349431	0.900	0.0349091
213	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1479	0.0290	0.0498	12.44	12.44	12.44	11.33	12.44	11.34	1.1073475	1.100	0.0073071
214	Tecnicos - ducha 9 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1479	0.0290	0.0498	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0005157	0.000	0.0005157
215	Tecnicos - ducha 10 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.4034	0.0791	0.0459	12.40	12.39	11.29	11.28	11.30	11.29	0.0036195	0.000	0.0036194
216	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.4034	0.0791	0.0459	12.70	12.67	12.70	11.56	12.70	11.57	1.1336314	1.100	0.0335901
217	Tecnicos - ducha 10	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5610	0.1100	0.0418	12.38	12.35	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9382184	0.900	0.0381842
218	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1575	0.0309	0.0467	12.45	12.45	12.45	11.35	12.45	11.35	1.1078263	1.100	0.0077858
219	Tecnicos - ducha 10 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1575	0.0309	0.0467	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0005439	0.000	0.0005439
225	Tecnicos - ducha 25 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2258	0.0443	0.0326	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0008996	0.000	0.0008996
226	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2258	0.0443	0.0326	12.42	12.41	12.42	11.31	12.42	11.31	1.1111989	1.100	0.0111584
227	Tecnicos - ducha 25	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5614	0.1101	0.0418	12.38	12.35	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9382564	0.900	0.0382222
228	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3357	0.0658	0.0407	12.45	12.43	12.45	11.32	12.45	11.33	1.1248606	1.100	0.0248196
229	Tecnicos - ducha 25 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3357	0.0658	0.0407	12.40	12.40	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0022024	0.000	0.0022023
230	Tecnicos - ducha 24 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2297	0.0450	0.0320	12.41	12.40	11.30	11.30	11.31	11.30	0.0008848	0.000	0.0008848
231	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2297	0.0450	0.0320	12.43	12.42	12.43	11.32	12.43	11.32	1.1113914	1.100	0.0113509
232	Tecnicos - ducha 24	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5898	0.1156	0.0412	12.39	12.35	11.27	10.33	11.29	10.35	0.9416373	0.900	0.0416031
233	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3601	0.0706	0.0427	12.46	12.44	12.46	11.33	12.46	11.34	1.1281384	1.100	0.0280973
234	Tecnicos - ducha 24 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3601	0.0706	0.0427	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0026767	0.000	0.0026766

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
235	Tecnicos - ducha 23 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2339	0.0458	0.0323	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0008490	0.000	0.0008489
236	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2339	0.0458	0.0323	12.44	12.43	12.44	11.33	12.44	11.33	1.1118352	1.100	0.0117947
237	Tecnicos - ducha 23	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5595	0.1097	0.0418	12.38	12.35	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9380390	0.900	0.0380049
238	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3257	0.0638	0.0399	12.48	12.46	12.48	11.35	12.48	11.36	1.1235041	1.100	0.0234632
239	Tecnicos - ducha 23 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3257	0.0638	0.0399	12.40	12.40	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0020564	0.000	0.0020563
240	Tecnicos - ducha 22 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2193	0.0430	0.0336	12.39	12.39	11.29	11.29	11.29	11.29	0.0008130	0.000	0.0008130
241	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2193	0.0430	0.0336	12.48	12.47	12.48	11.37	12.48	11.37	1.1108774	1.100	0.0108368
242	Tecnicos - ducha 22	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5179	0.1015	0.0427	12.38	12.34	11.26	10.33	11.28	10.34	0.9333180	0.900	0.0332840
243	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2987	0.0586	0.0377	12.56	12.54	12.56	11.44	12.56	11.44	1.1198708	1.100	0.0198300
244	Tecnicos - ducha 22 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2987	0.0586	0.0377	12.39	12.39	11.29	11.28	11.29	11.29	0.0016224	0.000	0.0016224
245	Tecnicos - ducha 21 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2728	0.0535	0.0355	12.39	12.39	11.29	11.29	11.29	11.29	0.0013884	0.000	0.0013883
246	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2728	0.0535	0.0355	12.41	12.40	12.41	11.29	12.41	11.30	1.1165058	1.100	0.0164651
247	Tecnicos - ducha 21	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5202	0.1020	0.0427	12.38	12.34	11.26	10.33	11.28	10.34	0.9335822	0.900	0.0335483
248	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2474	0.0485	0.0334	12.40	12.39	12.40	11.29	12.40	11.29	1.1133895	1.100	0.0133488
249	Tecnicos - ducha 21 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2474	0.0485	0.0334	12.39	12.39	11.29	11.29	11.29	11.29	0.0007973	0.000	0.0007973
250	Tecnicos - ducha 20 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1375	0.0270	0.0535	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0001424	0.000	0.0001424
251	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1375	0.0270	0.0535	12.41	12.41	12.41	11.31	12.42	11.31	1.1068356	1.100	0.0067952
252	Tecnicos - ducha 20	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5245	0.1028	0.0426	12.38	12.34	11.26	10.33	11.28	10.34	0.9340630	0.900	0.0340289
253	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3870	0.0759	0.0450	12.42	12.39	12.42	11.29	12.42	11.29	1.1315723	1.100	0.0315310
254	Tecnicos - ducha 20 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3870	0.0759	0.0450	12.39	12.39	11.28	11.28	11.29	11.29	0.0033726	0.000	0.0033725
255	Tecnicos - ducha 19 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1914	0.0375	0.0385	12.40	12.40	11.30	11.29	11.30	11.30	0.0007869	0.000	0.0007869
256	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1914	0.0375	0.0385	12.43	12.42	12.43	11.32	12.43	11.32	1.1095007	1.100	0.0094603
257	Tecnicos - ducha 19	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5418	0.1062	0.0422	12.38	12.34	11.27	10.33	11.28	10.34	0.9359964	0.900	0.0359623
258	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3504	0.0687	0.0419	12.45	12.42	12.45	11.32	12.45	11.32	1.1268414	1.100	0.0268003
259	Tecnicos - ducha 19 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3504	0.0687	0.0419	12.39	12.39	11.29	11.29	11.30	11.29	0.0024715	0.000	0.0024714
260	Tecnicos - ducha 18 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1278	0.0251	0.0576	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0003190	0.000	0.0003189
261	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1278	0.0251	0.0576	12.43	12.43	12.43	11.33	12.43	11.33	1.1063569	1.100	0.0063166
262	Tecnicos - ducha 18	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5217	0.1023	0.0426	12.38	12.34	11.26	10.33	11.28	10.34	0.9337631	0.900	0.0337291
263	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3939	0.0772	0.0455	12.51	12.48	12.50	11.37	12.51	11.38	1.1324080	1.100	0.0323667
264	Tecnicos - ducha 18 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3939	0.0772	0.0455	12.39	12.39	11.28	11.28	11.29	11.29	0.0034621	0.000	0.0034620
270	Tecnicos - ducha 16 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.2114	0.0414	0.0348	12.40	12.40	11.30	11.29	11.30	11.30	0.0011408	0.000	0.0011407

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
271	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.2114	0.0414	0.0348	12.41	12.40	12.41	11.30	12.41	11.30	1.1104874	1.100	0.0104469
272	Tecnicos - ducha 16	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5463	0.1071	0.0421	12.38	12.34	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9364987	0.900	0.0364646
273	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3349	0.0657	0.0407	12.42	12.40	12.42	11.29	12.42	11.30	1.1247627	1.100	0.0247217
274	Tecnicos - ducha 16 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3349	0.0657	0.0407	12.40	12.39	11.29	11.29	11.30	11.29	0.0020139	0.000	0.0020138
275	Tecnicos - ducha 15 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1267	0.0248	0.0581	12.41	12.41	11.31	11.31	11.31	11.31	0.0003083	0.000	0.0003083
276	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1267	0.0248	0.0581	12.42	12.42	12.42	11.31	12.42	11.32	1.1063029	1.100	0.0062626
277	Tecnicos - ducha 15	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5512	0.1081	0.0420	12.38	12.35	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9371036	0.900	0.0370695
278	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.4244	0.0832	0.0453	12.44	12.40	12.43	11.29	12.44	11.30	1.1367757	1.100	0.0367343
279	Tecnicos - ducha 15 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.4244	0.0832	0.0453	12.40	12.39	11.29	11.28	11.30	11.29	0.0040051	0.000	0.0040050
280	Tecnicos - ducha 14 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1925	0.0377	0.0382	12.40	12.40	11.30	11.30	11.30	11.30	0.0006325	0.000	0.0006325
281	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1925	0.0377	0.0382	12.43	12.42	12.43	11.32	12.43	11.32	1.1095527	1.100	0.0095122
282	Tecnicos - ducha 14	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5713	0.1120	0.0416	12.39	12.35	11.27	10.33	11.29	10.35	0.9394263	0.900	0.0393921
283	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.3788	0.0743	0.0443	12.46	12.43	12.46	11.33	12.47	11.33	1.1305549	1.100	0.0305136
284	Tecnicos - ducha 14 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.3788	0.0743	0.0443	12.40	12.40	11.29	11.29	11.30	11.30	0.0031853	0.000	0.0031852
285	Tecnicos - ducha 13 - ag caliente	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.1436	0.0281	0.0513	12.41	12.41	11.31	11.31	11.31	11.31	0.0004756	0.000	0.0004756
286	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.1436	0.0281	0.0513	12.45	12.44	12.45	11.34	12.45	11.34	1.1071353	1.100	0.0070949
287	Tecnicos - ducha 13	1/2 inch	PVC - ASTM	0.9000	1.100	2.000	0.5640	0.1106	0.0417	12.38	12.35	11.27	10.33	11.28	10.35	0.9385727	0.900	0.0385385
288	Pipe	1/2 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	1.100	0.4204	0.0824	0.0454	12.53	12.50	12.52	11.39	12.53	11.40	1.1361744	1.100	0.0361329
289	Tecnicos - ducha 13 - ag fria	1/2 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.100	1.100	0.4204	0.0824	0.0454	12.40	12.39	11.29	11.29	11.30	11.29	0.0038854	0.000	0.0038853
295	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	5.0000	3.700	3.700	0.5769	0.7578	0.0343	13.25	13.18	9.53	9.46	9.55	9.48	0.0712282	0.000	0.0712256
296	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	5.0000	3.700	3.700	0.3558	0.4674	0.0364	12.80	12.77	9.09	9.07	9.10	9.07	0.0287682	0.000	0.0287672
301	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6456	0.2221	0.0372	13.05	13.05	12.73	12.72	12.75	12.75	0.0075494	0.000	0.0075491
302	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6456	0.2221	0.0372	12.71	12.70	12.38	12.38	12.41	12.40	0.0075494	0.000	0.0075491
303	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.8000	3.700	0.300	0.6456	0.2221	0.0372	13.24	13.07	9.52	12.75	9.54	12.77	-3.2248095	-3.400	0.1753082
304	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.000	0.6456	0.2221	0.0372	12.68	12.67	12.36	12.65	12.38	12.67	-0.2886868	-0.300	0.0113237
305	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.3081	0.1060	0.0457	12.71	12.71	12.31	12.31	12.31	12.31	0.0021159	0.000	0.0021158
306	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.3081	0.1060	0.0457	12.54	12.53	12.13	12.13	12.14	12.14	0.0021159	0.000	0.0021158
307	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.8000	3.700	0.400	0.3081	0.1060	0.0457	12.76	12.72	9.06	12.31	9.06	12.32	-3.2526574	-3.300	0.0474613
308	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4000	0.400	0.000	0.3081	0.1060	0.0457	12.53	12.53	12.13	12.52	12.13	12.53	-0.3957828	-0.400	0.0042316
309	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.000	0.000	0.6456	0.2221	0.0372	12.66	12.64	12.63	12.62	12.66	12.64	0.0188736	0.000	0.0188729
310	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.000	0.000	0.3081	0.1060	0.0457	12.52	12.52	12.52	12.51	12.52	12.52	0.0052897	0.000	0.0052895

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
311	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.2868	0.0987	0.0444	12.52	12.52	12.12	12.12	12.13	12.12	0.0017785	0.000	0.0017784
312	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.2868	0.0987	0.0444	12.68	12.68	12.27	12.27	12.28	12.28	0.0017785	0.000	0.0017784
313	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4000	0.400	0.000	0.2868	0.0987	0.0444	12.52	12.52	12.12	12.51	12.12	12.52	-0.3964577	-0.400	0.0035568
314	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.7000	3.700	0.400	0.2868	0.0987	0.0444	12.71	12.68	9.01	12.28	9.01	12.28	-3.2672187	-3.300	0.0329003
315	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6586	0.2266	0.0370	12.99	12.99	12.67	12.66	12.69	12.69	0.0078159	0.000	0.0078156
316	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6586	0.2266	0.0370	13.35	13.35	13.03	13.03	13.06	13.05	0.0078159	0.000	0.0078156
317	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.000	0.6586	0.2266	0.0370	12.97	12.96	12.65	12.94	12.67	12.96	-0.2882871	-0.300	0.0117235
318	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.7000	3.700	0.300	0.6586	0.2266	0.0370	13.52	13.37	9.79	13.05	9.82	13.07	-3.2555296	-3.400	0.1445894
321	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.2500	0.000	0.000	0.6586	0.2266	0.0370	12.94	12.81	12.92	12.79	12.94	12.81	0.1270088	0.000	0.1270042
322	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.3500	0.000	0.000	0.2868	0.0987	0.0444	12.51	12.48	12.51	12.48	12.51	12.48	0.0297892	0.000	0.0297881
323	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.3841	0.1322	0.0429	12.51	12.51	12.11	12.10	12.11	12.11	0.0030852	0.000	0.0030851
324	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.3841	0.1322	0.0429	12.64	12.63	12.23	12.23	12.24	12.23	0.0030852	0.000	0.0030851
325	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4000	0.400	0.000	0.3841	0.1322	0.0429	12.50	12.50	12.10	12.49	12.10	12.50	-0.3938441	-0.400	0.0061702
326	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.7000	3.700	0.400	0.3841	0.1322	0.0429	12.70	12.64	8.99	12.23	9.00	12.24	-3.2430439	-3.300	0.0570746
327	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.8881	0.3055	0.0342	12.88	12.87	12.54	12.53	12.58	12.57	0.0131408	0.000	0.0131403
328	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.8881	0.3055	0.0342	13.20	13.18	12.86	12.84	12.90	12.89	0.0131408	0.000	0.0131403
329	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.000	0.8881	0.3055	0.0342	12.84	12.82	12.50	12.78	12.54	12.82	-0.2802997	-0.300	0.0197105
330	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.7000	3.700	0.300	0.8881	0.3055	0.0342	13.47	13.23	9.73	12.89	9.77	12.93	-3.1570191	-3.400	0.2430961
331	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4000	0.000	0.000	0.8881	0.3055	0.0342	12.79	12.76	12.75	12.73	12.79	12.77	0.0262816	0.000	0.0262807
332	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4000	0.000	0.000	0.3841	0.1322	0.0429	12.49	12.49	12.49	12.48	12.49	12.49	0.0061704	0.000	0.0061702
333	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.4157	0.1430	0.0420	12.54	12.54	12.13	12.13	12.14	12.14	0.0035337	0.000	0.0035336
334	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.7000	3.700	0.400	0.4157	0.1430	0.0420	12.68	12.61	8.97	12.20	8.98	12.21	-3.2281366	-3.300	0.0719811
335	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.5000	0.400	0.000	0.4157	0.1430	0.0420	12.53	12.49	12.12	12.48	12.13	12.49	-0.3602921	-0.400	0.0397211
337	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.7855	0.2703	0.0353	12.81	12.80	12.48	12.47	12.51	12.50	0.0106129	0.000	0.0106126
338	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.7000	3.700	0.300	0.7855	0.2703	0.0353	13.14	12.92	9.40	12.58	9.44	12.62	-3.1801872	-3.400	0.2199287
339	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.5000	0.300	0.000	0.7855	0.2703	0.0353	12.78	12.60	12.45	12.57	12.48	12.60	-0.1201547	-0.300	0.1798497
343	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	5.0000	3.700	3.700	0.9488	0.5291	0.0350	13.44	13.14	9.70	9.40	9.75	9.44	0.3016225	0.000	0.3016115
344	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	5.0000	3.700	3.700	0.2341	0.1305	0.0456	12.71	12.68	9.00	8.98	9.01	8.98	0.0238999	0.000	0.0238990
345	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.5177	0.1781	0.0395	12.56	12.55	12.15	12.14	12.16	12.15	0.0051544	0.000	0.0051542
346	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.7000	3.700	0.400	0.5177	0.1781	0.0395	12.71	12.60	9.00	12.19	9.01	12.20	-3.1945148	-3.300	0.1056016
347	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.5000	0.400	0.000	0.5177	0.1781	0.0395	12.54	12.48	12.13	12.47	12.14	12.49	-0.3406554	-0.400	0.0593570

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
348	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.7522	0.2588	0.0357	12.76	12.75	12.44	12.43	12.46	12.45	0.0098428	0.000	0.0098425
349	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.7000	3.700	0.300	0.7522	0.2588	0.0357	13.01	12.80	9.28	12.48	9.31	12.50	-3.1963933	-3.400	0.2037234
350	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.5000	0.300	0.000	0.7522	0.2588	0.0357	12.73	12.57	12.40	12.54	12.43	12.57	-0.1337041	-0.300	0.1663008
351	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.4193	0.1443	0.0419	12.72	12.71	12.41	12.41	12.42	12.42	0.0035854	0.000	0.0035853
352	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.4193	0.1443	0.0419	13.04	13.04	12.74	12.73	12.75	12.74	0.0035854	0.000	0.0035853
353	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.3500	0.300	0.000	0.4193	0.1443	0.0419	12.71	12.65	12.40	12.64	12.41	12.65	-0.2399553	-0.300	0.0600535
354	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.5000	3.700	0.300	0.4193	0.1443	0.0419	13.11	13.05	9.41	12.74	9.41	12.75	-3.3373793	-3.400	0.0627424
355	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.2175	0.0748	0.0368	12.78	12.78	12.38	12.38	12.38	12.38	0.0008484	0.000	0.0008484
356	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.2175	0.0748	0.0368	12.54	12.54	12.13	12.13	12.14	12.14	0.0008484	0.000	0.0008484
357	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.5000	3.700	0.400	0.2175	0.0748	0.0368	12.80	12.78	9.10	12.38	9.10	12.38	-3.2852734	-3.300	0.0148465
358	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4000	0.400	0.000	0.2175	0.0748	0.0368	12.53	12.53	12.13	12.53	12.13	12.53	-0.3983178	-0.400	0.0016967
359	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.8000	3.700	3.700	0.4193	0.1443	0.0419	13.15	13.12	9.44	9.41	9.45	9.42	0.0322687	0.000	0.0322675
361	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	23.0000	3.700	3.700	1.5540	2.0411	0.0288	15.59	13.60	11.77	9.77	11.89	9.90	1.9971621	0.000	1.9970894
362	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.9000	3.700	3.700	0.7787	0.4342	0.0363	13.15	13.11	9.42	9.38	9.45	9.41	0.0379543	0.000	0.0379529
363	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6361	0.2188	0.0373	12.57	12.56	12.25	12.24	12.27	12.26	0.0073575	0.000	0.0073572
364	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6361	0.2188	0.0373	12.91	12.90	12.59	12.58	12.61	12.60	0.0073575	0.000	0.0073572
365	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.7000	0.300	0.000	0.6361	0.2188	0.0373	12.55	12.51	12.23	12.49	12.25	12.51	-0.2587888	-0.300	0.0412206
366	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	4.5000	3.700	0.300	0.6361	0.2188	0.0373	13.10	12.92	9.38	12.60	9.41	12.62	-3.2191097	-3.400	0.1810078
367	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	4.2000	3.700	3.700	0.6259	0.2153	0.0375	13.08	12.93	9.36	9.21	9.38	9.23	0.1502679	0.000	0.1502624
368	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.5000	3.700	0.300	0.6259	0.2153	0.0375	12.92	12.78	9.20	12.46	9.22	12.48	-3.2599191	-3.400	0.1401999
369	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6259	0.2153	0.0375	12.46	12.45	12.14	12.13	12.16	12.15	0.0071556	0.000	0.0071554
370	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.000	0.6259	0.2153	0.0375	12.43	12.42	12.11	12.40	12.13	12.42	-0.2892775	-0.300	0.0107330
372	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6182	0.2127	0.0376	12.23	12.22	11.91	11.91	11.93	11.93	0.0070026	0.000	0.0070023
373	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6182	0.2127	0.0376	12.94	12.93	12.62	12.61	12.64	12.63	0.0070026	0.000	0.0070023
374	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.8000	0.300	0.000	0.6182	0.2127	0.0376	12.21	12.12	11.89	12.10	11.91	12.12	-0.2077630	-0.300	0.0922446
375	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.4000	3.700	0.300	0.6182	0.2127	0.0376	13.07	12.95	9.35	12.64	9.37	12.65	-3.2810800	-3.400	0.1190398
376	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	5.0000	3.700	3.700	0.1365	0.1793	0.0430	13.17	13.16	9.47	9.46	9.47	9.46	0.0050009	0.000	0.0050007
377	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	3.5000	3.700	3.700	0.6096	0.8007	0.0339	13.24	13.18	9.52	9.46	9.54	9.48	0.0550516	0.000	0.0550496
378	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.8000	3.700	3.700	0.7536	0.4202	0.0366	13.15	13.08	9.42	9.35	9.45	9.38	0.0715612	0.000	0.0715586
379	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.0000	3.700	3.700	0.6032	0.2075	0.0379	13.05	12.98	9.33	9.27	9.35	9.28	0.0671276	0.000	0.0671252
380	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6032	0.2075	0.0379	12.17	12.16	11.85	11.84	11.87	11.86	0.0067128	0.000	0.0067125

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
381	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6032	0.2075	0.0379	12.84	12.84	12.52	12.52	12.54	12.54	0.0067128	0.000	0.0067125
382	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.0000	0.300	0.000	0.6032	0.2075	0.0379	12.15	12.05	11.83	12.03	11.85	12.05	-0.2050519	-0.300	0.0949556
383	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.4000	3.700	0.300	0.6032	0.2075	0.0379	12.97	12.86	9.25	12.54	9.27	12.56	-3.2860070	-3.400	0.1141128
384	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	8.7000	3.700	3.700	0.5580	0.7328	0.0324	12.92	12.81	9.21	9.10	9.22	9.12	0.1093679	0.000	0.1093639
385	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6599	0.2270	0.0370	12.40	12.40	12.08	12.07	12.11	12.10	0.0078411	0.000	0.0078408
386	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6599	0.2270	0.0370	13.21	13.20	12.89	12.88	12.91	12.90	0.0078411	0.000	0.0078408
387	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	4.0000	3.700	0.300	0.6599	0.2270	0.0370	13.40	13.23	9.68	12.91	9.70	12.93	-3.2266520	-3.400	0.1734656
388	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.300	0.6599	0.2270	0.0370	12.38	12.37	12.06	12.05	12.08	12.07	0.0117616	0.000	0.0117612
389	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	3.8000	3.700	3.700	0.7623	0.4251	0.0365	13.23	13.08	9.50	9.35	9.53	9.38	0.1542255	0.000	0.1542199
390	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.4000	3.700	3.700	0.7623	0.4251	0.0365	13.06	13.00	9.33	9.27	9.36	9.30	0.0568206	0.000	0.0568186
391	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6000	0.2064	0.0379	12.20	12.19	11.88	11.88	11.90	11.89	0.0066508	0.000	0.0066506
392	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6000	0.2064	0.0379	12.87	12.86	12.55	12.54	12.57	12.56	0.0066508	0.000	0.0066506
393	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.4000	3.700	0.300	0.6000	0.2064	0.0379	12.99	12.88	9.28	12.56	9.29	12.58	-3.2870603	-3.400	0.1130595
394	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.2000	0.000	0.000	0.6000	0.2064	0.0379	12.12	12.05	12.10	12.03	12.12	12.05	0.0674395	0.000	0.0674370
397	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.5051	0.1738	0.0397	12.53	12.53	12.12	12.12	12.13	12.13	0.0049396	0.000	0.0049394
398	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.400	0.400	0.5051	0.1738	0.0397	12.64	12.63	12.22	12.22	12.24	12.23	0.0049396	0.000	0.0049394
399	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.3000	3.700	0.400	0.5051	0.1738	0.0397	12.73	12.65	9.02	12.23	9.03	12.25	-3.2186172	-3.300	0.0815001
400	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.4000	0.400	0.000	0.5051	0.1738	0.0397	12.52	12.51	12.11	12.50	12.12	12.51	-0.3901354	-0.400	0.0098788
401	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	4.2000	3.700	3.700	0.6354	0.2186	0.0373	12.83	12.67	9.11	8.95	9.13	8.98	0.1542508	0.000	0.1542452
402	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.000	0.6000	0.2064	0.0379	12.18	12.17	11.86	12.15	11.88	12.17	-0.2900348	-0.300	0.0099758
403	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.2000	3.700	3.700	0.6354	0.2186	0.0373	12.92	12.84	9.20	9.12	9.22	9.14	0.0749542	0.000	0.0749515
404	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.7000	0.000	0.000	0.6000	0.2064	0.0379	12.16	12.13	12.14	12.12	12.16	12.13	0.0232778	0.000	0.0232770
405	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	3.700	3.700	0.6354	0.2186	0.0373	12.97	12.93	9.25	9.21	9.27	9.23	0.0367264	0.000	0.0367250
406	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.2000	3.000	3.000	0.2607	0.1454	0.0447	13.10	13.09	10.10	10.09	10.10	10.09	0.0069845	0.000	0.0069842
408	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.700	1.900	0.2815	0.1570	0.0438	13.11	13.11	11.41	11.21	11.42	11.21	0.2013344	0.200	0.0013269
409	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.900	1.900	0.2815	0.1570	0.0438	13.11	13.11	11.21	11.21	11.21	11.21	0.0009952	0.000	0.0009952
410	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.4000	1.900	3.000	0.2815	0.1570	0.0438	13.11	13.09	11.20	10.09	11.21	10.09	1.1123592	1.100	0.0123188
413	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.2000	1.900	1.700	0.2815	0.1570	0.0458	13.17	13.17	11.26	11.46	11.27	11.47	-0.1986191	-0.200	0.0013883
414	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.1500	1.900	1.900	0.2815	0.1570	0.0458	13.17	13.17	11.27	11.27	11.27	11.27	0.0010413	0.000	0.0010412
415	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.4000	3.000	1.900	0.2815	0.1570	0.0458	13.19	13.18	10.19	11.28	10.19	11.28	-1.0872911	-1.100	0.0127484
416	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.1500	1.900	1.900	0.2607	0.1454	0.0467	13.17	13.17	11.27	11.27	11.27	11.27	0.0009113	0.000	0.0009113

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
417	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.700	1.900	0.2607	0.1454	0.0447	13.12	13.12	11.42	11.22	11.42	11.22	0.2011715	0.200	0.0011640
418	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.900	1.900	0.2607	0.1454	0.0447	13.12	13.12	11.22	11.22	11.22	11.22	0.0008731	0.000	0.0008730
419	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.4000	1.900	3.000	0.2607	0.1454	0.0447	13.11	13.10	11.21	10.10	11.21	10.10	1.1107883	1.100	0.0107480
420	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.4000	3.000	1.900	0.2607	0.1454	0.0467	13.19	13.18	10.18	11.27	10.19	11.28	-1.0889342	-1.100	0.0111053
422	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.2000	1.900	1.700	0.2607	0.1454	0.0467	13.17	13.17	11.26	11.46	11.27	11.47	-0.1987923	-0.200	0.0012151
423	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.1500	1.900	1.900	0.3103	0.1730	0.0447	13.16	13.16	11.25	11.25	11.26	11.26	0.0012340	0.000	0.0012339
424	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.700	1.900	0.3103	0.1730	0.0426	13.09	13.09	11.38	11.18	11.39	11.19	0.2015751	0.200	0.0015676
425	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.900	1.900	0.3103	0.1730	0.0426	13.09	13.09	11.18	11.18	11.19	11.19	0.0011757	0.000	0.0011757
426	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.4000	1.900	3.000	0.3103	0.1730	0.0426	13.08	13.07	11.18	10.06	11.18	10.07	1.1146944	1.100	0.0146538
427	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.4000	3.000	1.900	0.3103	0.1730	0.0447	13.18	13.17	10.18	11.26	10.18	11.27	-1.0848419	-1.100	0.0151975
429	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.2000	1.900	1.700	0.3103	0.1730	0.0447	13.15	13.15	11.25	11.45	11.25	11.45	-0.1983621	-0.200	0.0016452
430	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.1500	1.900	1.900	0.3581	0.1997	0.0431	13.11	13.11	11.21	11.20	11.21	11.21	0.0015865	0.000	0.0015865
431	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.700	1.900	0.3581	0.1997	0.0409	13.02	13.02	11.31	11.11	11.32	11.12	0.2020129	0.200	0.0020054
432	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.900	1.900	0.3581	0.1997	0.0409	13.02	13.02	11.11	11.11	11.12	11.12	0.0015041	0.000	0.0015040
433	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.4000	1.900	3.000	0.3581	0.1997	0.0409	13.01	12.99	11.10	9.98	11.11	9.99	1.1189813	1.100	0.0189407
434	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.4000	3.000	1.900	0.3581	0.1997	0.0431	13.14	13.13	10.14	11.22	10.15	11.23	-1.0803288	-1.100	0.0197104
436	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.2000	1.900	1.700	0.3581	0.1997	0.0431	13.11	13.10	11.20	11.40	11.21	11.40	-0.1978921	-0.200	0.0021153
437	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.1500	1.900	1.900	0.3290	0.1834	0.0440	13.11	13.11	11.20	11.20	11.21	11.21	0.0013674	0.000	0.0013673
438	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.700	1.900	0.3290	0.1834	0.0418	13.03	13.03	11.33	11.12	11.33	11.13	0.2017411	0.200	0.0017336
439	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.900	1.900	0.3290	0.1834	0.0418	13.03	13.03	11.12	11.12	11.13	11.13	0.0013002	0.000	0.0013002
440	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.4000	1.900	3.000	0.3290	0.1834	0.0418	13.02	13.00	11.12	10.00	11.12	10.00	1.1163142	1.100	0.0162737
441	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.4000	3.000	1.900	0.3290	0.1834	0.0440	13.14	13.12	10.13	11.21	10.14	11.22	-1.0831387	-1.100	0.0169006
443	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.2000	1.900	1.700	0.3290	0.1834	0.0440	13.10	13.10	11.20	11.40	11.20	11.40	-0.1981843	-0.200	0.0018231
444	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.1500	1.900	1.900	0.3170	0.1767	0.0444	13.11	13.11	11.20	11.20	11.21	11.21	0.0012812	0.000	0.0012812
445	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.2000	1.700	1.900	0.3170	0.1767	0.0423	13.04	13.03	11.33	11.13	11.34	11.13	0.2016339	0.200	0.0016264
446	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.1500	1.900	1.900	0.3170	0.1767	0.0423	13.03	13.03	11.13	11.13	11.13	11.13	0.0012199	0.000	0.0012198
447	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.4000	1.900	3.000	0.3170	0.1767	0.0423	13.03	13.01	11.12	10.01	11.13	10.01	1.1152672	1.100	0.0152268
448	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	1.4000	3.000	1.900	0.3170	0.1767	0.0444	13.13	13.12	10.13	11.21	10.13	11.22	-1.0842394	-1.100	0.0158000
450	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.2000	1.900	1.700	0.3170	0.1767	0.0444	13.10	13.10	11.20	11.40	11.20	11.40	-0.1982991	-0.200	0.0017082
454	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	6.2000	3.700	3.700	0.5422	0.3023	0.0365	13.01	12.88	9.29	9.17	9.31	9.18	0.1273063	0.000	0.1273017
455	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	4.8000	3.700	3.700	0.5051	0.1738	0.0397	12.87	12.75	9.15	9.03	9.17	9.05	0.1185499	0.000	0.1185456

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
456	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6354	0.2186	0.0373	11.77	11.76	11.45	11.44	11.47	11.46	0.0073453	0.000	0.0073450
457	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6354	0.2186	0.0373	12.52	12.51	12.20	12.19	12.22	12.21	0.0073453	0.000	0.0073450
458	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.4000	3.700	0.300	0.6354	0.2186	0.0373	12.66	12.53	8.94	12.21	8.96	12.24	-3.2752542	-3.400	0.1248652
460	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.4000	3.700	3.700	0.3737	0.1286	0.0433	12.88	12.84	9.17	9.14	9.18	9.14	0.0353158	0.000	0.0353146
461	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.3737	0.1286	0.0433	12.52	12.52	12.22	12.21	12.22	12.22	0.0029430	0.000	0.0029429
462	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.3737	0.1286	0.0433	12.78	12.78	12.48	12.47	12.48	12.48	0.0029430	0.000	0.0029429
463	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	3.4000	3.700	0.300	0.3737	0.1286	0.0433	12.84	12.79	9.13	12.48	9.14	12.49	-3.3500934	-3.400	0.0500289
464	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.000	0.3737	0.1286	0.0433	12.52	12.51	12.21	12.50	12.22	12.51	-0.2955965	-0.300	0.0044143
465	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.6000	0.000	0.000	0.3737	0.1286	0.0433	12.51	12.50	12.50	12.49	12.51	12.50	0.0088305	0.000	0.0088301
466	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	10.5000	3.700	3.700	1.4680	1.9281	0.0291	14.34	13.52	10.53	9.71	10.64	9.82	0.8204670	0.000	0.8204372
467	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	1.0607	0.3649	0.0327	13.54	13.52	13.18	13.16	13.24	13.22	0.0179163	0.000	0.0179156
468	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	1.0607	0.3649	0.0327	13.09	13.07	12.73	12.71	12.79	12.77	0.0179163	0.000	0.0179156
469	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.300	1.0607	0.3649	0.0327	13.61	13.58	13.55	13.22	13.61	13.28	0.3268854	0.300	0.0268735
470	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.300	0.000	1.0607	0.3649	0.0327	13.03	13.00	12.67	12.95	12.73	13.00	-0.2731365	-0.300	0.0268735
471	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.4422	0.5808	0.0363	14.18	14.18	10.47	10.47	10.48	10.48	0.0004428	0.000	0.0004428
472	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	3.7000	3.700	0.000	1.0416	0.5808	0.0344	13.98	13.71	10.22	13.66	10.28	13.71	-3.4356223	-3.700	0.2645028
473	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6274	0.2159	0.0375	12.85	12.84	12.53	12.53	12.55	12.55	0.0071852	0.000	0.0071850
474	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.2000	0.300	0.300	0.6274	0.2159	0.0375	13.58	13.57	13.26	13.25	13.28	13.27	0.0071852	0.000	0.0071850
475	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.300	0.000	0.6274	0.2159	0.0375	12.83	12.76	12.51	12.74	12.53	12.76	-0.2339769	-0.300	0.0660316
476	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.300	0.6274	0.2159	0.0375	13.61	13.60	13.59	13.28	13.61	13.30	0.3107888	0.300	0.0107774
682	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	4.0000	-1.100	-1.100	3.4642	4.5500	0.0214	20.10	18.82	20.58	19.30	21.20	19.92	1.2803734	0.000	1.2803268
710	Pipe	1-1/4 inch	Steel - ANSI	0.0500	0.250	0.250	4.7151	4.5500	0.0265	26.00	25.96	24.62	24.57	25.75	25.71	0.0428747	0.000	0.0428732
711	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.2000	0.250	0.250	2.1017	4.5500	0.0260	25.61	25.59	25.13	25.11	25.36	25.34	0.0223208	0.000	0.0223200
712	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.7000	0.250	0.250	2.1017	4.5500	0.0260	24.86	24.79	24.39	24.31	24.62	24.54	0.0781228	0.000	0.0781199
713	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	3.0000	0.250	0.250	2.1017	4.5500	0.0260	24.56	24.23	24.09	23.75	24.31	23.98	0.3348119	0.000	0.3347997
714	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.2000	0.250	0.250	2.1017	4.5500	0.0260	23.79	23.77	23.31	23.29	23.54	23.52	0.0223208	0.000	0.0223200
715	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.3000	0.250	0.000	2.1017	4.5500	0.0260	23.30	23.27	22.83	23.04	23.05	23.27	-0.2165279	-0.250	0.0334800
716	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	1.2000	0.000	-1.100	3.4642	4.5500	0.0214	23.15	22.77	22.54	23.26	23.16	23.87	-0.7159280	-1.100	0.3840981
717	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	6.0000	-1.100	-1.100	3.4642	4.5500	0.0214	22.39	20.47	22.88	20.96	23.49	21.57	1.9205601	0.000	1.9204902
794	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.1098	0.1443	0.0369	13.16	13.16	9.46	9.46	9.46	9.46	0.0000277	0.000	0.0000277
795	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.0000	3.700	3.700	0.4671	0.6135	0.0359	13.18	13.17	9.47	9.46	9.48	9.47	0.0097654	0.000	0.0097650

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
796	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	3.2000	3.700	3.700	0.3419	0.1906	0.0414	12.79	12.76	9.09	9.06	9.09	9.06	0.0296320	0.000	0.0296310
797	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.2000	0.000	0.000	0.4193	0.1443	0.0419	12.64	12.62	12.63	12.61	12.64	12.62	0.0215125	0.000	0.0215117
798	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.000	0.4193	0.1443	0.0419	12.61	12.60	12.60	12.59	12.61	12.60	0.0161344	0.000	0.0161338
799	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.4193	0.1443	0.0419	12.59	12.57	12.58	12.56	12.59	12.57	0.0197228	0.000	0.0197221
800	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2477	0.0852	0.0401	12.56	12.55	12.55	12.55	12.56	12.55	0.0065941	0.000	0.0065939
801	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.2000	0.000	0.000	0.2175	0.0748	0.0368	12.53	12.52	12.52	12.52	12.53	12.52	0.0050904	0.000	0.0050902
802	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.000	0.2175	0.0748	0.0368	12.52	12.52	12.52	12.51	12.52	12.52	0.0012726	0.000	0.0012726
803	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2175	0.0748	0.0368	12.51	12.51	12.51	12.50	12.51	12.51	0.0046693	0.000	0.0046691
804	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.0795	0.0273	0.0699	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	0.0011834	0.000	0.0011833
805	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	1.9000	3.700	3.700	0.2021	0.2655	0.0425	12.80	12.80	9.10	9.10	9.10	9.10	0.0040584	0.000	0.0040582
806	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.1691	0.2221	0.0461	13.25	13.25	9.55	9.55	9.55	9.55	0.0000821	0.000	0.0000821
807	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	0.0500	3.700	3.700	0.0807	0.1060	0.0352	12.77	12.77	9.07	9.07	9.07	9.07	0.0000143	0.000	0.0000143
808	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	10.0000	3.700	3.700	0.7460	0.9799	0.0326	13.50	13.27	9.77	9.55	9.80	9.57	0.2263717	0.000	0.2263634
809	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	10.0000	3.700	3.700	0.2751	0.3614	0.0390	12.77	12.73	9.06	9.03	9.07	9.03	0.0368146	0.000	0.0368133
812	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.3081	0.1060	0.0457	12.51	12.50	12.50	12.49	12.51	12.50	0.0116293	0.000	0.0116289
813	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.000	0.3081	0.1060	0.0457	12.51	12.51	12.51	12.51	12.52	12.51	0.0031738	0.000	0.0031737
814	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2254	0.0775	0.0377	12.49	12.48	12.48	12.48	12.49	12.48	0.0051246	0.000	0.0051245
815	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1059	0.0364	0.0524	12.47	12.47	12.47	12.47	12.47	12.47	0.0015774	0.000	0.0015773
816	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.000	0.6456	0.2221	0.0372	12.62	12.59	12.60	12.57	12.62	12.59	0.0339724	0.000	0.0339712
817	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.6456	0.2221	0.0372	12.57	12.52	12.55	12.50	12.57	12.52	0.0415245	0.000	0.0415230
818	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.4125	0.1419	0.0421	12.51	12.49	12.50	12.48	12.51	12.49	0.0191747	0.000	0.0191740
819	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2178	0.0749	0.0368	12.47	12.47	12.47	12.47	12.47	12.47	0.0046798	0.000	0.0046797
821	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.8000	3.700	3.700	0.8080	1.0612	0.0321	13.60	13.55	9.87	9.82	9.90	9.85	0.0470813	0.000	0.0470796
822	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	3.0000	3.700	3.700	0.2000	0.2627	0.0427	12.72	12.71	9.02	9.01	9.02	9.01	0.0063893	0.000	0.0063891
823	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	1.8000	3.700	3.700	0.2751	0.3614	0.0390	12.73	12.72	9.02	9.02	9.03	9.02	0.0066487	0.000	0.0066484
826	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	3.0000	3.700	3.700	0.6354	0.8346	0.0337	13.55	13.50	9.83	9.78	9.85	9.80	0.0508377	0.000	0.0508359
827	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.000	0.2868	0.0987	0.0444	12.48	12.47	12.47	12.47	12.48	12.47	0.0080031	0.000	0.0080028
828	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.000	0.6586	0.2266	0.0370	12.80	12.79	12.78	12.76	12.80	12.79	0.0117239	0.000	0.0117235
829	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2868	0.0987	0.0444	12.46	12.45	12.46	12.45	12.46	12.46	0.0097684	0.000	0.0097681
830	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2096	0.0721	0.0359	12.66	12.66	12.66	12.66	12.66	12.66	0.0042300	0.000	0.0042299
831	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1971	0.0678	0.0346	12.45	12.44	12.44	12.44	12.45	12.44	0.0035972	0.000	0.0035971

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
832	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1128	0.0388	0.0492	12.44	12.44	12.44	12.44	12.44	12.44	0.0016799	0.000	0.0016799
833	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.4288	0.1475	0.0416	12.70	12.68	12.69	12.67	12.70	12.68	0.0204905	0.000	0.0204898
834	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.6586	0.2266	0.0370	12.76	12.72	12.74	12.70	12.76	12.72	0.0429891	0.000	0.0429875
835	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.2000	3.700	3.700	0.2341	0.1305	0.0456	12.71	12.71	9.01	9.01	9.01	9.01	0.0009552	0.000	0.0009552
836	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.2000	3.700	3.700	0.9488	0.5291	0.0350	13.49	13.48	9.74	9.73	9.79	9.78	0.0120649	0.000	0.0120644
839	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.3000	0.000	0.000	0.3841	0.1322	0.0429	12.48	12.48	12.47	12.47	12.48	12.48	0.0046278	0.000	0.0046277
840	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.9000	0.000	0.000	0.8881	0.3055	0.0342	12.74	12.68	12.70	12.64	12.74	12.68	0.0591336	0.000	0.0591315
841	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.4028	0.5291	0.0371	13.50	13.50	9.80	9.80	9.80	9.80	0.0003752	0.000	0.0003752
842	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.1725	0.2266	0.0458	13.52	13.52	9.82	9.82	9.83	9.82	0.0000850	0.000	0.0000850
843	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	0.0500	3.700	3.700	0.0751	0.0987	0.0378	12.72	12.72	9.02	9.02	9.02	9.02	0.0000133	0.000	0.0000133
844	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	0.0500	3.700	3.700	0.1006	0.1322	0.0345	12.71	12.71	9.01	9.01	9.01	9.01	0.0000218	0.000	0.0000218
845	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.2326	0.3055	0.0423	13.49	13.49	9.78	9.78	9.79	9.79	0.0001429	0.000	0.0001428
846	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	5.5000	3.700	3.700	0.4641	0.2588	0.0405	13.11	13.02	9.40	9.30	9.41	9.32	0.0919399	0.000	0.0919365
847	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	5.5000	3.700	3.700	0.0224	0.0125	0.1951	12.64	12.65	8.94	8.95	8.94	8.95	0.0087915	0.000	0.0087912
848	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.3841	0.1322	0.0429	12.47	12.45	12.46	12.44	12.47	12.45	0.0169332	0.000	0.0169326
849	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1909	0.0657	0.0339	12.43	12.42	12.43	12.42	12.43	12.42	0.0033073	0.000	0.0033071
850	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.4327	0.1489	0.0415	12.47	12.45	12.46	12.44	12.47	12.45	0.0208027	0.000	0.0208019
851	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.6485	0.2231	0.0371	12.53	12.49	12.51	12.47	12.53	12.49	0.0418507	0.000	0.0418492
852	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.8881	0.3055	0.0342	12.64	12.56	12.60	12.52	12.64	12.56	0.0722765	0.000	0.0722739
853	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.3023	0.1040	0.0460	12.45	12.43	12.44	12.43	12.45	12.43	0.0112660	0.000	0.0112656
854	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1927	0.0663	0.0341	12.43	12.42	12.42	12.42	12.43	12.42	0.0033931	0.000	0.0033930
855	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1204	0.0414	0.0461	12.42	12.41	12.42	12.41	12.42	12.42	0.0017934	0.000	0.0017933
856	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.4847	0.2703	0.0402	13.14	13.14	9.43	9.43	9.44	9.44	0.0009026	0.000	0.0009026
857	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.0500	3.700	3.700	0.2565	0.1430	0.0450	12.68	12.68	8.98	8.98	8.98	8.98	0.0002830	0.000	0.0002830
859	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1555	0.0535	0.0357	12.42	12.41	12.42	12.41	12.42	12.41	0.0023146	0.000	0.0023146
860	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.7855	0.2703	0.0353	12.57	12.51	12.54	12.48	12.57	12.51	0.0583759	0.000	0.0583738
861	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.5611	0.1930	0.0386	12.48	12.45	12.47	12.44	12.49	12.45	0.0325685	0.000	0.0325673
862	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.3615	0.1244	0.0437	12.44	12.42	12.43	12.42	12.44	12.42	0.0152920	0.000	0.0152914
863	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1410	0.0485	0.0394	12.41	12.41	12.41	12.41	12.41	12.41	0.0020988	0.000	0.0020987
864	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2338	0.0804	0.0386	12.43	12.42	12.43	12.42	12.43	12.42	0.0056279	0.000	0.0056277
865	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.3429	0.1180	0.0443	12.45	12.44	12.45	12.43	12.45	12.44	0.0139609	0.000	0.0139604

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
866	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.4157	0.1430	0.0420	12.48	12.46	12.47	12.45	12.48	12.46	0.0193993	0.000	0.0193986
867	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.4641	0.2588	0.0405	13.02	13.01	9.30	9.30	9.32	9.32	0.0008358	0.000	0.0008358
868	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.0500	3.700	3.700	0.3194	0.1781	0.0422	12.71	12.71	9.01	9.01	9.01	9.01	0.0004120	0.000	0.0004120
869	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1287	0.0443	0.0432	12.43	12.42	12.43	12.42	12.43	12.43	0.0019155	0.000	0.0019154
870	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1913	0.0658	0.0339	12.46	12.45	12.46	12.45	12.46	12.45	0.0033260	0.000	0.0033258
871	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2595	0.0893	0.0414	12.44	12.44	12.44	12.43	12.44	12.44	0.0075046	0.000	0.0075044
872	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.3965	0.1364	0.0425	12.49	12.47	12.48	12.47	12.49	12.47	0.0179115	0.000	0.0179109
873	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.3928	0.1351	0.0426	12.47	12.46	12.47	12.45	12.47	12.46	0.0176332	0.000	0.0176325
874	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.5820	0.2002	0.0382	12.54	12.51	12.52	12.49	12.54	12.51	0.0347039	0.000	0.0347027
876	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	4.3000	3.700	3.700	0.3419	0.1906	0.0414	12.76	12.72	9.05	9.01	9.06	9.02	0.0396756	0.000	0.0396742
877	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.3171	0.1091	0.0454	12.33	12.32	12.32	12.31	12.33	12.32	0.0111116	0.000	0.0111112
878	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6361	0.2188	0.0373	12.38	12.34	12.36	12.32	12.38	12.34	0.0367882	0.000	0.0367868
879	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6361	0.2188	0.0373	12.43	12.40	12.41	12.38	12.44	12.40	0.0367874	0.000	0.0367861
880	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6361	0.2188	0.0373	12.49	12.45	12.47	12.43	12.49	12.45	0.0367874	0.000	0.0367861
881	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.3306	0.4342	0.0388	13.16	13.16	9.45	9.45	9.46	9.46	0.0002645	0.000	0.0002645
882	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.3925	0.2188	0.0422	13.11	13.11	9.40	9.40	9.41	9.41	0.0006214	0.000	0.0006214
883	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.3862	0.2153	0.0423	13.09	13.09	9.38	9.38	9.39	9.39	0.0006040	0.000	0.0006040
884	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.3126	0.1075	0.0455	12.20	12.19	12.20	12.19	12.20	12.19	0.0108427	0.000	0.0108423
885	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6259	0.2153	0.0375	12.26	12.22	12.24	12.20	12.26	12.22	0.0357784	0.000	0.0357771
886	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6259	0.2153	0.0375	12.31	12.27	12.29	12.25	12.31	12.27	0.0357781	0.000	0.0357768
887	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6259	0.2153	0.0375	12.36	12.33	12.34	12.31	12.36	12.33	0.0357781	0.000	0.0357768
888	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.000	0.000	0.6259	0.2153	0.0375	12.41	12.38	12.39	12.36	12.41	12.38	0.0286225	0.000	0.0286214
889	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.3007	0.1035	0.0459	11.89	11.88	11.88	11.87	11.89	11.88	0.0101054	0.000	0.0101050
890	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6032	0.2075	0.0379	11.94	11.90	11.92	11.89	11.94	11.90	0.0335644	0.000	0.0335632
891	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6032	0.2075	0.0379	11.99	11.95	11.97	11.94	11.99	11.95	0.0335638	0.000	0.0335626
892	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6032	0.2075	0.0379	12.04	12.00	12.02	11.98	12.04	12.00	0.0335638	0.000	0.0335626
893	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.3082	0.1060	0.0457	11.95	11.94	11.94	11.93	11.95	11.94	0.0105825	0.000	0.0105821
894	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6182	0.2127	0.0376	12.00	11.96	11.98	11.94	12.00	11.96	0.0350135	0.000	0.0350122
895	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6182	0.2127	0.0376	12.05	12.01	12.03	12.00	12.05	12.01	0.0350130	0.000	0.0350117
896	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6182	0.2127	0.0376	12.10	12.07	12.08	12.05	12.10	12.07	0.0350130	0.000	0.0350117
897	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.3199	0.4202	0.0391	13.16	13.16	9.46	9.45	9.46	9.46	0.0002497	0.000	0.0002497

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
898	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.3814	0.2127	0.0425	13.08	13.08	9.37	9.37	9.38	9.38	0.0005909	0.000	0.0005909
899	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.3722	0.2075	0.0427	13.06	13.06	9.35	9.35	9.36	9.36	0.0005661	0.000	0.0005660
900	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.300	0.2996	0.1031	0.0458	11.95	11.94	11.95	11.64	11.95	11.64	0.3100197	0.300	0.0100083
901	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6000	0.2064	0.0379	12.00	11.97	11.98	11.95	12.00	11.97	0.0332542	0.000	0.0332530
902	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.7000	0.000	0.000	0.6000	0.2064	0.0379	12.04	12.02	12.02	12.00	12.04	12.02	0.0232778	0.000	0.0232770
903	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.3702	0.2064	0.0428	13.00	13.00	9.29	9.29	9.30	9.30	0.0005607	0.000	0.0005607
904	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.3921	0.2186	0.0422	12.98	12.98	9.27	9.27	9.28	9.28	0.0006203	0.000	0.0006203
905	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.3236	0.4251	0.0390	13.24	13.24	9.54	9.54	9.54	9.54	0.0002548	0.000	0.0002548
906	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.300	0.3290	0.1132	0.0449	12.12	12.10	12.11	11.80	12.12	11.80	0.3118423	0.300	0.0118309
907	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6599	0.2270	0.0370	12.17	12.13	12.15	12.11	12.17	12.14	0.0392082	0.000	0.0392068
908	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6599	0.2270	0.0370	12.23	12.19	12.21	12.17	12.23	12.19	0.0392054	0.000	0.0392039
909	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.000	0.000	0.6599	0.2270	0.0370	12.29	12.25	12.27	12.23	12.29	12.25	0.0392054	0.000	0.0392039
910	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.0500	3.700	3.700	0.1728	0.2270	0.0458	13.41	13.41	9.71	9.71	9.71	9.71	0.0000853	0.000	0.0000853
911	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.0000	0.300	0.000	0.6599	0.2270	0.0370	12.35	12.31	12.03	12.29	12.05	12.31	-0.2608056	-0.300	0.0392039
912	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.2000	3.700	3.700	1.2952	1.7011	0.0296	13.38	13.31	9.59	9.52	9.68	9.61	0.0743944	0.000	0.0743917
913	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.0100	3.700	3.700	0.5051	0.1738	0.0397	12.74	12.74	9.03	9.02	9.04	9.04	0.0002470	0.000	0.0002470
915	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.8000	0.000	0.000	0.5051	0.1738	0.0397	12.50	12.48	12.49	12.47	12.50	12.48	0.0197568	0.000	0.0197560
916	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.3917	0.1348	0.0427	12.47	12.45	12.46	12.44	12.47	12.45	0.0175436	0.000	0.0175430
917	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.3114	0.1071	0.0456	12.44	12.43	12.44	12.43	12.45	12.43	0.0118464	0.000	0.0118460
918	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1812	0.0623	0.0328	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	12.42	0.0028737	0.000	0.0028736
919	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1181	0.0406	0.0470	12.42	12.41	12.42	12.41	12.42	12.41	0.0017585	0.000	0.0017584
920	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.1616	0.0556	0.0344	12.47	12.47	12.47	12.47	12.47	12.47	0.0024061	0.000	0.0024060
921	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2621	0.0902	0.0417	12.49	12.48	12.48	12.48	12.49	12.48	0.0076718	0.000	0.0076716
922	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.0500	3.700	3.700	0.2306	0.1286	0.0451	12.88	12.88	9.18	9.18	9.18	9.18	0.0002294	0.000	0.0002293
923	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.0500	3.700	3.700	0.3117	0.1738	0.0425	12.87	12.87	9.16	9.16	9.17	9.17	0.0003949	0.000	0.0003949
924	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	2.0000	0.000	0.000	1.0607	0.3649	0.0327	12.96	12.78	12.90	12.72	12.96	12.78	0.1791629	0.000	0.1791563
925	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2070	0.0712	0.0356	12.44	12.43	12.43	12.43	12.44	12.43	0.0040918	0.000	0.0040917
926	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.4490	0.1545	0.0411	12.48	12.46	12.47	12.45	12.48	12.46	0.0221841	0.000	0.0221833
927	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.6207	0.2135	0.0376	12.53	12.49	12.51	12.48	12.53	12.50	0.0387779	0.000	0.0387765
928	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.8676	0.2985	0.0344	12.64	12.57	12.60	12.53	12.64	12.57	0.0693874	0.000	0.0693849
929	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.5000	0.000	0.000	1.0607	0.3649	0.0327	12.74	12.69	12.68	12.64	12.74	12.69	0.0447902	0.000	0.0447886

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
930	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.0500	0.000	0.000	0.6545	0.3649	0.0347	13.72	13.72	13.70	13.69	13.72	13.72	0.0014235	0.000	0.0014234
931	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.0500	0.000	0.000	0.3871	0.2159	0.0400	13.67	13.67	13.66	13.66	13.67	13.67	0.0005734	0.000	0.0005734
932	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	0.6000	0.000	0.000	1.0607	0.3649	0.0327	13.70	13.65	13.64	13.59	13.70	13.65	0.0537489	0.000	0.0537469
933	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.2000	0.000	0.000	0.6274	0.2159	0.0375	13.66	13.62	13.65	13.60	13.67	13.62	0.0431113	0.000	0.0431098
934	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.4600	0.1583	0.0408	12.75	12.72	12.74	12.71	12.75	12.72	0.0231239	0.000	0.0231230
935	Pipe	3/4 inch	PVC - ASTM	1.1000	0.000	0.000	0.2248	0.0773	0.0376	12.71	12.70	12.70	12.70	12.71	12.70	0.0050900	0.000	0.0050898
936	Pipe	1 inch	Steel - ANSI	2.0000	3.700	3.700	1.0416	0.5808	0.0344	14.16	14.02	10.40	10.26	10.46	10.32	0.1429792	0.000	0.1429740
944	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.5000	3.700	3.700	0.9333	1.2258	0.0313	13.29	13.28	9.55	9.53	9.59	9.58	0.0169986	0.000	0.0169980
946	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	1.2000	3.000	3.000	0.5580	0.7328	0.0324	12.98	12.97	9.97	9.95	9.98	9.97	0.0150855	0.000	0.0150849
947	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	1.2000	3.000	3.000	0.4059	0.5332	0.0351	13.00	12.99	9.99	9.98	10.00	9.99	0.0086655	0.000	0.0086652
948	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	1.2000	3.000	3.000	0.2663	0.3497	0.0394	13.01	13.01	10.01	10.00	10.01	10.01	0.0041759	0.000	0.0041758
949	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.2000	3.000	3.000	0.1346	0.1767	0.0426	13.14	13.13	10.14	10.13	10.14	10.13	0.0011537	0.000	0.0011537
950	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.2000	3.000	3.000	0.2742	0.3602	0.0406	13.14	13.14	10.14	10.14	10.14	10.14	0.0045716	0.000	0.0045714
951	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.2000	3.000	3.000	0.4263	0.5599	0.0366	13.16	13.15	10.15	10.14	10.16	10.15	0.0099572	0.000	0.0099568
952	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	1.2000	3.000	3.000	0.1317	0.1730	0.0411	13.01	13.01	10.01	10.01	10.01	10.01	0.0010658	0.000	0.0010657
953	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	3.0000	3.000	3.000	0.3103	0.1730	0.0426	13.05	13.02	10.04	10.01	10.05	10.02	0.0333304	0.000	0.0333291
954	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.2000	3.000	3.000	0.3103	0.1730	0.0426	13.06	13.05	10.06	10.05	10.06	10.05	0.0094058	0.000	0.0094054
955	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	0.4000	3.000	3.000	0.5580	0.7328	0.0324	12.96	12.95	9.94	9.94	9.96	9.95	0.0050285	0.000	0.0050283
956	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	0.8000	3.000	3.700	0.5580	0.7328	0.0324	12.94	12.93	9.93	9.22	9.94	9.23	0.7100825	0.700	0.0100566
957	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.4000	3.000	3.000	0.4263	0.5599	0.0366	13.17	13.17	10.16	10.16	10.17	10.17	0.0033191	0.000	0.0033190
958	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.8000	3.700	3.000	0.4263	0.5599	0.0366	13.18	13.18	9.47	10.17	9.48	10.18	-0.6933873	-0.700	0.0066380
959	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	3.0000	3.700	3.700	0.1834	0.2409	0.0451	13.17	13.16	9.47	9.46	9.47	9.46	0.0056723	0.000	0.0056721
960	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.2000	3.000	3.000	0.2424	0.3184	0.0419	13.19	13.19	10.19	10.19	10.19	10.19	0.0036837	0.000	0.0036835
961	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.2000	3.000	3.000	0.3619	0.4753	0.0380	13.20	13.20	10.20	10.19	10.21	10.20	0.0074485	0.000	0.0074482
962	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.4000	3.000	3.000	0.3619	0.4753	0.0380	13.21	13.21	10.21	10.20	10.21	10.21	0.0024834	0.000	0.0024833
963	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.3000	3.700	3.700	1.2952	1.7011	0.0296	13.31	13.29	9.52	9.50	9.61	9.59	0.0185986	0.000	0.0185979
964	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	0.8000	3.700	3.000	0.3619	0.4753	0.0380	13.22	13.22	9.51	10.21	9.52	10.22	-0.6950588	-0.700	0.0049665
965	Pipe	1-1/2 inch	Steel - ANSI	1.2000	3.000	3.000	0.1317	0.1730	0.0419	13.18	13.18	10.18	10.18	10.19	10.18	0.0010880	0.000	0.0010880
966	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	1.2000	3.000	3.000	0.5422	0.3023	0.0365	13.09	13.06	10.07	10.05	10.09	10.06	0.0246399	0.000	0.0246390
967	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.4000	3.000	3.000	0.5422	0.3023	0.0365	13.05	13.05	10.04	10.03	10.05	10.05	0.0082133	0.000	0.0082130
968	Pipe	1 inch	PVC - ASTM	0.8000	3.000	3.700	0.5422	0.3023	0.0365	13.03	13.02	10.02	9.30	10.04	9.32	0.7164521	0.700	0.0164260
Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Material	Length (meters)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	Velocity (meters/sec)	Vol. Flow Rate (liter/sec)	f	EGL Inlet (meters)	EGL Outlet (meters)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dP Gravity (m H2O std.)	dH (meters)
969	Pipe	2 inch	Steel - ANSI	0.2000	0.250	0.250	2.1017	4.5500	0.0260	23.45	23.43	22.98	22.95	23.20	23.18	0.0223208	0.000	0.0223200
970	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	0.0500	3.700	3.700	0.1451	0.1906	0.0440	12.80	12.80	9.09	9.09	9.10	9.10	0.0000577	0.000	0.0000577
971	Pipe	1-1/2 inch	PVC - ASTM	0.0500	3.700	3.700	0.0994	0.1305	0.0342	12.71	12.71	9.01	9.01	9.01	9.01	0.0000211	0.000	0.0000211

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
45	P64	Out	-1.30E-04	-1.30E-04	-7.98E-03
48	P37	In	0.00	0.00	0.00
	P36	Out	0.0160	0.0160	3.19
	P66	Out	0.00	0.00	0.00
	P37	Out	0.00	0.00	0.00
	P33	In	0.0179	0.0179	0.870
55	P69	Out	0.00	0.00	0.00
	P901	Out	0.00	0.00	0.00
	P902	In	0.0160	0.0160	0.870
58	P71	Out	0.0154	0.0154	1.09
	P900	Out	0.0161	0.0161	3.52
	P901	In	0.00	0.00	0.00
67	P77	Out	0.0187	0.0187	1.09
	P906	Out	0.0186	0.0186	3.38
	P907	In	0.00	0.00	0.00
70	P79	Out	0.00	0.00	0.00
	P907	Out	0.00	0.00	0.00
	P908	In	0.0193	0.0193	0.870
73	P81	Out	0.00	0.00	0.00
	P908	Out	0.00	0.00	0.00
	P909	In	0.0193	0.0193	0.870
76	P83	Out	0.00	0.00	0.00
	P911	In	0.00	0.00	0.00
	P909	Out	0.0222	0.0222	1.00
79	P85	In	9.84E-03	9.83E-03	1.24
	P89	In	0.0178	0.0178	9.10
	P87	Out	0.00	0.00	0.00
83	P88	Out	0.0150	0.0150	7.70
	P921	Out	0.0106	0.0106	3.01
	P465	In	0.00	0.00	0.00
85	P90	In	9.57E-03	9.57E-03	1.10
	P94	In	0.0194	0.0194	12.2

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P92	Out	0.00	0.00	0.00
89	P93	Out	8.57E-03	8.57E-03	5.40
	P920	Out	8.00E-03	8.00E-03	6.01
	P921	In	0.00	0.00	0.00
90	P91	Out	-1.16E-04	-1.16E-04	-0.0134
	P934	In	0.00	0.00	0.00
	P935	Out	0.0179	0.0179	6.95
91	P95	In	0.0143	0.0143	3.25
	P99	In	0.0145	0.0144	3.52
	P97	Out	0.00	0.00	0.00
96	P96	Out	3.13E-03	3.13E-03	0.711
	P475	In	0.00	0.00	0.00
	P934	Out	0.0171	0.0171	1.59
97	P100	In	0.0147	0.0147	6.69
	P104	In	0.0124	0.0124	2.13
	P102	Out	0.00	0.00	0.00
101	P103	Out	0.0799	0.0799	13.7
	P928	Out	0.0572	0.0572	1.49
	P929	In	0.00	0.00	0.00
103	P105	In	0.0274	0.0274	43.9
	P109	In	9.46E-03	9.46E-03	0.988
	P107	Out	0.00	0.00	0.00
107	P108	Out	0.0296	0.0296	3.09
	P927	Out	0.0341	0.0341	1.73
	P928	In	0.00	0.00	0.00
108	P106	Out	3.15E-04	3.15E-04	0.503
	P918	In	0.00	0.00	0.00
	P919	Out	4.90E-03	4.90E-03	6.89
109	P110	In	0.0129	0.0129	4.84
	P114	In	0.0128	0.0128	2.76
	P112	Out	0.00	0.00	0.00

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
113	P113	Out	0.0306	0.0306	6.62
	P926	Out	0.0175	0.0175	1.70
	P927	In	0.00	0.00	0.00
114	P111	Out	1.93E-04	1.93E-04	0.0727
	P917	In	0.00	0.00	0.00
	P918	Out	9.38E-03	9.38E-03	5.61
115	P115	In	0.0229	0.0229	22.6
	P119	In	9.56E-03	9.56E-03	1.04
	P117	Out	0.00	0.00	0.00
119	P118	Out	8.72E-03	8.71E-03	0.947
	P925	Out	0.0195	0.0195	8.92
	P926	In	0.00	0.00	0.00
120	P116	Out	3.34E-03	3.34E-03	3.29
	P916	In	0.00	0.00	0.00
	P917	Out	6.94E-03	6.94E-03	1.40
121	P120	In	0.0160	0.0160	7.94
	P124	In	0.0117	0.0117	1.74
	P122	Out	0.00	0.00	0.00
126	P121	Out	3.49E-03	3.49E-03	1.73
	P915	In	0.00	0.00	0.00
	P916	Out	0.0114	0.0114	1.46
127	P125	Out	0.00	0.00	0.00
	P896	Out	0.00	0.00	0.00
	P374	In	0.0170	0.0169	0.870
130	P127	Out	0.00	0.00	0.00
	P895	Out	0.00	0.00	0.00
	P896	In	0.0170	0.0169	0.870
133	P129	Out	0.00	0.00	0.00
	P894	Out	0.00	0.00	0.00
	P895	In	0.0170	0.0169	0.870
136	P131	Out	0.0164	0.0164	1.08

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P893	Out	0.0164	0.0164	3.38
	P894	In	0.00	0.00	0.00
142	P135	Out	0.00	0.00	0.00
	P892	Out	0.00	0.00	0.00
	P382	In	0.0161	0.0161	0.870
145	P137	Out	0.00	0.00	0.00
	P891	Out	0.00	0.00	0.00
	P892	In	0.0161	0.0161	0.870
148	P139	Out	0.00	0.00	0.00
	P890	Out	0.00	0.00	0.00
	P891	In	0.0161	0.0161	0.870
151	P141	Out	0.0156	0.0156	1.08
	P889	Out	0.0160	0.0160	3.46
	P890	In	0.00	0.00	0.00
157	P146	Out	0.00	0.00	0.00
	P880	Out	0.00	0.00	0.00
	P365	In	0.0179	0.0179	0.870
160	P148	Out	0.00	0.00	0.00
	P879	Out	0.00	0.00	0.00
	P880	In	0.0179	0.0179	0.870
163	P150	Out	0.00	0.00	0.00
	P878	Out	0.00	0.00	0.00
	P879	In	0.0179	0.0179	0.870
166	P152	Out	0.0173	0.0173	1.09
	P877	Out	0.0173	0.0173	3.38
	P878	In	0.00	0.00	0.00
175	P157	Out	0.0168	0.0168	1.09
	P884	Out	0.0168	0.0168	3.37
	P885	In	0.00	0.00	0.00
178	P159	Out	0.00	0.00	0.00
	P885	Out	0.00	0.00	0.00

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P886	In	0.0174	0.0174	0.870
181	P161	Out	0.00	0.00	0.00
	P886	Out	0.00	0.00	0.00
	P887	In	0.0174	0.0174	0.870
184	P163	Out	0.00	0.00	0.00
	P887	Out	0.00	0.00	0.00
	P888	In	0.0174	0.0174	0.870
197	P173	Out	0.00	0.00	0.00
	P802	In	0.00	0.00	0.00
	P803	Out	5.32E-03	5.32E-03	2.20
198	P171	Out	0.00	0.00	0.00
	P798	In	0.00	0.00	0.00
	P799	Out	8.96E-03	8.96E-03	1.00
199	P175	In	0.0132	0.0132	2.86
	P179	In	0.0134	0.0134	4.49
	P177	Out	0.00	0.00	0.00
203	P178	Out	-4.01E-04	-4.00E-04	-0.134
	P803	In	0.00	0.00	0.00
	P804	Out	0.0100	0.0100	31.1
204	P176	Out	3.46E-04	3.46E-04	0.0749
	P799	In	0.00	0.00	0.00
	P800	Out	0.0131	0.0131	4.20
205	P180	In	9.94E-03	9.94E-03	1.03
	P184	In	0.0239	0.0239	24.1
	P182	Out	0.00	0.00	0.00
215	P188	Out	0.00	0.00	0.00
	P812	Out	0.00	0.00	0.00
	P813	In	4.21E-03	4.21E-03	0.870
216	P186	Out	0.00	0.00	0.00
	P816	In	0.00	0.00	0.00
	P817	Out	0.0213	0.0212	1.00

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
217	P190	In	8.99E-03	8.99E-03	1.05
	P194	In	0.0212	0.0212	19.7
	P192	Out	0.00	0.00	0.00
221	P193	Out	1.33E-03	1.33E-03	1.24
	P812	In	0.00	0.00	0.00
	P814	Out	8.79E-03	8.79E-03	3.40
222	P191	Out	7.23E-04	7.23E-04	0.0848
	P817	In	0.00	0.00	0.00
	P818	Out	0.0170	0.0170	1.96
223	P195	In	0.0125	0.0125	2.09
	P199	In	0.0148	0.0148	6.60
	P197	Out	0.00	0.00	0.00
227	P198	Out	-1.76E-04	-1.76E-04	-0.0784
	P814	In	0.00	0.00	0.00
	P815	Out	8.10E-03	8.10E-03	14.2
228	P196	Out	6.85E-05	6.85E-05	0.0115
	P818	In	0.00	0.00	0.00
	P819	Out	0.0149	0.0149	6.14
229	P200	In	0.0105	0.0105	1.42
	P204	In	0.0173	0.0173	9.83
	P202	Out	0.00	0.00	0.00
235	P205	In	0.0115	0.0115	1.67
	P209	In	0.0163	0.0163	8.15
	P207	Out	0.00	0.00	0.00
241	P210	In	9.76E-03	9.76E-03	1.29
	P214	In	0.0191	0.0191	17.1
	P212	Out	0.00	0.00	0.00
245	P213	Out	1.03E-04	1.03E-04	0.0921
	P831	In	0.00	0.00	0.00
	P832	Out	5.84E-03	5.84E-03	9.00
246	P211	Out	9.52E-03	9.52E-03	1.26

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P830	Out	0.0178	0.0178	7.94
	P833	In	0.00	0.00	0.00
247	P215	In	8.94E-03	8.94E-03	1.08
	P219	In	0.0199	0.0199	15.7
	P217	Out	0.00	0.00	0.00
251	P218	Out	7.58E-04	7.58E-04	0.599
	P829	In	0.00	0.00	0.00
	P831	Out	8.18E-03	8.18E-03	4.13
252	P216	Out	0.0175	0.0175	2.10
	P833	Out	0.0192	0.0192	2.05
	P834	In	0.00	0.00	0.00
257	P223	Out	0.00	0.00	0.00
	P827	In	0.00	0.00	0.00
	P829	Out	5.39E-03	5.39E-03	1.28
258	P221	Out	0.00	0.00	0.00
	P828	In	0.00	0.00	0.00
	P834	Out	0.0221	0.0221	1.00
259	P225	In	0.0144	0.0144	5.53
	P229	In	0.0129	0.0129	2.24
	P227	Out	0.00	0.00	0.00
265	P230	In	0.0155	0.0155	5.76
	P234	In	0.0124	0.0124	1.88
	P232	Out	0.00	0.00	0.00
269	P233	Out	0.0101	0.0101	1.53
	P870	Out	0.0160	0.0160	8.57
	P872	In	0.00	0.00	0.00
270	P231	Out	6.76E-03	6.76E-03	2.51
	P869	Out	9.57E-03	9.57E-03	11.3
	P871	In	0.00	0.00	0.00
271	P235	In	0.0141	0.0141	5.06
	P239	In	0.0132	0.0132	2.44

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P237	Out	0.00	0.00	0.00
275	P238	Out	0.0247	0.0247	4.56
	P872	Out	0.0151	0.0151	1.89
	P874	In	0.00	0.00	0.00
276	P236	Out	0.0144	0.0144	5.16
	P871	Out	0.0118	0.0118	3.44
	P873	In	0.00	0.00	0.00
277	P240	In	0.0128	0.0128	5.21
	P244	In	0.0125	0.0125	2.74
	P242	Out	0.00	0.00	0.00
281	P243	Out	5.80E-03	5.80E-03	1.27
	P350	In	0.00	0.00	0.00
	P874	Out	0.0253	0.0253	1.46
282	P241	Out	2.99E-03	2.99E-03	1.22
	P347	In	0.00	0.00	0.00
	P873	Out	0.0119	0.0119	1.51
293	P253	Out	-5.24E-04	-5.24E-04	-0.0686
	P862	In	0.00	0.00	0.00
	P863	Out	0.0156	0.0156	15.4
294	P251	Out	8.54E-03	8.54E-03	8.86
	P859	Out	6.69E-03	6.69E-03	5.43
	P864	In	0.00	0.00	0.00
299	P258	Out	9.24E-04	9.23E-04	0.148
	P861	In	0.00	0.00	0.00
	P862	Out	0.0129	0.0129	1.94
300	P256	Out	0.0131	0.0131	7.00
	P864	Out	0.0107	0.0107	3.85
	P865	In	0.00	0.00	0.00
305	P263	Out	2.24E-03	2.24E-03	0.283
	P860	In	0.00	0.00	0.00
	P861	Out	0.0265	0.0265	1.65

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
306	P261	Out	0.0307	0.0307	36.8
	P865	Out	9.00E-03	9.00E-03	1.50
	P866	In	0.00	0.00	0.00
311	P268	Out	0.00	0.00	0.00
	P339	In	0.00	0.00	0.00
	P860	Out	0.0315	0.0315	1.00
312	P266	Out	0.00	0.00	0.00
	P335	In	0.00	0.00	0.00
	P866	Out	8.81E-03	8.81E-03	1.00
313	P270	In	0.0144	0.0144	6.33
	P274	In	0.0126	0.0126	2.19
	P272	Out	0.00	0.00	0.00
319	P275	In	0.0243	0.0243	29.7
	P279	In	9.34E-03	9.34E-03	1.02
	P277	Out	0.00	0.00	0.00
323	P278	Out	8.13E-03	8.13E-03	0.885
	P849	Out	0.0188	0.0188	10.1
	P850	In	0.00	0.00	0.00
324	P276	Out	2.36E-04	2.36E-04	0.288
	P854	In	0.00	0.00	0.00
	P855	Out	5.33E-03	5.33E-03	7.21
325	P280	In	0.0170	0.0170	8.99
	P284	In	0.0109	0.0109	1.48
	P282	Out	0.00	0.00	0.00
329	P283	Out	0.0215	0.0215	2.93
	P850	Out	0.0187	0.0187	1.96
	P851	In	0.00	0.00	0.00
330	P281	Out	4.35E-04	4.35E-04	0.230
	P853	In	0.00	0.00	0.00
	P854	Out	8.88E-03	8.88E-03	4.69
331	P285	In	0.0223	0.0223	21.2

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P289	In	9.42E-03	9.42E-03	1.05
	P287	Out	0.00	0.00	0.00
335	P288	Out	0.0310	0.0310	3.44
	P851	Out	0.0360	0.0360	1.68
	P852	In	0.00	0.00	0.00
336	P286	Out	3.01E-03	3.00E-03	2.86
	P848	In	0.00	0.00	0.00
	P853	Out	6.64E-03	6.64E-03	1.43
341	P293	Out	0.00	0.00	0.00
	P840	In	0.00	0.00	0.00
	P852	Out	0.0402	0.0402	1.00
342	P291	Out	0.00	0.00	0.00
	P839	In	0.00	0.00	0.00
	P848	Out	7.52E-03	7.52E-03	1.00
408	P408	In	0.00	0.00	0.00
	P409	Out	0.00	0.00	0.00
	P412	Out	0.00	0.00	0.00
415	P417	In	0.00	0.00	0.00
	P418	Out	0.00	0.00	0.00
	P421	Out	0.00	0.00	0.00
421	P424	In	0.00	0.00	0.00
	P425	Out	0.00	0.00	0.00
	P428	Out	0.00	0.00	0.00
427	P431	In	0.00	0.00	0.00
	P432	Out	0.00	0.00	0.00
	P435	Out	0.00	0.00	0.00
433	P438	In	0.00	0.00	0.00
	P439	Out	0.00	0.00	0.00
	P442	Out	0.00	0.00	0.00
439	P445	In	0.00	0.00	0.00
	P446	Out	0.00	0.00	0.00

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P449	Out	0.00	0.00	0.00
699	P712	In	0.00	0.00	0.00
	P704	In	0.00	0.00	0.00
	P713	Out	0.225	0.225	1.00
797	P295	In	0.00	0.00	0.00
	P795	Out	-7.62E-04	-7.62E-04	-0.0685
	P794	Out	0.0194	0.0194	31.5
798	P821	Out	-2.26E-03	-2.26E-03	-0.0679
	P361	In	0.00	0.00	0.00
	P808	Out	0.0955	0.0955	3.37
801	P376	Out	8.57E-04	8.57E-04	0.902
	P795	In	0.00	0.00	0.00
	P881	Out	9.34E-03	9.34E-03	1.68
802	P296	Out	0.0138	0.0138	2.13
	P805	Out	0.0126	0.0126	6.06
	P384	In	0.00	0.00	0.00
803	P357	Out	3.10E-04	3.10E-04	0.128
	P805	In	0.00	0.00	0.00
	P970	Out	2.47E-03	2.47E-03	2.30
811	P295	Out	0.0260	0.0260	1.53
	P806	Out	0.0219	0.0219	15.0
	P808	In	0.00	0.00	0.00
812	P296	In	0.00	0.00	0.00
	P807	Out	1.93E-03	1.93E-03	5.81
	P809	Out	5.65E-03	5.65E-03	1.46
823	P821	In	0.00	0.00	0.00
	P826	Out	-1.74E-03	-1.74E-03	-0.0845
	P842	Out	0.0268	0.0268	17.6
824	P823	In	0.00	0.00	0.00
	P843	Out	9.09E-04	9.09E-04	3.16
	P822	Out	3.28E-03	3.28E-03	1.61

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
835	P826	In	0.00	0.00	0.00
	P841	Out	-1.48E-03	-1.48E-03	-0.179
	P845	Out	0.0159	0.0159	5.76
836	P822	In	0.00	0.00	0.00
	P971	Out	2.58E-06	2.58E-06	5.12E-03
	P844	Out	4.17E-03	4.17E-03	8.07
846	P344	In	3.80E-04	3.80E-04	0.136
	P857	Out	0.00	0.00	0.00
	P847	In	-0.0336	-0.0336	-1,315
847	P343	In	0.00	0.00	0.00
	P856	Out	-4.76E-04	-4.76E-04	-0.0397
	P846	Out	0.0356	0.0356	3.24
852	P846	In	0.00	0.00	0.00
	P867	Out	0.00	0.00	0.00
	P875	Out	0.00	0.00	0.00
857	P847	Out	0.0805	0.0805	3,153
	P868	Out	6.93E-03	6.93E-03	1.33
	P876	In	0.00	0.00	0.00
859	P362	In	0.00	0.00	0.00
	P882	Out	-1.22E-04	-1.22E-04	-0.0156
	P883	Out	0.0240	0.0240	3.16
866	P897	Out	0.00	0.00	0.00
	P376	In	2.28E-03	2.28E-03	2.40
	P959	In	2.00E-03	2.00E-03	1.16
870	P898	Out	-1.73E-04	-1.73E-04	-0.0233
	P378	In	0.00	0.00	0.00
	P899	Out	0.0225	0.0225	3.18
878	P903	Out	6.74E-05	6.74E-05	9.65E-03
	P390	In	0.00	0.00	0.00
	P904	Out	0.0230	0.0230	2.94
884	P377	Out	0.0387	0.0387	2.04

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P905	Out	0.0350	0.0350	6.56
	P944	In	0.00	0.00	0.00
888	P910	Out	0.105	0.105	69.2
	P912	Out	0.136	0.136	1.59
	P466	In	0.00	0.00	0.00
890	P922	Out	2.60E-04	2.60E-04	0.0960
	P454	In	0.00	0.00	0.00
	P923	Out	0.0117	0.0117	2.36
905	P472	In	0.00	0.00	0.00
	P930	Out	-3.92E-03	-3.92E-03	-0.180
	P931	Out	0.0427	0.0427	5.59
910	P23	In	0.00	0.00	0.00
	P466	Out	-0.0107	-0.0107	-0.0974
	P471	Out	0.148	0.148	14.9
913	P23	Out	0.520	0.520	2.80
	P19	Out	0.505	0.505	4.10
	P22	In	0.00	0.00	0.00
914	P361	Out	0.00	0.00	0.00
	P21	In	0.00	0.00	0.00
	P681	Out	0.00	0.00	0.00
934	P912	In	0.00	0.00	0.00
	P963	Out	0.00	0.00	0.00
	P666	Out	0.00	0.00	0.00
935	P433	In	5.66E-03	5.66E-03	0.866
	P946	Out	0.00	0.00	0.00
	P947	In	9.05E-03	9.05E-03	1.08
937	P440	In	3.01E-03	3.01E-03	0.546
	P947	Out	0.00	0.00	0.00
	P948	In	4.13E-03	4.13E-03	1.14
939	P434	Out	7.34E-03	7.34E-03	1.12
	P950	Out	8.05E-03	8.05E-03	2.10

Jct	Pipe #	Pipe Dir.	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)	Loss Factor (K)
	P951	In	0.00	0.00	0.00
940	P441	Out	3.23E-03	3.23E-03	0.585
	P949	Out	4.03E-03	4.03E-03	4.36
	P950	In	0.00	0.00	0.00
944	P447	In	1.21E-03	1.21E-03	0.237
	P948	Out	0.00	0.00	0.00
	P952	In	1.67E-03	1.67E-03	1.88
951	P377	In	0.00	0.00	0.00
	P958	Out	-1.37E-03	-1.37E-03	-0.147
	P959	Out	0.0146	0.0146	8.51
954	P960	Out	5.84E-03	5.84E-03	1.95
	P415	Out	5.22E-03	5.22E-03	1.29
	P961	In	0.00	0.00	0.00
957	P944	Out	-5.89E-03	-5.89E-03	-0.133
	P963	In	0.00	0.00	0.00
	P964	Out	0.0666	0.0666	9.97
958	P410	In	6.17E-03	6.17E-03	1.53
	P406	In	5.92E-03	5.92E-03	1.71
	P966	Out	0.00	0.00	0.00
963	P960	In	0.00	0.00	0.00
	P420	Out	2.30E-05	2.30E-05	6.64E-03
	P965	Out	2.99E-03	2.99E-03	3.38

Area Change Table

Area Change	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
697	Area Change	Area Change	0.307	4.5500	24.57	25.13	25.71	25.36	0.348244	0.348231
703	Area Change	Area Change	0.497	4.5500	23.04	22.54	23.27	23.16	0.111976	0.111972
799	Area Change	Area Change	8.132	0.1443	9.46	9.44	9.46	9.45	0.005001	0.005001
813	Area Change	Area Change	17.692	0.1060	9.07	9.06	9.07	9.06	0.005876	0.005876
814	Area Change	Area Change	5.803	0.2221	9.55	9.52	9.55	9.54	0.008461	0.008460
822	Area Change	Area Change	4.856	0.1305	9.01	9.01	9.01	9.01	0.002444	0.002444
825	Area Change	Area Change	19.004	0.0987	9.02	9.01	9.02	9.01	0.005471	0.005470
826	Area Change	Area Change	5.803	0.2266	9.82	9.79	9.82	9.82	0.008806	0.008806
837	Area Change	Area Change	15.262	0.1322	9.01	8.99	9.01	9.00	0.007879	0.007879
838	Area Change	Area Change	5.803	0.3055	9.78	9.73	9.79	9.77	0.016011	0.016011

Area Change	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
848	Area Change	Area Change	0.639	0.1430	8.98	8.97	8.98	8.98	0.002145	0.002145
849	Area Change	Area Change	0.639	0.2703	9.43	9.40	9.44	9.44	0.007659	0.007658
853	Area Change	Area Change	0.639	0.2588	9.30	9.28	9.32	9.31	0.007023	0.007022
854	Area Change	Area Change	0.639	0.1781	9.01	9.00	9.01	9.01	0.003327	0.003327
860	Area Change	Area Change	0.639	0.2188	9.40	9.38	9.41	9.41	0.005021	0.005021
861	Area Change	Area Change	1.833	0.4342	9.45	9.42	9.46	9.45	0.010213	0.010213
862	Area Change	Area Change	0.639	0.2153	9.38	9.36	9.39	9.38	0.004862	0.004862
869	Area Change	Area Change	1.833	0.4202	9.45	9.42	9.46	9.45	0.009567	0.009567
871	Area Change	Area Change	0.639	0.2127	9.37	9.35	9.38	9.37	0.004742	0.004742
872	Area Change	Area Change	0.639	0.2075	9.35	9.33	9.36	9.35	0.004516	0.004516
882	Area Change	Area Change	0.639	0.2064	9.29	9.28	9.30	9.29	0.004468	0.004468
883	Area Change	Area Change	0.639	0.2186	9.27	9.25	9.28	9.27	0.005012	0.005011
885	Area Change	Area Change	1.833	0.4251	9.54	9.50	9.54	9.53	0.009789	0.009788
887	Area Change	Area Change	5.803	0.2270	9.71	9.68	9.71	9.70	0.008839	0.008839
891	Area Change	Area Change	0.749	0.1286	9.18	9.17	9.18	9.18	0.002031	0.002031
900	Area Change	Area Change	0.639	0.1738	9.16	9.15	9.17	9.17	0.003166	0.003166
906	Area Change	Area Change	0.639	0.2159	13.66	13.65	13.67	13.67	0.004886	0.004885
907	Area Change	Area Change	0.639	0.3649	13.69	13.64	13.72	13.70	0.013962	0.013962
912	Area Change	Area Change	1.833	0.5808	10.47	10.40	10.48	10.46	0.018274	0.018274
968	Area Change	Area Change	2.569	0.1906	9.09	9.09	9.10	9.09	0.002760	0.002760
969	Area Change	Area Change	1.833	0.5291	9.80	9.74	9.80	9.79	0.015165	0.015164

Assigned Pressure Table

Assigned Pressure	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
690	Tq hidroneumatico	Assigned Pressure	0.000	4.5500	24.62	24.62	25.75	25.75	0.000000	0.000000

Bend Table

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
346	Bend	Bend	0.732	0.2221	12.38	12.36	12.40	12.38	0.015560	0.015560
347	Bend	Bend	0.732	0.2221	12.75	12.73	12.77	12.75	0.015560	0.015560
349	Bend	Bend	0.732	0.1060	12.13	12.13	12.14	12.13	0.003545	0.003545
350	Bend	Bend	0.732	0.1060	12.31	12.31	12.32	12.31	0.003545	0.003545

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
352	Bend	Bend	0.940	0.0987	12.28	12.27	12.28	12.28	0.003945	0.003945
353	Bend	Bend	0.940	0.0987	12.12	12.12	12.12	12.12	0.003945	0.003945
355	Bend	Bend	0.732	0.2266	13.05	13.03	13.07	13.06	0.016196	0.016195
356	Bend	Bend	0.732	0.2266	12.66	12.65	12.69	12.67	0.016196	0.016195
358	Bend	Bend	0.732	0.1322	12.23	12.23	12.24	12.24	0.005509	0.005509
359	Bend	Bend	0.732	0.1322	12.10	12.10	12.11	12.10	0.005509	0.005509
361	Bend	Bend	0.732	0.3055	12.89	12.86	12.93	12.90	0.029447	0.029446
362	Bend	Bend	0.732	0.3055	12.53	12.50	12.57	12.54	0.029447	0.029446
365	Bend	Bend	0.732	0.1430	12.13	12.12	12.14	12.13	0.006453	0.006453
368	Bend	Bend	0.732	0.2703	12.47	12.45	12.50	12.48	0.023038	0.023038
370	Bend	Bend	0.732	0.2588	12.43	12.40	12.45	12.43	0.021126	0.021125
371	Bend	Bend	0.732	0.1781	12.14	12.13	12.15	12.14	0.010007	0.010007
374	Bend	Bend	0.732	0.1443	12.74	12.74	12.75	12.75	0.006564	0.006563
375	Bend	Bend	0.732	0.1443	12.41	12.40	12.42	12.41	0.006564	0.006563
377	Bend	Bend	1.614	0.0748	12.13	12.13	12.14	12.13	0.003894	0.003894
378	Bend	Bend	1.614	0.0748	12.38	12.38	12.38	12.38	0.003894	0.003894
380	Bend	Bend	0.732	0.2188	12.60	12.59	12.62	12.61	0.015105	0.015104
381	Bend	Bend	0.732	0.2188	12.24	12.23	12.26	12.25	0.015105	0.015104
383	Bend	Bend	0.732	0.2153	12.13	12.11	12.15	12.13	0.014627	0.014626
386	Bend	Bend	0.732	0.2127	12.64	12.62	12.65	12.64	0.014266	0.014266
387	Bend	Bend	0.732	0.2127	11.91	11.89	11.93	11.91	0.014266	0.014266
389	Bend	Bend	0.732	0.2075	12.54	12.52	12.56	12.54	0.013586	0.013586
390	Bend	Bend	0.732	0.2075	11.84	11.83	11.86	11.85	0.013586	0.013586
392	Bend	Bend	0.732	0.2270	12.91	12.89	12.93	12.91	0.016256	0.016256
393	Bend	Bend	0.732	0.2270	12.07	12.06	12.10	12.08	0.016256	0.016256
395	Bend	Bend	0.732	0.2064	12.56	12.55	12.58	12.57	0.013441	0.013441
396	Bend	Bend	0.732	0.2064	11.88	11.86	11.89	11.88	0.013441	0.013441
398	Bend	Bend	0.732	0.1738	12.23	12.22	12.25	12.24	0.009525	0.009524
399	Bend	Bend	0.732	0.1738	12.12	12.11	12.13	12.12	0.009525	0.009524
410	Bend	Bend	0.684	0.1570	11.27	11.26	11.27	11.27	0.002764	0.002764
417	Bend	Bend	0.684	0.1454	11.27	11.26	11.27	11.27	0.002372	0.002371

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
423	Bend	Bend	0.684	0.1730	11.25	11.25	11.26	11.25	0.003358	0.003358
429	Bend	Bend	0.684	0.1997	11.20	11.20	11.21	11.21	0.004473	0.004473
435	Bend	Bend	0.684	0.1834	11.20	11.20	11.21	11.20	0.003776	0.003775
441	Bend	Bend	0.684	0.1767	11.20	11.20	11.21	11.20	0.003505	0.003505
442	Bend	Bend	0.732	0.2186	12.21	12.20	12.24	12.22	0.015076	0.015075
443	Bend	Bend	0.732	0.2186	11.44	11.43	11.46	11.45	0.015076	0.015075
445	Bend	Bend	0.732	0.1286	12.48	12.48	12.49	12.48	0.005214	0.005214
446	Bend	Bend	0.732	0.1286	12.21	12.21	12.22	12.22	0.005214	0.005214
448	Bend	Bend	0.732	0.3649	12.71	12.67	12.77	12.73	0.042002	0.042000
449	Bend	Bend	0.732	0.3649	13.22	13.18	13.28	13.24	0.042002	0.042000
451	Bend	Bend	0.732	0.2159	13.28	13.26	13.30	13.28	0.014697	0.014696
452	Bend	Bend	0.732	0.2159	12.53	12.51	12.55	12.53	0.014697	0.014696
701	Bend	Bend	0.566	4.5500	22.95	22.83	23.18	23.05	0.127469	0.127465
702	Bend	Bend	0.617	4.5500	23.26	22.88	23.87	23.49	0.377404	0.377391
800	Bend	Bend	0.732	0.1443	9.41	9.41	9.42	9.41	0.006564	0.006563
804	Bend	Bend	1.614	0.0748	12.52	12.52	12.52	12.52	0.003894	0.003894
805	Bend	Bend	0.732	0.1443	12.61	12.60	12.62	12.61	0.006564	0.006563
806	Bend	Bend	0.732	0.1443	12.64	12.63	12.65	12.64	0.006564	0.006563
807	Bend	Bend	1.614	0.0748	12.53	12.52	12.53	12.53	0.003894	0.003894
808	Bend	Bend	1.377	0.0852	12.55	12.54	12.55	12.55	0.004309	0.004309
809	Bend	Bend	0.684	0.1906	9.06	9.05	9.06	9.06	0.004077	0.004077
815	Bend	Bend	0.732	0.2221	12.62	12.60	12.64	12.62	0.015560	0.015560
816	Bend	Bend	0.732	0.1060	12.51	12.51	12.52	12.52	0.003545	0.003545
817	Bend	Bend	1.612	0.0749	12.47	12.46	12.47	12.47	0.003899	0.003899
818	Bend	Bend	0.732	0.2221	12.65	12.63	12.67	12.66	0.015560	0.015560
819	Bend	Bend	0.732	0.1060	12.52	12.52	12.53	12.52	0.003545	0.003545
820	Bend	Bend	0.617	0.3614	9.03	9.02	9.03	9.03	0.002380	0.002380
827	Bend	Bend	0.940	0.0987	12.48	12.47	12.48	12.48	0.003945	0.003945
828	Bend	Bend	0.732	0.2266	12.79	12.78	12.81	12.80	0.016196	0.016195
829	Bend	Bend	2.773	0.0388	12.44	12.43	12.44	12.43	0.001800	0.001800
830	Bend	Bend	1.662	0.0721	12.66	12.65	12.66	12.66	0.003722	0.003722

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
831	Bend	Bend	0.732	0.2266	12.94	12.92	12.96	12.94	0.016196	0.016195
832	Bend	Bend	0.940	0.0987	12.51	12.51	12.52	12.51	0.003945	0.003945
833	Bend	Bend	0.741	0.1305	9.01	9.00	9.01	9.01	0.002069	0.002069
834	Bend	Bend	0.684	0.5291	9.73	9.70	9.78	9.75	0.031404	0.031403
839	Bend	Bend	0.732	0.1322	12.49	12.49	12.50	12.49	0.005509	0.005509
840	Bend	Bend	0.732	0.3055	12.78	12.75	12.82	12.79	0.029447	0.029446
841	Bend	Bend	0.732	0.1322	12.48	12.47	12.49	12.48	0.005509	0.005509
842	Bend	Bend	0.732	0.3055	12.73	12.70	12.77	12.74	0.029447	0.029446
843	Bend	Bend	1.750	0.0657	12.42	12.42	12.42	12.42	0.003251	0.003251
844	Bend	Bend	2.598	0.0414	12.41	12.41	12.42	12.41	0.001922	0.001922
850	Bend	Bend	2.220	0.0485	12.41	12.40	12.41	12.40	0.002249	0.002249
851	Bend	Bend	2.013	0.0535	12.41	12.41	12.41	12.41	0.002480	0.002480
855	Bend	Bend	1.749	0.0658	12.45	12.45	12.45	12.45	0.003262	0.003262
856	Bend	Bend	2.432	0.0443	12.42	12.42	12.43	12.42	0.002053	0.002053
858	Bend	Bend	0.732	0.1091	12.31	12.30	12.32	12.31	0.003754	0.003754
863	Bend	Bend	0.732	0.2153	9.21	9.20	9.23	9.22	0.014627	0.014626
864	Bend	Bend	0.732	0.1075	12.19	12.17	12.19	12.19	0.003648	0.003648
865	Bend	Bend	0.732	0.2153	12.40	12.39	12.42	12.41	0.014627	0.014626
867	Bend	Bend	0.750	0.1035	11.87	11.86	11.88	11.87	0.003459	0.003459
868	Bend	Bend	0.732	0.1060	11.93	11.92	11.94	11.93	0.003546	0.003546
873	Bend	Bend	0.732	0.2075	9.27	9.25	9.28	9.27	0.013586	0.013586
874	Bend	Bend	0.766	0.1031	11.64	11.62	11.64	11.64	0.003505	0.003505
875	Bend	Bend	0.732	0.2064	12.12	12.10	12.13	12.12	0.013441	0.013441
876	Bend	Bend	0.732	0.2064	12.03	12.02	12.05	12.04	0.013441	0.013441
877	Bend	Bend	0.732	0.2064	12.15	12.14	12.17	12.16	0.013441	0.013441
879	Bend	Bend	0.684	0.4251	9.35	9.33	9.38	9.36	0.020270	0.020270
880	Bend	Bend	0.732	0.2186	9.21	9.20	9.23	9.22	0.015076	0.015075
881	Bend	Bend	0.732	0.2186	9.12	9.11	9.14	9.13	0.015076	0.015075
886	Bend	Bend	0.732	0.1132	11.80	11.78	11.80	11.80	0.004041	0.004041
889	Bend	Bend	0.732	0.2270	12.05	12.03	12.07	12.05	0.016256	0.016256
892	Bend	Bend	0.732	0.1738	9.02	9.02	9.04	9.03	0.009525	0.009524

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
893	Bend	Bend	0.732	0.1738	9.03	9.03	9.05	9.04	0.009525	0.009524
894	Bend	Bend	0.732	0.2186	8.95	8.94	8.98	8.96	0.015076	0.015075
895	Bend	Bend	0.732	0.1738	12.50	12.49	12.51	12.50	0.009525	0.009524
896	Bend	Bend	2.650	0.0406	12.41	12.41	12.41	12.41	0.001884	0.001884
897	Bend	Bend	1.676	0.0712	12.43	12.42	12.43	12.43	0.003661	0.003661
898	Bend	Bend	1.936	0.0556	12.47	12.46	12.47	12.47	0.002579	0.002578
899	Bend	Bend	0.732	0.1286	12.50	12.50	12.51	12.51	0.005214	0.005214
901	Bend	Bend	0.732	0.1286	9.14	9.13	9.14	9.14	0.005214	0.005214
902	Bend	Bend	0.732	0.3649	12.95	12.90	13.00	12.96	0.042002	0.042000
903	Bend	Bend	0.732	0.3649	13.59	13.55	13.65	13.61	0.042002	0.042000
904	Bend	Bend	0.732	0.3649	12.72	12.68	12.78	12.74	0.042002	0.042000
908	Bend	Bend	0.732	0.2159	13.60	13.59	13.62	13.61	0.014697	0.014696
909	Bend	Bend	1.565	0.0773	12.70	12.69	12.70	12.70	0.004032	0.004032
911	Bend	Bend	0.684	0.5808	10.26	10.22	10.32	10.28	0.037843	0.037842
915	Bend	Bend	0.617	2.0411	11.98	11.90	12.10	12.02	0.075946	0.075943
916	Bend	Bend	0.617	4.5500	19.30	18.93	19.92	19.54	0.377404	0.377391
917	Bend	Bend	0.617	4.5500	20.96	20.58	21.57	21.20	0.377404	0.377391
936	Bend	Bend	0.617	0.7328	9.95	9.94	9.97	9.96	0.009791	0.009790
941	Bend	Bend	0.774	0.1767	10.13	10.13	10.13	10.13	0.000714	0.000714
943	Bend	Bend	0.617	0.5599	10.16	10.15	10.17	10.16	0.005714	0.005714
945	Bend	Bend	0.684	0.1730	10.06	10.06	10.07	10.06	0.003358	0.003358
946	Bend	Bend	0.684	0.1730	10.01	10.01	10.02	10.01	0.003358	0.003358
947	Bend	Bend	0.684	0.1730	10.05	10.04	10.05	10.05	0.003358	0.003358
948	Bend	Bend	0.617	0.7328	9.94	9.93	9.95	9.94	0.009791	0.009790
949	Bend	Bend	0.617	0.7328	9.22	9.21	9.23	9.22	0.009791	0.009790
950	Bend	Bend	0.617	0.5599	10.17	10.16	10.18	10.17	0.005714	0.005714
952	Bend	Bend	0.684	0.3023	9.30	9.29	9.32	9.31	0.010256	0.010256
953	Bend	Bend	0.617	0.4753	10.21	10.21	10.22	10.21	0.004119	0.004119
956	Bend	Bend	0.617	0.4753	10.20	10.20	10.21	10.21	0.004119	0.004119
959	Bend	Bend	0.684	0.1454	10.10	10.10	10.10	10.10	0.002372	0.002371
960	Bend	Bend	0.684	0.3023	10.05	10.04	10.06	10.05	0.010256	0.010256

Bend	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
961	Bend	Bend	0.684	0.3023	10.03	10.02	10.05	10.04	0.010256	0.010256
962	Bend	Bend	0.790	0.1730	10.18	10.18	10.18	10.18	0.000699	0.000699
964	Bend	Bend	0.732	0.1079	11.30	11.29	11.31	11.30	0.003672	0.003672
965	Bend	Bend	2.954	0.0364	12.47	12.47	12.47	12.47	0.001690	0.001690
966	Bend	Bend	3.937	0.0273	12.50	12.49	12.50	12.49	0.001268	0.001268

Check Valve Table

Check Valve	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
411	Check Valve	Check Valve	1.950	0.1570	11.28	11.27	11.28	11.27	0.007879	0.007878
413	Check Valve	Check Valve	1.950	0.1454	11.27	11.27	11.28	11.27	0.006760	0.006759
419	Check Valve	Check Valve	1.950	0.1730	11.26	11.25	11.27	11.26	0.009570	0.009570
425	Check Valve	Check Valve	1.950	0.1997	11.22	11.21	11.23	11.21	0.012749	0.012749
431	Check Valve	Check Valve	1.950	0.1834	11.21	11.20	11.22	11.21	0.010762	0.010761
437	Check Valve	Check Valve	1.950	0.1767	11.21	11.20	11.22	11.21	0.009991	0.009990
700	Check Valve	Check Valve	1.950	4.5500	23.75	23.31	23.98	23.54	0.439177	0.439161

Tee or Wye Table

Tee or Wye	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
45	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.62	11.62	11.63	11.63	See Mult. Losses	See Mult. Losses
48	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.66	11.66	11.67	11.67	See Mult. Losses	See Mult. Losses
55	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.99	11.99	12.00	12.00	See Mult. Losses	See Mult. Losses
58	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.96	11.96	11.97	11.97	See Mult. Losses	See Mult. Losses
67	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.12	12.12	12.14	12.14	See Mult. Losses	See Mult. Losses
70	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.16	12.16	12.17	12.17	See Mult. Losses	See Mult. Losses
73	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.22	12.22	12.23	12.23	See Mult. Losses	See Mult. Losses
76	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.30	12.30	12.31	12.31	See Mult. Losses	See Mult. Losses
79	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.29	11.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
83	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.49	12.49	12.50	12.50	See Mult. Losses	See Mult. Losses
85	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.29	11.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
89	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.48	12.48	12.48	12.48	See Mult. Losses	See Mult. Losses
90	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.72	12.72	12.72	12.72	See Mult. Losses	See Mult. Losses
91	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.29	11.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
96	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.75	12.75	12.76	12.76	See Mult. Losses	See Mult. Losses
97	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.27	11.27	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
101	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.67	12.67	12.69	12.69	See Mult. Losses	See Mult. Losses
103	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.27	11.27	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
107	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.55	12.55	12.57	12.57	See Mult. Losses	See Mult. Losses

Tee or Wye	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
108	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.42	12.42	12.42	12.42	See Mult. Losses	See Mult. Losses
109	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.27	11.27	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
113	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.48	12.48	12.50	12.50	See Mult. Losses	See Mult. Losses
114	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.43	12.43	12.43	12.43	See Mult. Losses	See Mult. Losses
115	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.29	11.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
119	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.45	12.45	12.46	12.46	See Mult. Losses	See Mult. Losses
120	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.45	12.45	12.45	12.45	See Mult. Losses	See Mult. Losses
121	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
126	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.47	12.47	12.48	12.48	See Mult. Losses	See Mult. Losses
127	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.09	12.09	12.10	12.10	See Mult. Losses	See Mult. Losses
130	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.04	12.04	12.05	12.05	See Mult. Losses	See Mult. Losses
133	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.99	11.99	12.00	12.00	See Mult. Losses	See Mult. Losses
136	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.95	11.95	11.96	11.96	See Mult. Losses	See Mult. Losses
142	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.03	12.03	12.04	12.04	See Mult. Losses	See Mult. Losses
145	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.98	11.98	11.99	11.99	See Mult. Losses	See Mult. Losses
148	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.93	11.93	11.94	11.94	See Mult. Losses	See Mult. Losses
151	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.89	11.89	11.90	11.90	See Mult. Losses	See Mult. Losses
157	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.48	12.48	12.49	12.49	See Mult. Losses	See Mult. Losses
160	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.43	12.43	12.44	12.44	See Mult. Losses	See Mult. Losses
163	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.37	12.37	12.38	12.38	See Mult. Losses	See Mult. Losses
166	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.33	12.33	12.34	12.34	See Mult. Losses	See Mult. Losses
175	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.21	12.21	12.22	12.22	See Mult. Losses	See Mult. Losses
178	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.25	12.25	12.26	12.26	See Mult. Losses	See Mult. Losses
181	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.30	12.30	12.31	12.31	See Mult. Losses	See Mult. Losses
184	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.35	12.35	12.36	12.36	See Mult. Losses	See Mult. Losses
197	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.52	12.52	12.52	12.52	See Mult. Losses	See Mult. Losses
198	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.59	12.59	12.60	12.60	See Mult. Losses	See Mult. Losses
199	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.27	11.27	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
203	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.51	12.51	12.51	12.51	See Mult. Losses	See Mult. Losses
204	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.56	12.56	12.57	12.57	See Mult. Losses	See Mult. Losses
205	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.29	11.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses

Tee or Wye	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
215	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.51	12.51	12.51	12.51	See Mult. Losses	See Mult. Losses
216	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.58	12.58	12.59	12.59	See Mult. Losses	See Mult. Losses
217	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
221	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.49	12.49	12.50	12.50	See Mult. Losses	See Mult. Losses
222	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.51	12.51	12.52	12.52	See Mult. Losses	See Mult. Losses
223	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
227	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.48	12.48	12.48	12.48	See Mult. Losses	See Mult. Losses
228	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.48	12.48	12.49	12.49	See Mult. Losses	See Mult. Losses
229	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.29	11.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
235	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.29	11.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
241	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.27	11.27	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
245	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.44	12.44	12.44	12.44	See Mult. Losses	See Mult. Losses
246	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.68	12.68	12.68	12.68	See Mult. Losses	See Mult. Losses
247	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
251	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.45	12.45	12.46	12.46	See Mult. Losses	See Mult. Losses
252	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.71	12.71	12.72	12.72	See Mult. Losses	See Mult. Losses
257	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.47	12.47	12.47	12.47	See Mult. Losses	See Mult. Losses
258	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.78	12.78	12.79	12.79	See Mult. Losses	See Mult. Losses
259	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
265	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.29	11.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
269	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.47	12.47	12.47	12.47	See Mult. Losses	See Mult. Losses
270	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.43	12.43	12.44	12.44	See Mult. Losses	See Mult. Losses
271	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
275	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.50	12.50	12.51	12.51	See Mult. Losses	See Mult. Losses
276	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.45	12.45	12.46	12.46	See Mult. Losses	See Mult. Losses
277	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.27	11.27	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
281	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.55	12.55	12.57	12.57	See Mult. Losses	See Mult. Losses
282	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.48	12.48	12.49	12.49	See Mult. Losses	See Mult. Losses
293	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.42	12.42	12.42	12.42	See Mult. Losses	See Mult. Losses
294	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.42	12.42	12.42	12.42	See Mult. Losses	See Mult. Losses
299	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.44	12.44	12.45	12.45	See Mult. Losses	See Mult. Losses

Tee or Wye	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
300	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.44	12.44	12.44	12.44	See Mult. Losses	See Mult. Losses
305	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.49	12.49	12.51	12.51	See Mult. Losses	See Mult. Losses
306	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.46	12.46	12.46	12.46	See Mult. Losses	See Mult. Losses
311	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.59	12.59	12.60	12.60	See Mult. Losses	See Mult. Losses
312	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.49	12.49	12.49	12.49	See Mult. Losses	See Mult. Losses
313	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.27	11.27	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
319	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
323	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.44	12.44	12.45	12.45	See Mult. Losses	See Mult. Losses
324	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.42	12.42	12.42	12.42	See Mult. Losses	See Mult. Losses
325	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.29	11.29	See Mult. Losses	See Mult. Losses
329	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.47	12.47	12.49	12.49	See Mult. Losses	See Mult. Losses
330	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.43	12.43	12.43	12.43	See Mult. Losses	See Mult. Losses
331	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.28	11.28	11.28	11.28	See Mult. Losses	See Mult. Losses
335	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.54	12.54	12.56	12.56	See Mult. Losses	See Mult. Losses
336	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.45	12.45	12.45	12.45	See Mult. Losses	See Mult. Losses
341	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.66	12.66	12.68	12.68	See Mult. Losses	See Mult. Losses
342	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.47	12.47	12.48	12.48	See Mult. Losses	See Mult. Losses
408	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.21	11.21	11.21	11.21	0.000000	0.000000
415	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.22	11.22	11.22	11.22	0.000000	0.000000
421	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.19	11.19	11.19	11.19	0.000000	0.000000
427	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.12	11.12	11.12	11.12	0.000000	0.000000
433	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.13	11.13	11.13	11.13	0.000000	0.000000
439	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.13	11.13	11.13	11.13	0.000000	0.000000
699	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	24.44	24.44	24.54	24.54	See Mult. Losses	See Mult. Losses
797	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.47	9.47	9.48	9.48	See Mult. Losses	See Mult. Losses
798	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.84	9.84	9.90	9.90	See Mult. Losses	See Mult. Losses
801	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.46	9.46	9.47	9.47	See Mult. Losses	See Mult. Losses
802	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.11	9.11	9.12	9.12	See Mult. Losses	See Mult. Losses
803	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.10	9.10	9.10	9.10	See Mult. Losses	See Mult. Losses
811	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.56	9.56	9.57	9.57	See Mult. Losses	See Mult. Losses
812	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.07	9.07	9.07	9.07	See Mult. Losses	See Mult. Losses

Tee or Wye	Name	Junction Type	Loss Factor (K)	Vol. Flow Rate Thru Jct (liter/sec)	P Static In (m H2O std. (g))	P Static Out (m H2O std. (g))	P Stag. In (m H2O std. (g))	P Stag. Out (m H2O std. (g))	dP Stag. Total (m H2O std.)	dH (meters)
823	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.84	9.84	9.85	9.85	See Mult. Losses	See Mult. Losses
824	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.02	9.02	9.02	9.02	See Mult. Losses	See Mult. Losses
835	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.79	9.79	9.80	9.80	See Mult. Losses	See Mult. Losses
836	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.01	9.01	9.01	9.01	See Mult. Losses	See Mult. Losses
846	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	8.98	8.98	8.98	8.98	See Mult. Losses	See Mult. Losses
847	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.42	9.42	9.44	9.44	See Mult. Losses	See Mult. Losses
852	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.31	9.31	9.32	9.32	0.000000	0.000000
857	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.02	9.02	9.02	9.02	See Mult. Losses	See Mult. Losses
859	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.40	9.40	9.41	9.41	See Mult. Losses	See Mult. Losses
866	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.46	9.46	9.46	9.46	See Mult. Losses	See Mult. Losses
870	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.37	9.37	9.38	9.38	See Mult. Losses	See Mult. Losses
878	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.29	9.29	9.30	9.30	See Mult. Losses	See Mult. Losses
884	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.56	9.56	9.58	9.58	See Mult. Losses	See Mult. Losses
888	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.77	9.77	9.82	9.82	See Mult. Losses	See Mult. Losses
890	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.17	9.17	9.18	9.18	See Mult. Losses	See Mult. Losses
905	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	13.69	13.69	13.71	13.71	See Mult. Losses	See Mult. Losses
910	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.54	10.54	10.63	10.63	See Mult. Losses	See Mult. Losses
913	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	12.51	12.51	12.78	12.78	See Mult. Losses	See Mult. Losses
914	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	11.84	11.84	11.89	11.89	0.000000	0.000000
934	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.57	9.57	9.61	9.61	0.000000	0.000000
935	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.97	9.97	9.98	9.98	See Mult. Losses	See Mult. Losses
937	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.00	10.00	10.00	10.00	See Mult. Losses	See Mult. Losses
939	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.15	10.15	10.15	10.15	See Mult. Losses	See Mult. Losses
940	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.14	10.14	10.14	10.14	See Mult. Losses	See Mult. Losses
944	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.01	10.01	10.01	10.01	See Mult. Losses	See Mult. Losses
951	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.47	9.47	9.48	9.48	See Mult. Losses	See Mult. Losses
954	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.19	10.19	10.20	10.20	See Mult. Losses	See Mult. Losses
957	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	9.55	9.55	9.59	9.59	See Mult. Losses	See Mult. Losses
958	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.08	10.08	10.09	10.09	See Mult. Losses	See Mult. Losses
963	Tee or Wye	Tee or Wye	See Mult. Losses	N/A	10.19	10.19	10.19	10.19	See Mult. Losses	See Mult. Losses

Anexo C – memorias de cálculo

C.4- Estimación del ciclo de trabajo, capacidad requerida y selección de equipo hidroneumático

Contenido

- C.4.1- Objetivo
- C.4.2- Referencias
- C.4.3- Forma y dimensiones generales
- C.4.4- Consideraciones generales
- C.4.5- Ecuaciones
- C.4.6- Desarrollo
- C.4.7- Conclusiones y recomendaciones

Revisión	Elab. por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	E. Mariaca	Emitido para revisión	16/05/2018	-	-
Comentarios:					

Anexo C – memorias de cálculo

C.4.1- Objetivo

Estimar el *ciclo de trabajo y capacidad requerida* de tanque hidroneumático y seleccionar el equipo hidroneumático necesario para el abastecimiento de agua potable en *facilidades Linga*.

Entiéndase por equipo hidroneumático al conjunto bomba centrífuga y tanque hidroneumático.

C.4.2- Referencias

1. A. H. Sandoval. (2014). *Tanques hidroneumáticos. Cálculo de la capacidad*. Nota técnica, Ingetec SA. Colombia.
2. E. Mariaca. (2018). *Estimación de la presión y caudal mínimo de arranque del equipo hidroneumático según los requerimientos del sistema*. Memoria de cálculo. Arequipa, Perú.
3. Hidrostal SA. (2015). *Bomba Centrífuga ISO 2858* (catálogo I – versión G). Lima, Perú: HIDROSTAL.
4. Hidrostal SA. (2015). *Equipo Hidroneumático con Tanque de Membrana Champion* (catálogo I – versión G). Lima, Perú: HIDROSTAL.
5. Hidrostal SA. (2015). *Manual de Usuario, Instalación, Operación y Mantenimiento* (catálogo I – versión G). Lima, Perú: HIDROSTAL.

C.4.3- Forma y dimensiones generales

Las dimensiones y características del sistema hidroneumático se asumieron conforme a planos y especificaciones proporcionadas por SMCV, listadas líneas abajo.

1. CAP15091-UN-C2-3860-20A-001-RevA; arquitectura; planimetría; arreglo general.
2. CAP15091-UN-C2-3860-20A-002-RevA; arquitectura; vestuarios, SS.HH. y comedor; planta.
3. CAP15091-UN-C2-3860-20A-030-RevA; arquitectura; laboratorio; planta.
4. CAP15091-UN-C2-3860-15R-060-RevA; estructuras; cimentación de estación de bombeo; planta y secciones.
5. CAP15091-UN-C2-3860-50T-001-RevA; tuberías; tuberías de agua doméstica; arreglo general.
6. CAP15091-UN-C2-3860-50T-002-RevA; tuberías; SS.HH., vestuarios y comedor; planta y secciones.
7. CAP15091-UN-C2-3860-50T-003-RevA; tuberías; laboratorio y oficinas permanentes; planta y secciones.

C.4.4- Consideraciones generales

1. La *presión mínima del sistema* se asume como la presión mínima de arranque del equipo hidroneumático.

Anexo C – memorias de cálculo

2. El *caudal mínimo del sistema* se asume como el caudal mínimo de arranque del equipo hidroneumático.
3. La *presión máxima* de sistema es 50 m de H2O std. (g)

C.4.5- Ecuaciones

C.4.5.1- Presiones del sistema

Es recomendable:

$$P_{max} - P_{min} \geq 26 \text{ m de H2O std (g)}$$

Dónde:

- P_{max} : Presión máxima del sistema (m de H2O std (g)).
 P_{min} : Presión mínima del sistema (m de H2O std (g)).

C.4.5.2- Relación de caudales

Se define:

$$f = \frac{Q_b}{Q_s} \qquad Q_b = \frac{Q_{b,min} + Q_{b,max}}{2}$$

Dónde:

- f : Factor f .
 Q_b : Caudal de la bomba.
 Q_s : Caudal del sistema.

Se debe cumplir:

$$Q_b \geq 1.25Q_s$$

$$Q_s \leq Q_{b,min}$$

C.4.5.3- Ciclo de trabajo

Se define:

$$t_i = \frac{1}{\# \text{ de arranq./h}}$$

Anexo C – memorias de cálculo

Dónde:

t_i : Ciclo de trabajo del sistema hidroneumático (*horas*).

de arranq./h : Número de arranques de la bomba por hora (véase tabla 1).

Donde el # *de arranques/h* debe ser seleccionado, considerando el número de arranques por hora máximo recomendado por el fabricante del motor eléctrico (véase tabla presentada líneas abajo).

Tamaño de la instalación. Potencia del motor eléctrico	Máximo número de arranques/hora
Pequeña	de 15 a 30
Mediana	de 8 a 12
Grande	de 6 a 8

Número de arranques por hora recomendado para un motor eléctrico
Fuente: fabricante de motores eléctricos KSB, 1968

C.4.5.4- Tiempo de operación de la bomba

Sabemos que durante un tiempo t_b :

$$Q_s t_b + V_{ut} = Q_b t_b$$

Además, sabemos que durante un tiempo $(t_i - t_b)$:

$$Q_s (t_i - t_b) = V_{ut}$$

Reemplazando y despejando la ecuación anterior obtenemos:

$$Q_b t_b = Q_s t_i$$

Despejando obtenemos y además definimos:

$$t_b = \frac{t_i}{f}$$

$$t_b < t_i$$

Dónde:

t_b : Tiempo de operación de la bomba.

V_{ut} : Volumen útil.

Anexo C – memorias de cálculo

C.4.5.5- Volúmenes de operación

C.4.5.5.1- Volumen útil

Durante un ciclo de trabajo (t_i), se sabe que:

$$V_{ut} = Q_s(t_i - t_b)$$

Reemplazando y despejando la ecuación anterior obtenemos:

$$V_{ut} = Q_s t_i \left(1 - \frac{1}{f}\right)$$

Dónde:

- V_{ut} : Volumen útil (*lts*).
- Q_s : Caudal del sistema (*lts/s*).
- t_i : Ciclo de trabajo (*seg*).
- f : Factor f .

C.4.5.5.2- Volumen efectivo

Según la *ley de Boyle-Mariotte* aplicado al aire confinado en el tanque hidroneumático:

$$V_a(P_{max} + P_{atm}) = V_{ef}(P_{min} + P_{atm})$$

Sabemos que:

$$V_a = V_{ef} - V_{ut}$$

Despejando las ecuaciones anteriores, se obtiene:

$$V_{ef} = V_{ut} \frac{(P_{max} + P_{atm})}{(P_{max} - P_{min})}$$

Dónde:

- V_{ef} : Volumen efectivo (*lts*).
- V_{ut} : Volumen útil (*lts*).
- V_a : Volumen de aire (*lts*).

Anexo C – memorias de cálculo

- P_{max} : Presión máxima del sistema (*m de H2O std (g)*).
 P_{min} : Presión mínima del sistema (*m de H2O std (g)*).
 P_{atm} : Presión atmosférica (*m de H2O std (g)*).

C.4.5.5.3- Volumen de aire

Según el ítem anterior, sabemos que:

$$V_a = V_{ef} - V_{ut}$$

Dónde:

- V_{ef} : Volumen efectivo (*lts*).
 V_{ut} : Volumen útil (*lts*).
 V_a : Volumen de aire (*lts*).

C.4.5.5.4- Volumen remanente

Se debe cumplir:

$$V_{rem} \geq 25\%V_{ef}$$

Dónde:

- V_{rem} : Volumen remanente (*lts*).
 V_{ef} : Volumen efectivo (*lts*).

C.4.5.5.5- Volumen total

$$V_{tot} = V_{ef} + V_{rem}$$

Dónde:

- V_{tot} : Volumen total (*lts*).
 V_{rem} : Volumen remanente (*lts*).
 V_{ef} : Volumen efectivo (*lts*).

C.4.6- Desarrollo

C.4.6.1- Selección de bomba centrífuga

C.4.6.1.1- Presiones

Anexo C – memorias de cálculo

Sabemos que las presiones del sistema.

$$\begin{aligned} P_{max} & : 50 \text{ m de H}_2\text{O std (g)} \\ P_{min} & : 25.75 \text{ m de H}_2\text{O std (g)} \end{aligned}$$

$$P_{b,max} \leq P_{max} = 50 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$$

$$P_{b,min} \geq P_{min} = 25.75 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$$

$$\begin{aligned} P_{b,max} & : \text{Presión máx. de operación de bomba} \\ P_{b,min} & : \text{Presión min. de operación de bomba} \end{aligned}$$

C.4.6.1.2- Caudales

Sabemos que el caudal del sistema.

$$Q_s : 4.55 \text{ lts/s}$$

$$Q_s = 4.55 \text{ lts/s} \leq Q_{b,min}$$

$$Q_b \geq 1.25Q_s = 5.68 \text{ lts/s}$$

$$5.68 \text{ lts/s} = \frac{4.55 \text{ lts/s} + Q_{b,max}}{2}$$

$$Q_{b,max} = 6.81 \text{ lts/s}$$

C.4.6.1.3- Rango de operación requerido

La curva HQ de operación de la bomba seleccionada debe incluir el siguiente rango de operación, dentro de un rango de eficiencia aceptable.

$$TDH_{max} = 50 \text{ m}$$

$$Q_{b,min} = 4.55 \text{ lts/s}$$

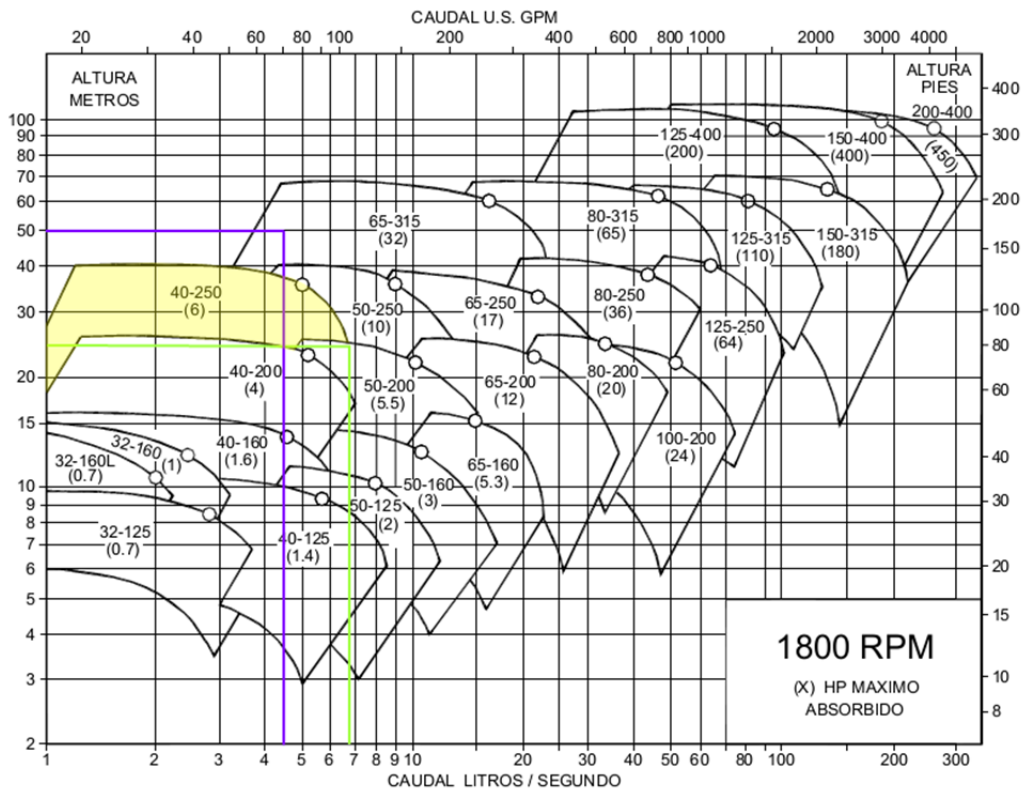
$$TDH_{min} = 25.75 \text{ m}$$

$$Q_{b,max} = 6.81 \text{ lts/s}$$

C.4.6.1.4- Bomba centrífuga seleccionada

Anexo C – memorias de cálculo

Del catálogo Hidrostral SA. (2015). *Bomba Centrífuga ISO 2858* (catálogo I – versión G). Lima, Perú: HIDROSTAL. El modelo de bomba centrífuga que más se ajusta al rango de operación requerido es.



Curvas de selección de modelos de bombas Hidrostral.
Hidrostral SA. (2015). *Bomba Centrífuga ISO 2858* (catálogo I – versión G). Lima, Perú.

Especificaciones de bomba Hidrostral seleccionada:

Marca	:	Hidrostral
Tipo	:	Bomba centrífuga
Modelo	:	EQ.BOMBA 40-250-9HE-E500-AC-2R
Serie	:	2015053512
Caudal óptimo	:	5 lt/s
TDH óptimo	:	35.5 m
Potencia	:	6. hp

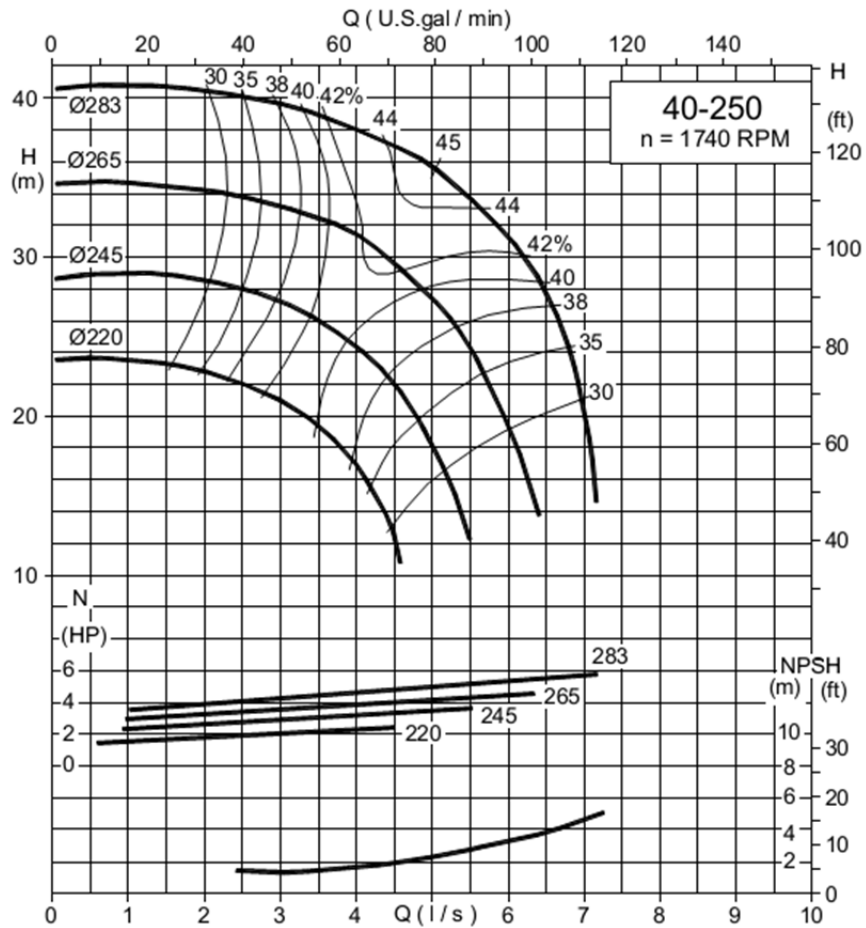
Especificaciones de motor eléctrico acoplado:

Marca	:	WEG
Modelo	:	W22
Fases	:	3
Voltaje	:	220/380/440 V
Amperaje	:	16.6/9.61/8.30 A
Potencia	:	6.0 hp
Grado de protección	:	IP55

Anexo C – memorias de cálculo

RPM : 1750
Peso : 44 kg

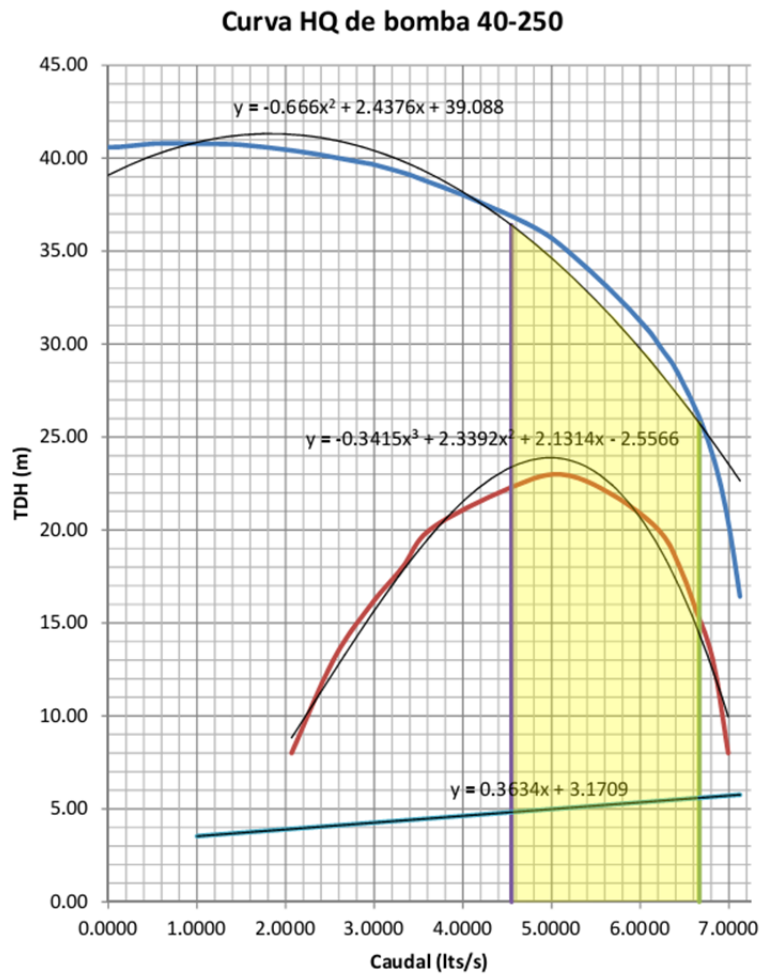
Curvas de operación experimentales de bomba Hidrostral seleccionada:



Curva HQ de bomba centrífuga Hidrostral EQ.BOMBA 40-250-9HE-E500-AC-2R.
Hidrostral SA. (2015). *Bomba Centrífuga ISO 2858* (catálogo I – versión G). Lima, Perú.

Curva de operación ajustada (ecuaciones polinómicas) de bomba Hidrostral seleccionada:

Anexo C – memorias de cálculo



Ecuaciones polinómicas de curva HQ y eficiencia % de bomba Hidrostral seleccionada.

Rango de operación disponible de la bomba Hidrostral seleccionada:

$$TDH_{max} = 36.40 \text{ m}$$

$$TDH_{min} = 25.75 \text{ m}$$

$$Q_{b,min} = 4.55 \text{ lts/s}$$

$$Q_{b,max} = 6.66 \text{ lts/s}$$

$$Eficiencia = 45.4 \%$$

$$Eficiencia = 36.5 \%$$

$$Potencia = 4.9 \text{ HP}$$

$$Potencia = 5.6 \text{ HP}$$

C.4.6.2- Selección del tanque hidroneumático

Anexo C – memorias de cálculo

C.4.6.2.1- Presiones

$$36.40 \text{ m de H}_2\text{O std (g)} \leq P_{max} = 50 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$$

$$25.75 \text{ m de H}_2\text{O std (g)} \geq P_{min} = 25.75 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$$

Las nuevas presiones del sistema son:

$$P_{max} = 36.40 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$$

$$P_{min} = 25.75 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$$

$$P_{max} - P_{min} = 10.65 \text{ m de H}_2\text{O std (g)} \ll 26 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$$

La diferencia de presiones no cumple con la recomendación del ítem 5.1, pero es aceptable debido a que se encuentra limitado por las características de operación del sistema (para instalaciones sanitarias la presión máxima no debe ser mayor a 50 m de H₂O std (g)). Esta deficiencia se verá compensada seleccionando una mayor capacidad del tanque hidroneumático y un mayor ciclo de trabajo.

C.4.6.2.2- Relación de caudales

Sabemos que el caudal del sistema:

$$Q_s \quad : \quad 4.55 \text{ lts/s}$$

Caudales de la bomba seleccionada:

$$Q_{b,max} \quad 6.66 \text{ lts/s}$$

$$Q_{b,min} \quad 4.55 \text{ lts/s}$$

$$Q_b = 5.605 \text{ lts/s} = \frac{4.55 \text{ lts/s} + 6.66 \text{ lts/s}}{2}$$

$$f = \frac{Q_b}{Q_s} = \frac{5.605 \text{ lts/s}}{4.55 \text{ lts/s}} = 1.2318$$

Verificando el requerimiento del ítem 5.2.

$$5.605 \text{ lts/s} = Q_b \geq 1.25Q_s = 5.687 \text{ lts/s}$$

Anexo C – memorias de cálculo

Se observa que no se cumple el requerimiento de caudales de ítem 5.2. Se acepta esta condición por tratarse de instalaciones sanitarias.

C.4.6.2.3- Ciclo de trabajo y tiempo de operación de bomba

$$f = \frac{\approx Q_b}{-Q_s}$$

Sabemos que en condiciones normales de operación, a medida de que la presión del sistema se vaya incrementando (llenado de tanque hidroneumático), el caudal del sistema (Q_s) se irá incrementando ligeramente y el caudal de la bomba (Q_b) irá disminuyendo hasta un punto de equilibrio donde ambos caudales sean aproximadamente iguales, donde ocurrirá la parada de la bomba.

Entonces el factor (f) variará dentro del siguiente rango.

$$1 \leq f \leq 1.4637$$

Se selecciona un rango de número de arranques probables y se calcula el ciclo de trabajo (t_i) y tiempo de operación de la bomba (t_b) para un factor (f) medio.

$$f = 1.2318$$

$$t_i = \frac{1}{\# \text{ de arranq./h}}$$

$$t_b = \frac{t_i}{f}$$

Ítem	# de arranq./h	t_i (min)	t_b (min)
1	20	3	2.43
2	16	3.75	3.04
3	12	5	4.06
4	10	6	4.87

El tiempo de operación de la bomba (t_b) calculado representa el tiempo máximo que la bomba requiere para equilibrar el caudal $Q_s = 4.55 \text{ lts/s}$. Para caudales menores a $Q_s < 4.55 \text{ lts/s}$ el tiempo de operación requerido será menor.

C.4.6.2.4- Volumen útil y efectivo

Anexo C – memorias de cálculo

$$V_{ut} = Q_s t_i \left(1 - \frac{1}{f}\right)$$

$$V_{ef} = V_{ut} \frac{(P_{max} + P_{atm})}{(P_{max} - P_{min})}$$

Para un $f = 1.2318$, $Q_s = 4.55 \text{ lts/s}$, $P_{max} = 36.40 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$,
 $P_{min} = 25.75 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$, $P_{atm} = 7.543 \text{ m de H}_2\text{O std (g)}$

Ítem	# de arranq./h	V_{ut} (lts)	V_{ef} (lts)
1	20	154.12	635.91
2	16	192.65	794.89
3	12	256.87	1059.88
4	10	308.24	1271.83

C.4.6.2.5- Selección de tanque hidroneumático

Expresando los volúmenes en galones US.

Ítem	# de arranq. /h	V_{ut} (gal US)	V_{ef} (gal US)
1	20	40.772	168.23
2	16	50.965	210.29
3	12	67.955	280.39
4	10	81.544	336.46

Seleccionamos la capacidad correspondiente a un # de arranq./h probable de 10, que requiere un tanque hidroneumático de capacidad efectiva y total mayor a los otros.

$$V_{ef} = 336.46 \text{ gal US}$$

$$336.46 \text{ gal US} < V_{tot} \leq 420.575 \text{ gal US}$$

Y además requiere un volumen útil.

$$V_{ut} = 81.544 \text{ gal US}$$

Para un rango de presiones comprendido entre:

Anexo C – memorias de cálculo

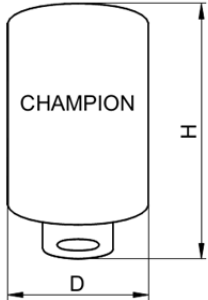
$$P_{max} = 36.40 \text{ m de H}_2\text{O std (g)} \approx 51.79 \text{ PSI}$$

$$P_{min} = 25.75 \text{ m de H}_2\text{O std (g)} \approx 36.64 \text{ PSI}$$

De la tabla presentada líneas abajo, extraído del catálogo Hidrostral SA. (2015). *Equipo Hidroneumático con Tanque de Membrana Champion* (catálogo I – versión G), ninguno de los modelos presentados cuenta, individualmente, con la capacidad requerida, por lo que es necesario realizar una instalación en serie con varios tanques. El modelo más adecuado para este tipo de instalación es:

Modelo: CH – 119

	MODELO DEL TANQUE	VOLUMEN TOTAL (GAL)	VOLUMEN UTIL			PRESION DE PRECARGA (PSI)	DIMENSIONES (PULG)		DIAMETRO DE DESCARGA (PULG)	PESO (LB)
			20/40 PSI	30/50 PSI	40/60 PSI		D	H		
VERTICAL CON BASE	CH-20	20.0	7.3	6.2	5.4	28	15	32	1	35
	CH-32	32.0	11.2	9.9	8.6	28	15	48	1	43
	CH-62	62.0	22.9	19.2	16.7	38	22	47	1 1/4	92
	CH-86	86.0	31.8	26.7	23.2	38	26	47	1 1/4	123
	CH-119	119.0	44.0	36.9	32.1	38	26	62	1 1/4	166



Dimensiones y capacidades de tanques hidroneumáticos.

Hidrostral SA. (2015). *Equipo Hidroneumático con Tanque de Membrana Champion* (catálogo I – versión G). Lima, Perú: HIDROSTAL.

Capacidades del modelo seleccionado:

Marca	: Champion
Tipo	: Tanque hidroneumático
Modelo	: CH-119
Cantidad	: 3
Presión máximo	: 60 PSI
Presión mínimo	: 30 PSI
Volumen total	: 357 gal
Volumen útil	: 100.5 gal

C.4.7- Conclusiones y recomendaciones

1. El modelo de bomba centrífuga HIDROSTAL EQ.BOMBA 40-250-9HE-E500-AC-2R, resulta adecuado para la instalación del sistema hidroneumático de *facilidades Linga*.
2. El modelo de tanque hidroneumático HIDROSTAL CH-119, resulta adecuado para la instalación del sistema hidroneumático de *facilidades Linga*.

Anexo C – memorias de cálculo

C.5- Lista de equipos mecánicos

Contenido

C.5.1- Lista de equipos mecánicos

Revisión	Elab. por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	E. Mariaca	Emitido para revisión	16/05/2018	-	-
Comentarios:					

Anexo C – memorias de cálculo

C.5.1- Lista de equipos mecánicos

ITEM	EQUIP. N° (TAG)	DESCRIPCION	PROVEEDOR	MODELO	CANT.	TAMAÑO / CAPACIDAD	MOTOR ELECTRICO		OBSERVACIONES
							KW/HP	RPM	
001	-	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Etemit	NA	2	Cap.= 25 m3, Ø=3 , H=3.9 m	-	-	Tanque de almacenamiento de agua domestica para los SSHH para todas las facilidades Linga.
002	C2-3860-PW-2801	BOMBA HIDRÁULICA	Hidrostal	EQ.BOMBA 40-250-9HE-E500-AC-2R	1	TDH = 29.3 mca, 15.22 m3/h	2.5 / 3.5	3450	Bomba centrífuga horizontal para agua. En Operación.
003	C2-3860-PW-2802	BOMBA HIDRÁULICA	Hidrostal	EQ.BOMBA 40-250-9HE-E500-AC-2R	1	TDH = 29.3 mca, 15.22 m3/h	2.5 / 3.5	3450	Bomba centrífuga horizontal para agua. En Stand By.
004	N/A	TERMAS ELÉCTRICAS (1)	Hot Master	NA	6	Cap. 600 lts, Ø=0.8 , H=1.8	-	-	Termas eléctricas vertical/piso.
005	C2-3860-TK-2801	TANQUE HIDRONEUMÁTICO	Hidrostal	CH-119	1	Cap. Max. = 44 Gins, Ø=0.8 , H=1.5	-	-	-
006	C2-3860-TK-2802	TANQUE HIDRONEUMÁTICO	Hidrostal	CH-119	1	Cap. Max. = 44 Gins, Ø=0.8 , H=1.5	-	-	-
007	C2-3860-TK-2803	TANQUE HIDRONEUMÁTICO	Hidrostal	CH-119	1	Cap. Max.= 44 Gins, Ø=0.8 , H=1.5	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NOTAS:

- 1.- La selección de las termas no es alcance de la memoria.
- 2.- Todos los parámetros de los equipos están dado para las condiciones medioambientales de SMCV (2770 msnm).

Anexo C – memorias de cálculo

C.6- Lista de componentes – unidad de bombeo HIDROSTAL 40-250-9HE-E500-AC-2R

Contenido

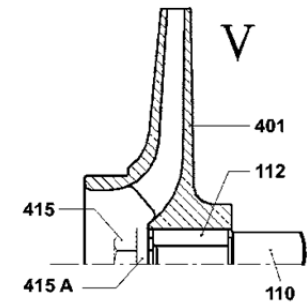
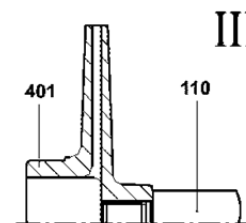
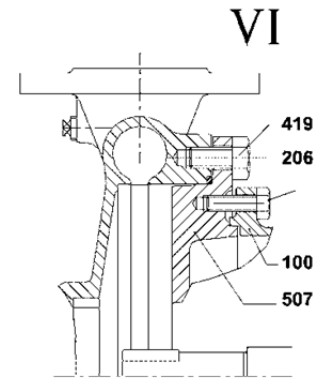
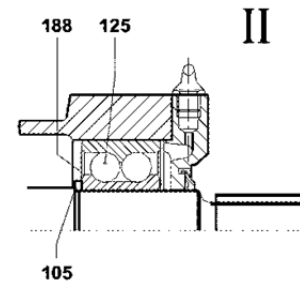
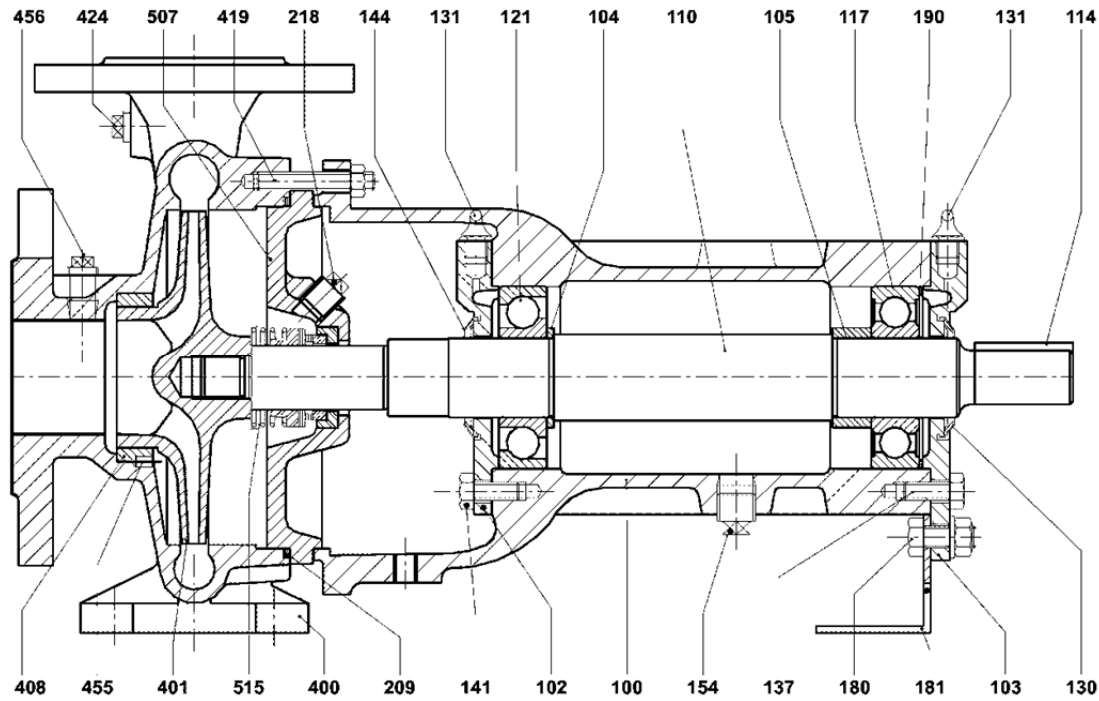
C.6.1- Lista de componentes

C.6.2- Componentes críticos

Revisión	Elab. por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	E. Mariaca	Emitido para revisión	16/05/2018	-	-
Comentarios:					

Anexo C – memorias de cálculo

C.6.1- Lista de componentes



Anexo C – memorias de cálculo

POS.	DESCRIPCION	CANT.
100	Casco Rodamiento	1
102	Tapa Rodamiento Delantero	1
103	Tapa Rodamiento Posterior	1
104	Anillo Distanciador Delant.	1
105	Anillo Distanciador Post.	1a
*110	Eje	1
112	Chaveta	1b
114	Chaveta	1
*117	Rodamiento de bolas	1
*121	Rodamiento de bolas de Contacto Angular	1 *
*125	Rodamiento de 2 hileras de bolas con Contacto Angular	1
126	Tuerca SKF KM17	1
127	Tuerca SKF MB17	1
*130	Anillo Stefa	1
131	Grasera Recta NPT 1/8	2
137	Perno exagonal	4
141	Perno exagonal	4
*144	Anillo Stefa	1
154	Tapón NPT	1
180	Perno exagonal	2
180	Tuerca exagonal	2
180	Anillo Plano	2
181	Pata Posterior DIN	1
183	Disco Grasa Delantero	1
185	Placa Hidrostal	1
188	Disco Grasa Posterior	1
*190	Anillo Tolerancia	1h
200	Pieza Intermedia Prensaestopa	1
201	Caja Prensaestopa	1
202	Luneta	1g

POS.	DESCRIPCION	CANT.
204	Bocina Prensaestopa	1
206	Perno exagonal	8
*208	Bocina Eje/Bocina Sello Mec.	1
*209	Empaquetadura	1
*210	Empaquetadura	1
213	Pin de Arrastre	1
*214	Anillo Jebe	1
*215	Empaquetadura Prensaestopa	6
*216	Empaquetadura	1
218	Tapón NPT 1/4-Conex. 2	1
218-A	Tapón NPT 1/4-Conex. 1	1
220	Perno exagonal	2
220	Tuerca exagonal	2
221	Perno exagonal	2
221	Anillo Plano	2
229	Anillo Plano	2
231	Perno exagonal	1
400	Caja	1
*401	Impulsor	1
*408	Anillo Desgaste Delantero	1
*408-A	Anillo Desgaste Posterior	1d
415	Perno Central	1e
415-A	Anillo Impulsor DIN	1f
419	Perno exagonal	8
423	Tapón NPT - Purga	1
424	Tapón NPT - Manómetro	1
455	Pin de Seguridad Delantero	1
455-A	Pin de Seguridad Posterior	1d
456	Tapón NPT - Vacuómetro	1
507	Pieza Intermedia Sello Mecánico	1
507-A	Tapa Sello Mecánico	1
*515	Sello Mecánico	1
515-A	Espaciador Sello	1

NOTAS:

- a(2) : Para las Bombas 150-315 / 150-400
- b(2) : Para las Bombas 125-315 / 125-400 / 150-315 / 150-400
- d : Para la Bomba 65-250 solo como repuesto
- e : Tuerca de Seguridad para la Bomba 125-400
- f : Arandela de Seguridad para la Bomba 125-400
- g : Luneta partida en bombas 150-400 y 200-400
- h : Resorte en bombas 150-400 y 200-400
- * : Soporte 750 lleva 2 rodamientos delanteros

***REPUESTOS RECOMENDADOS**

Anexo C – memorias de cálculo

C.6.2- Componentes críticos

ITEM	DESCRIPCION	PROVEEDOR	MODELO	CANT.	TAMAÑO / CAPACIDAD	OBSERVACIONES
121	RODAMIENTOS DE BOLAS DE CONTACTO ANGULAR	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-
117	RODAMIENTO DE BOLAS	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-
408	ANILLO DE DESGASTE DELANTERO	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-
408-A	ANILLO DE DESGASTE POSTERIOR	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1d	NA	-
130	ANILLO STEFA	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-
104	ANILLO DISTANCIADOR DELANTERO	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-
105	ANILLO DISTANCIADOR POSTERIOR	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1a	NA	-
209	EMPAQUETADURA	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-
183	DISCO GRASA DELANTERO	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-
188	DISCO GRASA POSTERIOR	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-
190	ANILLO DE TOLERANCIA	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1h	NA	-
515	SELLO MECANICO	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-
515-A	ESPACIADOR DE SELLO	Hidrostal	40-250-9HE-E500-AC-2R	1	NA	-

Anexo D – planos de ingeniería

D- PLANOS DE INGENIERÍA

D.1- Planos de arquitectura

CAP15091-UN-C2-3860-20A-001-RevA; arquitectura; planimetría; arreglo general.

CAP15091-UN-C2-3860-20A-002-RevA; arquitectura; vestuarios, SS.HH. y comedor; planta.

CAP15091-UN-C2-3860-20A-030-RevA; arquitectura; laboratorio; planta.

D.2- Planos civiles

CAP15091-UN-C2-3860-15R-060-RevA; estructuras; cimentación de estación de bombeo; planta y secciones.

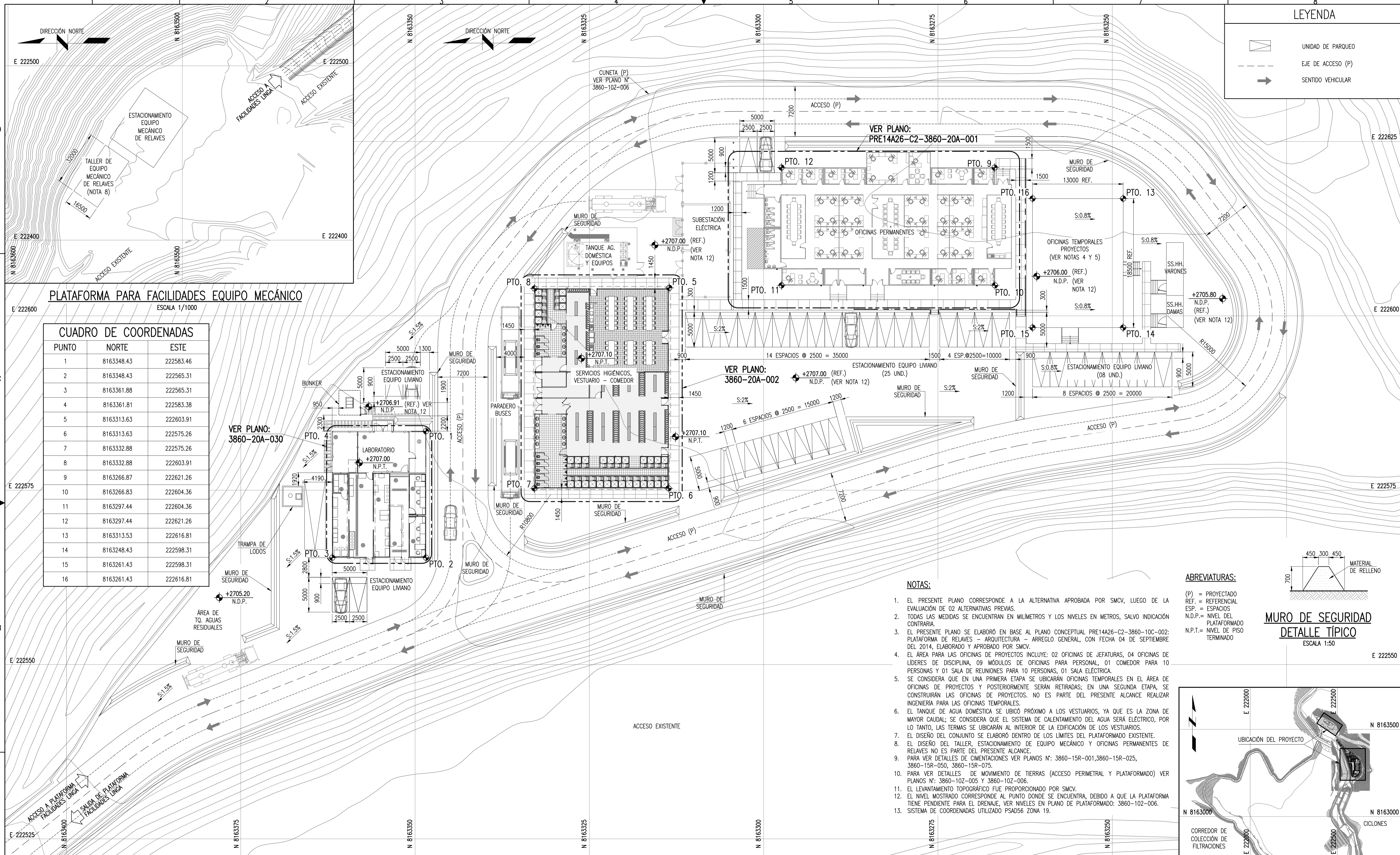
D.3- Planos de sistema de agua doméstica

CAP15091-UN-C2-3860-50T-001-RevA; tuberías; tuberías de agua doméstica; arreglo general.

CAP15091-UN-C2-3860-50T-002-RevA; tuberías; SS.HH., vestuarios y comedor; planta y secciones.

CAP15091-UN-C2-3860-50T-003-RevA; tuberías; laboratorio y oficinas permanentes; planta y secciones.

CAP15091-UN-C2-3860-50T-060-RevA; tuberías; estación de bombeo; planta y secciones.



LEYENDA

- [Symbol] UNIDAD DE PARQUEO
- [Symbol] EJE DE ACCESO (P)
- [Symbol] SENTIDO VEHICULAR

PLATAFORMA PARA FACILIDADES EQUIPO MECANICO
ESCALA 1/1000

CUADRO DE COORDENADAS

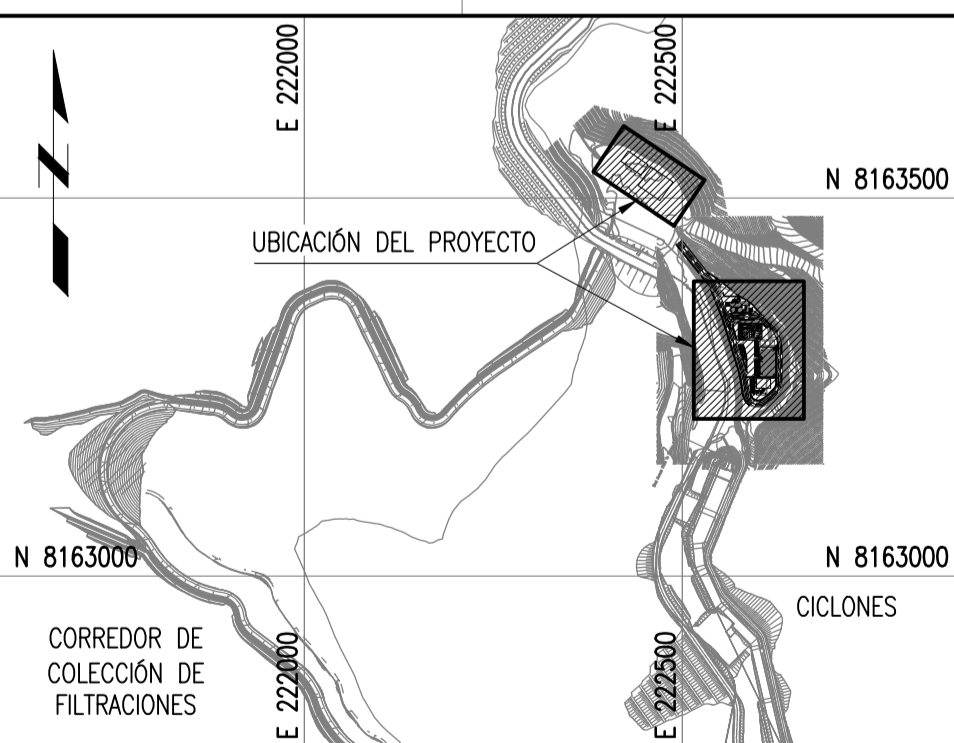
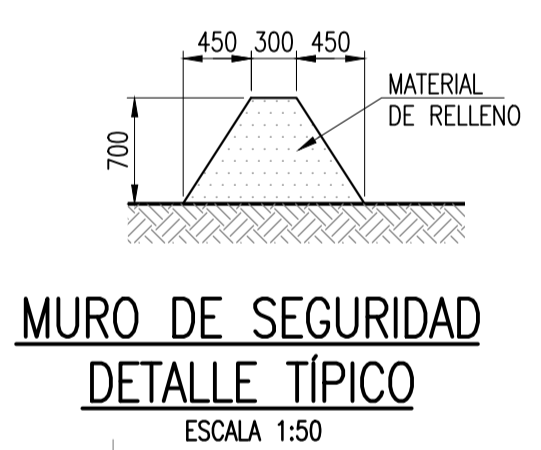
PUNTO	NORTE	ESTE
1	8163348.43	222583.46
2	8163348.43	222585.31
3	8163361.88	222585.31
4	8163361.81	222583.38
5	8163313.63	222603.91
6	8163313.63	222575.26
7	8163332.88	222575.26
8	8163332.88	222603.91
9	8163266.87	222621.26
10	8163266.83	222604.36
11	8163297.44	222604.36
12	8163297.44	222621.26
13	8163313.53	222616.81
14	8163248.43	222598.31
15	8163261.43	222598.31
16	8163261.43	222616.81

NOTAS:

- EL PRESENTE PLANO CORRESPONDE A LA ALTERNATIVA APROBADA POR SMCV, LUEGO DE LA EVALUACION DE 02 ALTERNATIVAS PREVIAS.
- TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.
- EL PRESENTE PLANO SE ELABORO EN BASE AL PLANO CONCEPTUAL PRE14A26-C2-3860-10C-002: PLATAFORMA DE RELAVES - ARQUITECTURA - ARREGLO GENERAL, CON FECHA 04 DE SEPTIEMBRE DEL 2014, ELABORADO Y APROBADO POR SMCV.
- EL AREA PARA LAS OFICINAS DE PROYECTOS INCLUYE: 02 OFICINAS DE JEFATURAS, 04 OFICINAS DE LIDERES DE DISCIPLINA, 09 MODULOS DE OFICINAS PARA PERSONAL, 01 COMEDOR PARA 10 PERSONAS Y 01 SALA DE REUNIONES PARA 10 PERSONAS, 01 SALA ELECTRICA.
- SE CONSIDERA QUE EN UNA PRIMERA ETAPA SE UBICARAN OFICINAS TEMPORALES EN EL AREA DE OFICINAS DE PROYECTOS Y POSTERIORMENTE SERAN RETIRADAS; EN UNA SEGUNDA ETAPA, SE CONSTRUIRAN LAS OFICINAS DE PROYECTOS. NO ES PARTE DEL PRESENTE ALCANCE REALIZAR INGENIERIA PARA LAS OFICINAS TEMPORALES.
- EL TANQUE DE AGUA DOMESTICA SE UBICO PROXIMO A LOS VESTUARIOS, YA QUE ES LA ZONA DE MAYOR CAUDAL; SE CONSIDERA QUE EL SISTEMA DE CALENTAMIENTO DEL AGUA SERA ELECTRICO, POR LO TANTO, LAS TERMAS SE UBICARAN AL INTERIOR DE LA EDIFICACION DE LOS VESTUARIOS.
- EL DISEÑO DEL CONJUNTO SE ELABORO DENTRO DE LOS LIMITES DEL PLATAFORMADO EXISTENTE.
- EL DISEÑO DEL TALLER, ESTACIONAMIENTO DE EQUIPO MECANICO Y OFICINAS PERMANENTES DE RELAVES NO ES PARTE DEL PRESENTE ALCANCE.
- PARA VER DETALLES DE CIMENTACIONES VER PLANOS N°: 3860-15R-001, 3860-15R-025, 3860-15R-050, 3860-15R-075.
- PARA VER DETALLES DE MOVIMIENTO DE TIERRAS (ACCESO PERIMETRAL Y PLATAFORMADO) VER PLANOS N°: 3860-10Z-005 Y 3860-10Z-006.
- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO FUE PROPORCIONADO POR SMCV.
- EL NIVEL MOSTRADO CORRESPONDE AL PUNTO DONDE SE ENCUENTRA, DEBIDO A QUE LA PLATAFORMA TIENE PENDIENTE PARA EL DRENAJE, VER NIVELES EN PLANO DE PLATAFORMADO: 3860-10Z-006.
- SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO PSAD56 ZONA 19.

ABREVIATURAS:

- (P) = PROYECTADO
- REF. = REFERENCIAL
- ESP. = ESPACIOS
- N.D.P. = NIVEL DEL PLATAFORMADO
- N.P.T. = NIVEL DE PISO TERMINADO



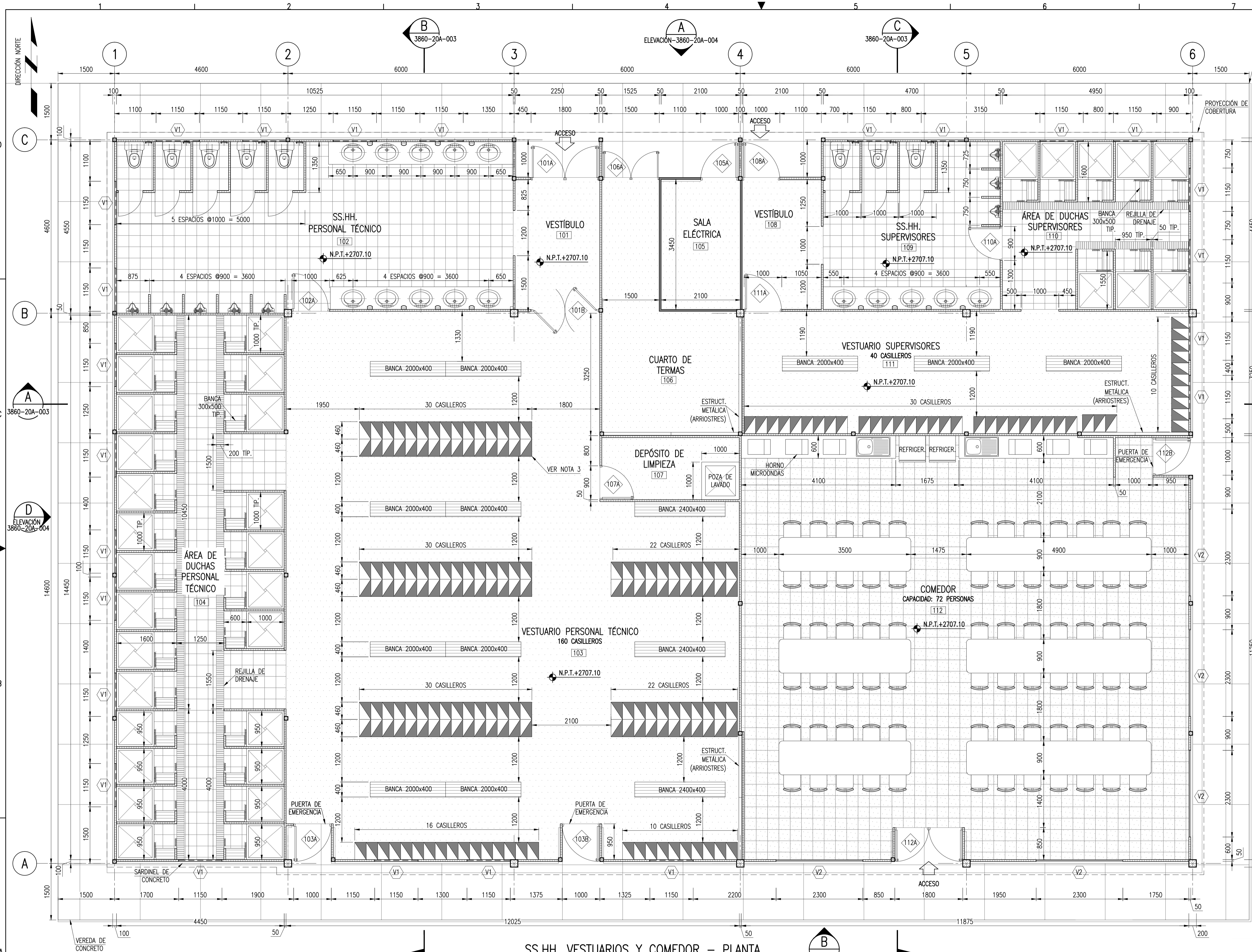
ARREGLO GENERAL - FACILIDADES LINGA
ESCALA 1/250

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	NUMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS	APROBADO:
A	12MAY18	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	E.M									DISEÑADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018 DIBUJADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018 REVISADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018 APROBADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN
AREQUIPA - PERU
FACILIDADES, OPERACIONES, MTO Y NUEVAS CONSTRUCCIONES - PRESA DE RELAVES LINGA

PLANO: ARQUITECTURA PLANIMETRIA ARREGLO GENERAL

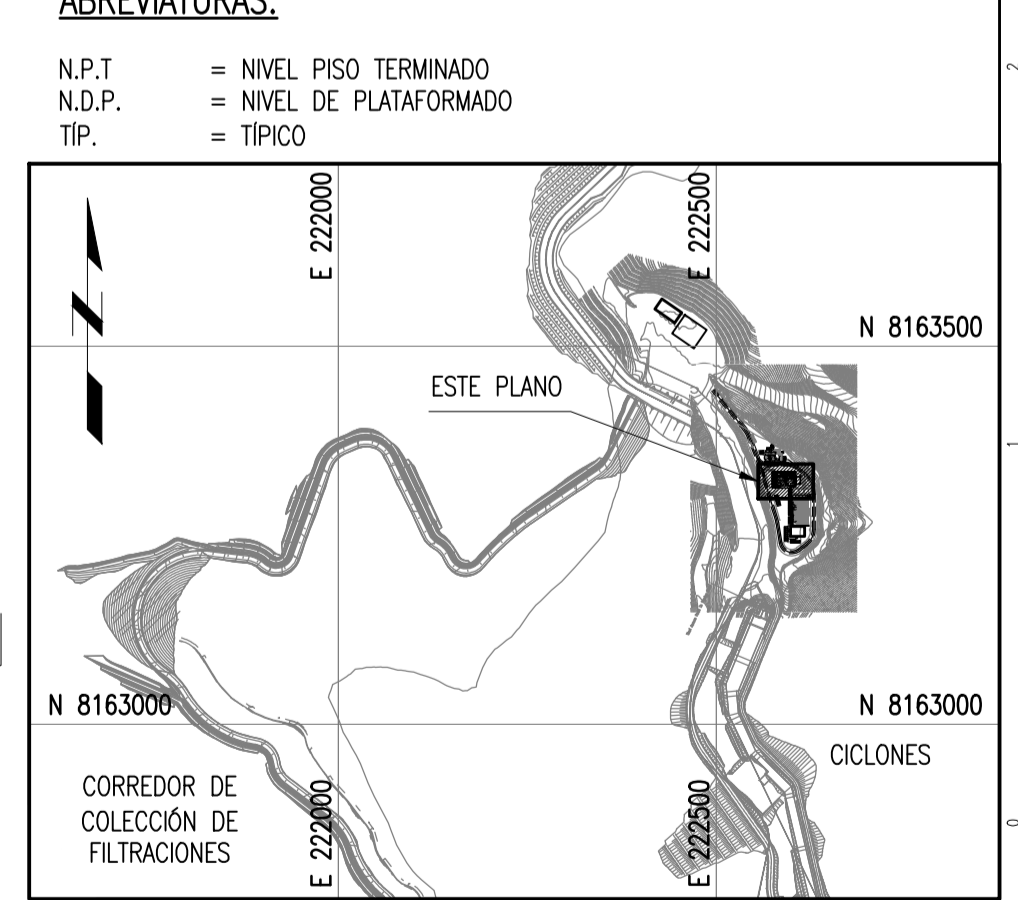
ESCALA: INDICADA NUMERO DE PLANO: CAP15091-UN-C2-3860-20A-001



LEYENDA

- DESIGNACIÓN DE COLUMNA
- CÓDIGO DE AMBIENTE
- NÚMERO DE PUERTA IDENTIFICACIÓN DE PUERTA NÚMERO DE AMBIENTE VER PLANOS DE ARQUITECTURA
- VENTANA
- SECCIÓN O DETALLE No. No. DE PLANO DONDE SE MUESTRA EL DETALLE
- PISO VINÍLICO 300x300
- PISO CERÁMICO NACIONAL 300x300
- PISO CEMENTO PULIDO
- CASILLERO 305x460mm (VER NOTA 3)
- COLUMNA METÁLICA
- TIPO 1 PANELES AISLANTES THERMOMURO CCA POL e=50mm 02 CARAS DE ACERO Y NÚCLEO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (VER NOTA 8)
- TIPO 2 PANELES AISLANTES THERMOMURO CCA PIR e=50mm 02 CARAS DE ACERO CON NÚCLEO DE ESPUMA DE POLISOCIANURATO (VER NOTA 8)
- CORTINA DE DUCHA

- NOTAS:**
- TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
 - EL PRESENTE PLANO CORRESPONDE AL DESARROLLO DE INGENIERÍA BÁSICA, CON INCLUSIONES DE INGENIERÍA DE DETALLE, A SOLICITUD DEL CLIENTE.
 - LOS CASILLEROS SERÁN DE UN SOLO CUERPO. LAS DIMENSIONES CONSIDERADAS SON DE: 305x460mm (DATO INDICADO POR SMCV).
 - TODOS LOS AMBIENTES PROYECTADOS SE UBICARÁN SOBRE PISO DE LOSA DE CONCRETO.
 - LOS AMBIENTES DE SS.HH. Y DUCHAS SERÁN CONSTRUIDOS CON ESTRUCTURA METÁLICA Y THERMOMURO. ESTOS AMBIENTES FUERON DIMENSIONADOS DE TAL MANERA QUE PUEDAN ADAPTARSE A DISTINTOS SISTEMAS ESTRUCTURALES TALES COMO EL PROYECTADO O COMO MÓDULOS PREFABRICADOS, SEGÚN CRITERIO DE SMCV.
 - EL DISEÑO DE LOS VESTUARIOS, SS.HH. Y COMEDOR PARTIÓ DEL PLANO 240K-C2-3860-20A-301 (FLUOR), PROPORCIONADO POR SMCV.
 - VER CUADRO DE VANOS Y ACABADOS EN EL PLANO: 3860-20A-005.
 - LOS DETALLES DE INSTALACIÓN DE THERMOMURO SERÁN DEFINIDOS POR EL PROVEEDOR.
 - LAS INSTALACIONES SANITARIAS, SERÁN CUBIERTAS CON UNA FALSA COLUMNA O DOBLE MURO, VER PLANO CIVIL N° CAP15091-C2-3860-10Z-008 Y CAP15091-C2-3860-10Z-009.



SS.HH. VESTUARIOS Y COMEDOR - PLANTA
ESCALA 1:50

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO
A	12MAY18	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA		

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO

NUMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS
CAP15091-UN-C2-3860-20A-001	ARQUITECTURA - PLANIMETRIA - ARREGLO GENERAL

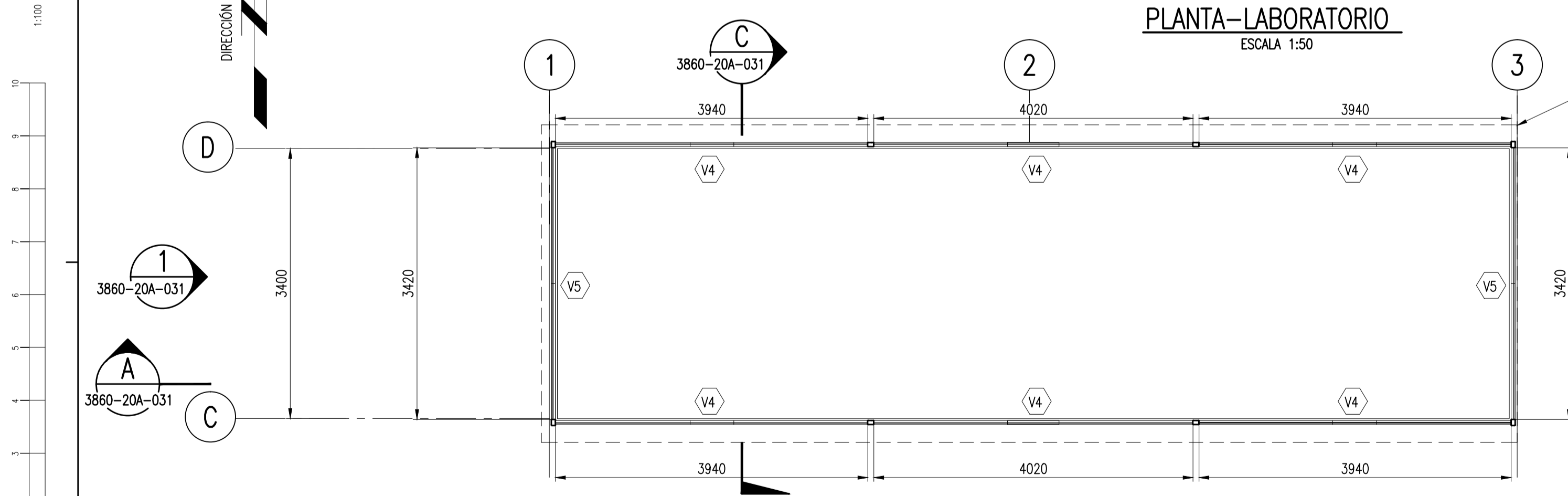
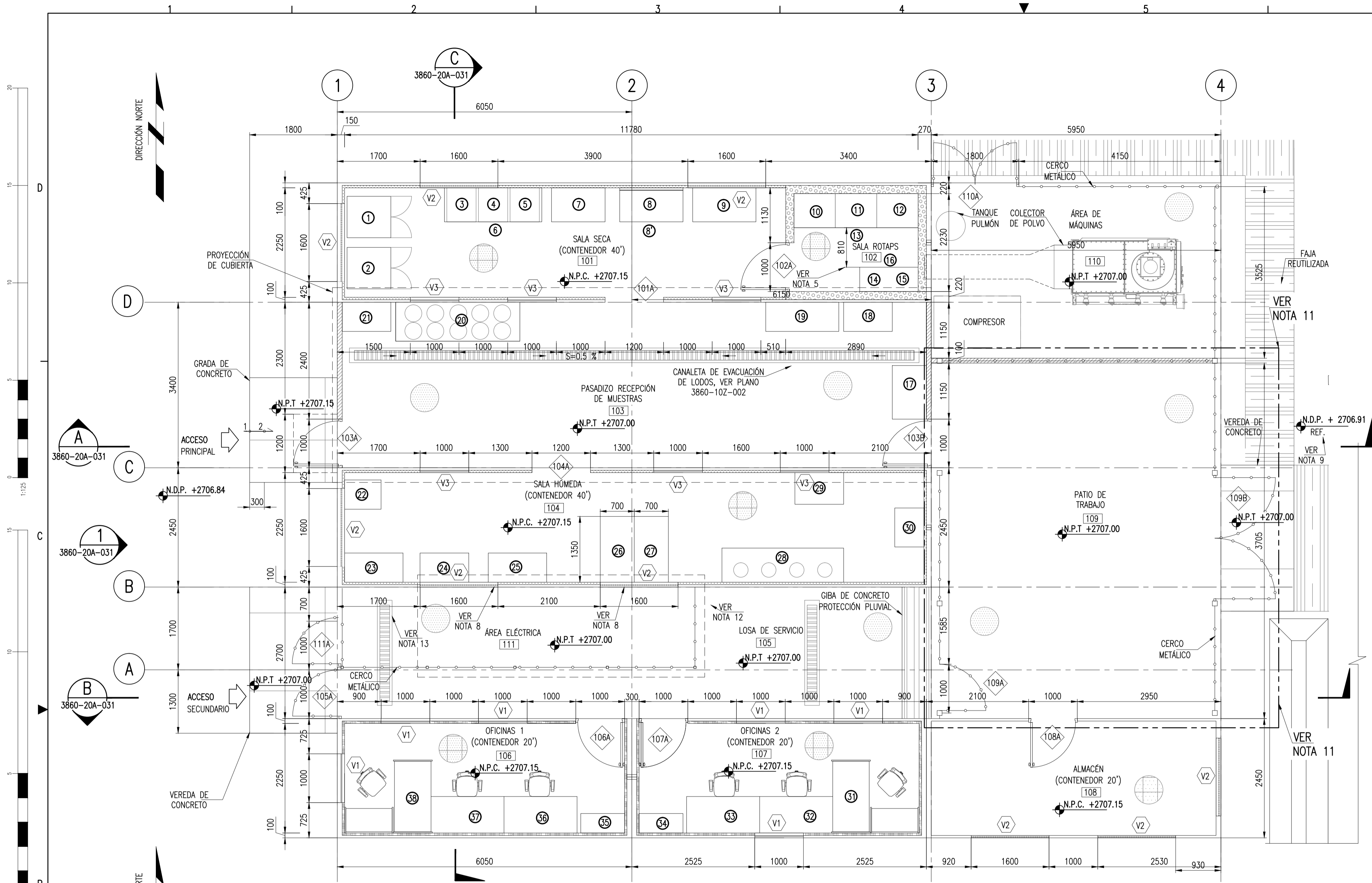
APROBADO:	
DISEÑADO POR: SMCV	FECHA: 12/05/2018
DESBUJADO POR: SMCV	FECHA: 12/05/2018
REVISADO POR: E. MARIACA	FECHA: 12/05/2018
APROBADO POR: E. MARIACA	FECHA: 12/05/2018

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN
AREQUIPA - PERU

FACILIDADES, OPERACIONES, MITO Y NUEVAS CONSTRUCCIONES - PRESA DE RELAVES LINGA

ARQUITECTURA
VESTUARIOS, SS.HH., COMEDOR
PLANTA

ESCALA INDICADA: CAP15091-UN-C2-3860-20A-002



CUADRO DE EQUIPOS Y MOBILIARIO

1	HORNO ELÉCTRICO (H1)
2	HORNO ELÉCTRICO (H2)
3	PLANCHA ELÉCTRICA (P1)
4	PLANCHA ELÉCTRICA (P2)
5	PLANCHA ELÉCTRICA (P3)
6	MESA DE TRABAJO
7	MESA METÁLICA DE TRABAJO 1
8	MESA DE CUARTEO METÁLICA
8'	CAMPANA EXTRACTORA 1
9	MESA DE PESADO
10	ROTAP (R1)
11	ROTAP (R2)
12	ROTAP (R3)
13	CAMPANA EXTRACTORA 2
14	BALANZA (B1)
15	BALANZA (B2)
16	MESA METÁLICA DE TRABAJO 2
17	MESA METÁLICA DE TRABAJO 3
18	ESTANTE DE MADERA 1
19	ESTANTE DE MADERA 2
20	MESA INGRESO DE MUESTRAS
21	CUARTEADOR DE MUESTRAS
22	COMPACTADOR
23	MESA METÁLICA DE TRABAJO 4
24	ESTANTE METÁLICO 1
25	LAVADOR DE MALLAS
26	MESA DE LAVADO 1
27	MESA DE LAVADO 2
28	FILTROS AL VACÍO
29	MESA DE TRABAJO FILTROS
30	CUARTEADOR HÚMEDO
31	ESCRITORIO 1
32	ESCRITORIO 2
33	ESCRITORIO 3
34	ESTANTE 1
35	ESTANTE 2
36	ESCRITORIO 4
37	ESCRITORIO 5
38	ESCRITORIO 6

LEYENDA

DESIGNACIÓN DE COLUMNA

XXX CODIGO DE AMBIENTE

101A IDENTIFICACION DE PUERTA
VER PLANOS DE ARQUITECTURA

V1 VENTANA

SECCION O DETALLE No. No. DE PLANO DONDE SE MUESTRA EL DETALLE

PISO VINILICO

CEMENTO PULIDO

PANEL METÁLICO DE CONTENDOR

TIPO 1
01 PLANCHA SUPERBOARD BISELADA DE 8 MM POR UN LADO, MONTADA EN PARANTES DE 38 MM Y CANALES DE ACERO GALVANIZADO GAGE 25, CADA 400 MM, CON AISLAMIENTO TÉRMICO DE LANA DE FIBRA DE VIDRIO.

TIPO 2
01 PLANCHA DE SUPERBOARD BISELADA DE 8MM POR CADA LADO, MONTADA EN PARANTES Y CANALES DE ACERO GALVANIZADO CALIBRE 25, CADA 400 MM, CON AISLAMIENTO TÉRMICO DE LANA DE FIBRA DE VIDRIO.

TIPO 3
01 PLANCHA GYPLAC E=1/2" TIPO RF (RESISTENTE AL FUEGO) POR UN LADO Y 01 PLANCHA DE SUPERBOARD DE 8MM POR EL OTRO, MONTADA EN PARANTES Y CANALES DE ACERO GALVANIZADO CALIBRE 25, CADA 400 MM, CON AISLAMIENTO TÉRMICO DE LANA DE FIBRA DE VIDRIO

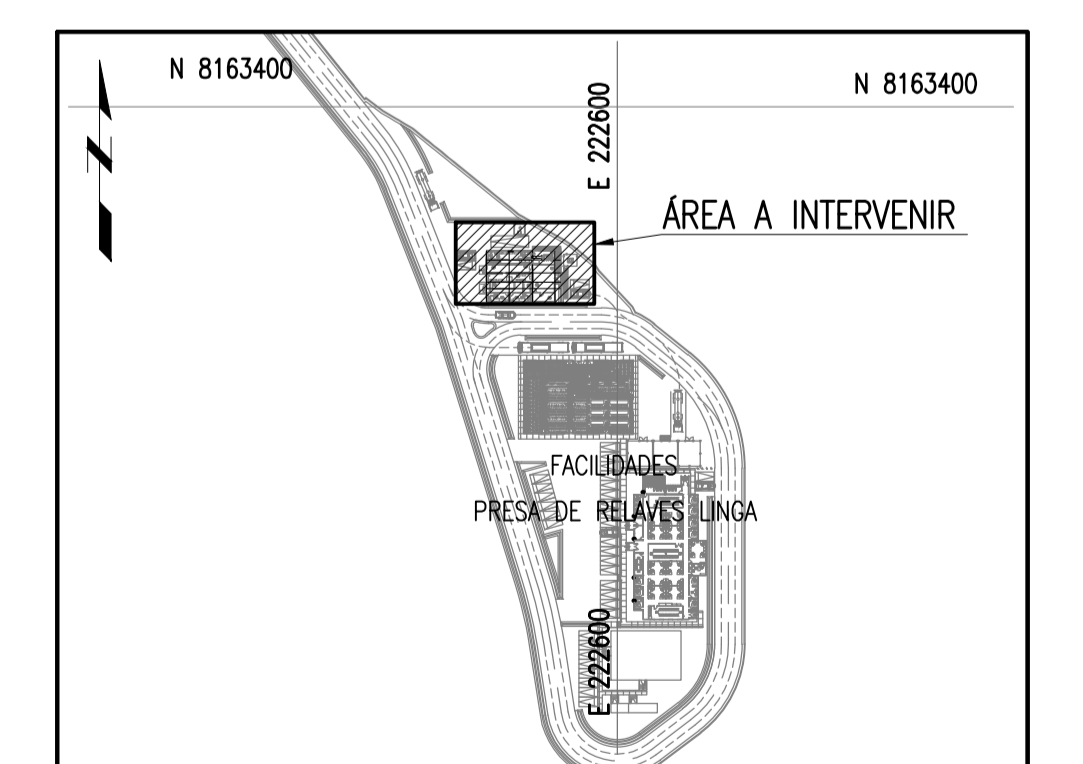
TIPO 4
MURO DE CUBICULO ACÚSTICO (VER NOTA 4).

TIPO 5
01 PLANCHA GYPLAC E=1/2" TIPO RF (RESISTENTE AL FUEGO) POR UN LADO, MONTADA EN PARANTES DE 38 MM Y CANALES DE ACERO GALVANIZADO GAGE 25, CADA 400 MM, CON AISLAMIENTO TÉRMICO DE LANA DE FIBRA DE VIDRIO.

FAJA REUTILIZADA

CERCO METÁLICO

- ### NOTAS:
- TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS Y LOS NIVELES EN METROS, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
 - EL PRESENTE PLANO CORRESPONDE A UNA INGENIERÍA BÁSICA CON DETALLES ADICIONALES SOLICITADOS POR SMCV.
 - LA DISTRIBUCIÓN DE LOS AMBIENTES ASÍ COMO SUS RELACIONES FUNCIONALES HAN SIDO ELABORADAS A PARTIR DE PLANO Y ESQUEMA CONCEPTUAL APROBADOS POR SMCV: 10C00111-C-3841-20A-101 Y ARREGLO GENERAL DE LABORATORIO QA/QC-PRESA LINGA, RESPECTIVAMENTE.
 - POR INDICACIÓN DEL CLIENTE SE CONSTRUIRÁ PARA LA SALA DE ROTAPS CUBICULO ACÚSTICO CON EL SISTEMA DRYWALL, SIMILAR A LOS CUBICULOS EXISTENTES EN EL LABORATORIO DE GEOLOGÍA (VER PLANO A1-11C00115-870-22-001), SU INGENIERÍA SERÁ REALIZADA POR UN TERCERO.
 - A PEDIDO DEL CLIENTE SE COLOCA MESA PARA BALANZAS (SE REDUCE EL ÁREA DE OPERACIÓN Y CIRCULACIÓN).
 - EL CONTRATISTA DEBERÁ CONTEMPLAR LA EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES PROVENIENTES DE LOS CONTENEDORES.
 - PARA ÁREA DE MÁQUINAS, VER DETALLE DE CERCO EN PLANO ESTANDAR A1-000000-031-013 (SE EXCEPTÚA LAS 03 LÍNEAS DE ALAMBRE DE PÓAS. EN ÁREA ELÉCTRICA Y PATIO DE TRABAJO SE CONSIDERA CERCO DE ACUERDO A LO DESCRITO EN ALCANCE DE TRABAJO CAP15091-C2-3860-AT-001, ÍTEM 3.1 OBRAS CIVILES-ESTRUCTURALES.
 - LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS EN EL AMBIENTE 111, SERÁN UBICADOS POR DEBAJO DE 1800 mm.
 - EL NIVEL MOSTRADO CORRESPONDE AL PUNTO DONDE SE ENCUENTRA DEBIDO A QUE LA PLATAFORMA TIENE PENDIENTE PARA EL DRENAJE.
 - LAS VENTANAS SUPERIORES HAN SIDO REDONDEADAS A SU INMEDIATO SUPERIOR.
 - ESTRUCTURA, CUBIERTA, CERCO Y PUERTA REUBICADAS, VER PLANOS: 3860-15S-030 Y 032.
 - VER ESTRUCTURA EN PLANOS: 3860-15S-030 Y 031.
 - CANAleta DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES, VER PLANO: 3860-15R-030.
 - LOS CONTENEDORES DE 40' Y 20' SERÁN SUMINISTRADOS Y HABILITADOS POR SMCV.



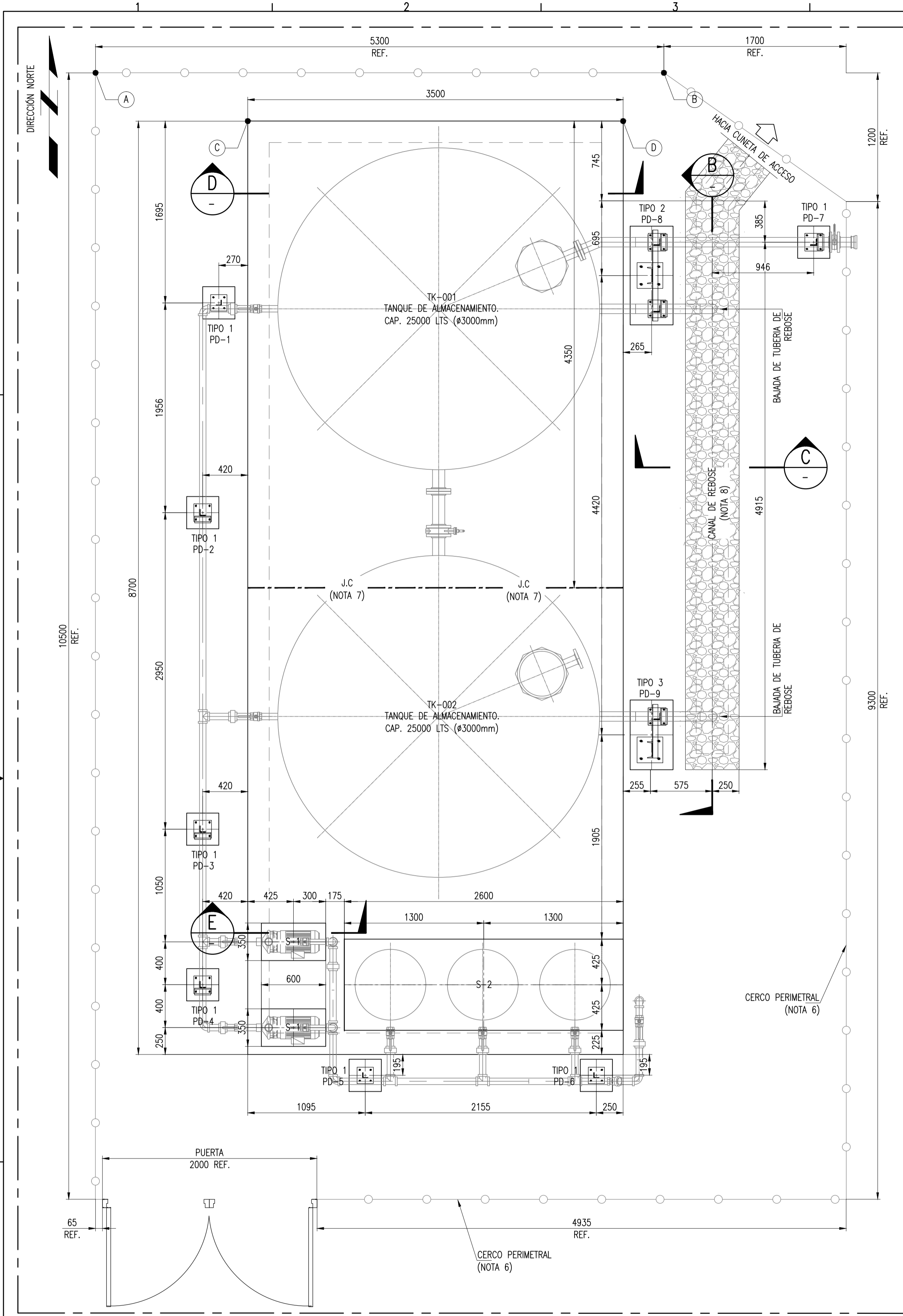
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	NUMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS	APROBADO:
A	12MAY18	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	E.M							CAP15091-UN-C2-3860-20A-001	ARQUITECTURA - PLANIMETRIA - ARREGLO GENERAL	DISEÑADO POR: SMCV DIBUJADO POR: SMCV REVISADO POR: E. MARIACA APROBADO POR: E. MARIACA

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN
AREQUIPA - PERU

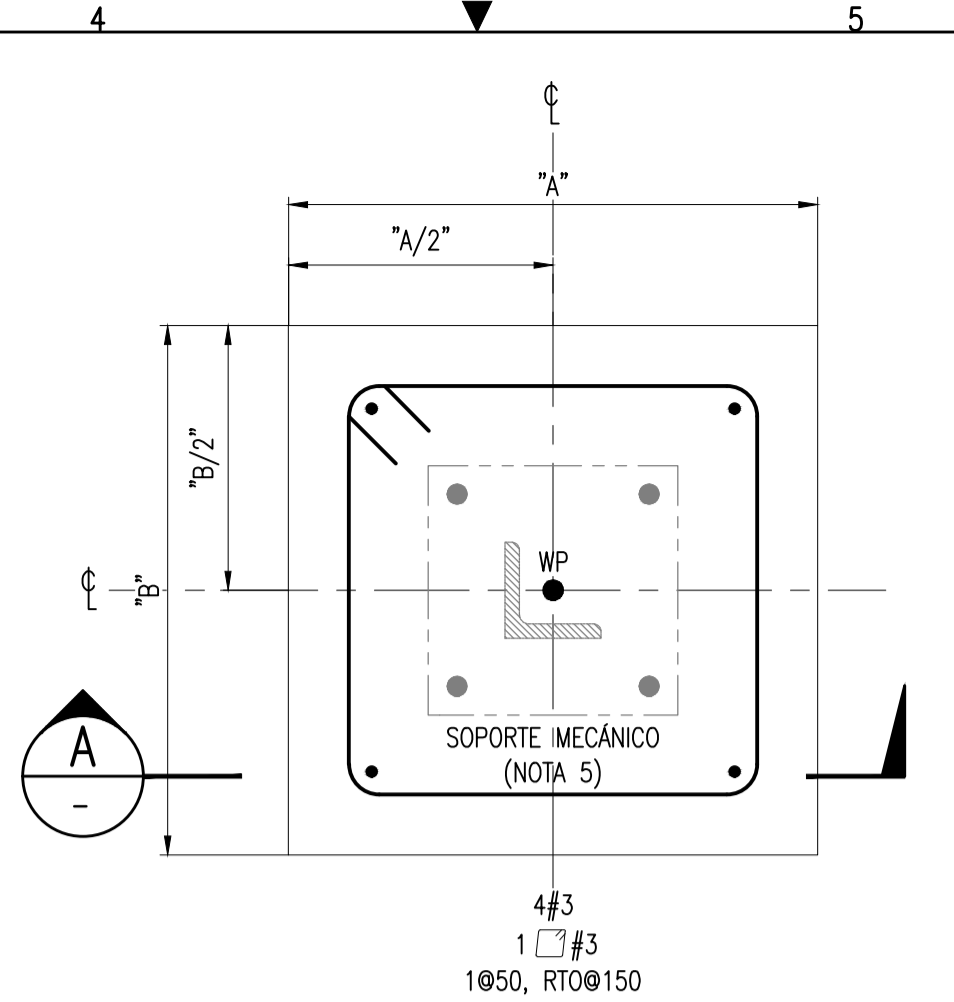
FACILIDADES, OPERACIONES, MITO Y NUEVAS CONSTRUCCIONES - PRESA DE RELAVES LINGA

ARQUITECTURA LABORATORIO PLANTA

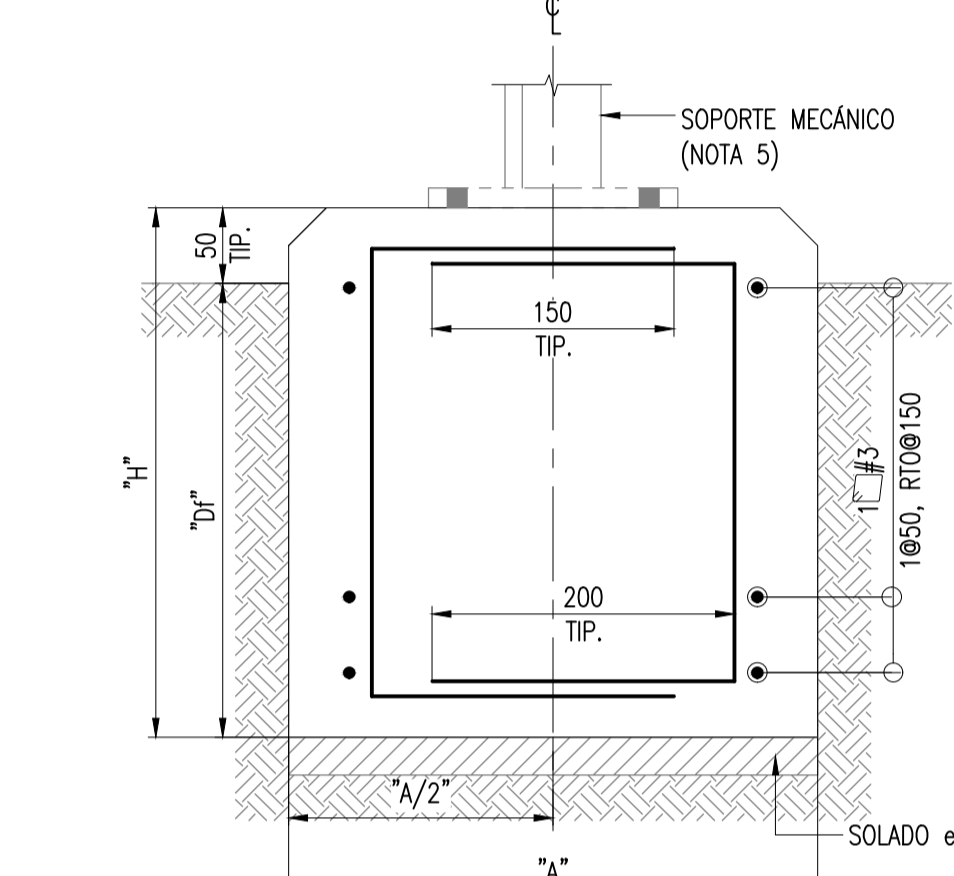
ESCALA INDICADA: CAP15091-UN-C2-3860-20A-030



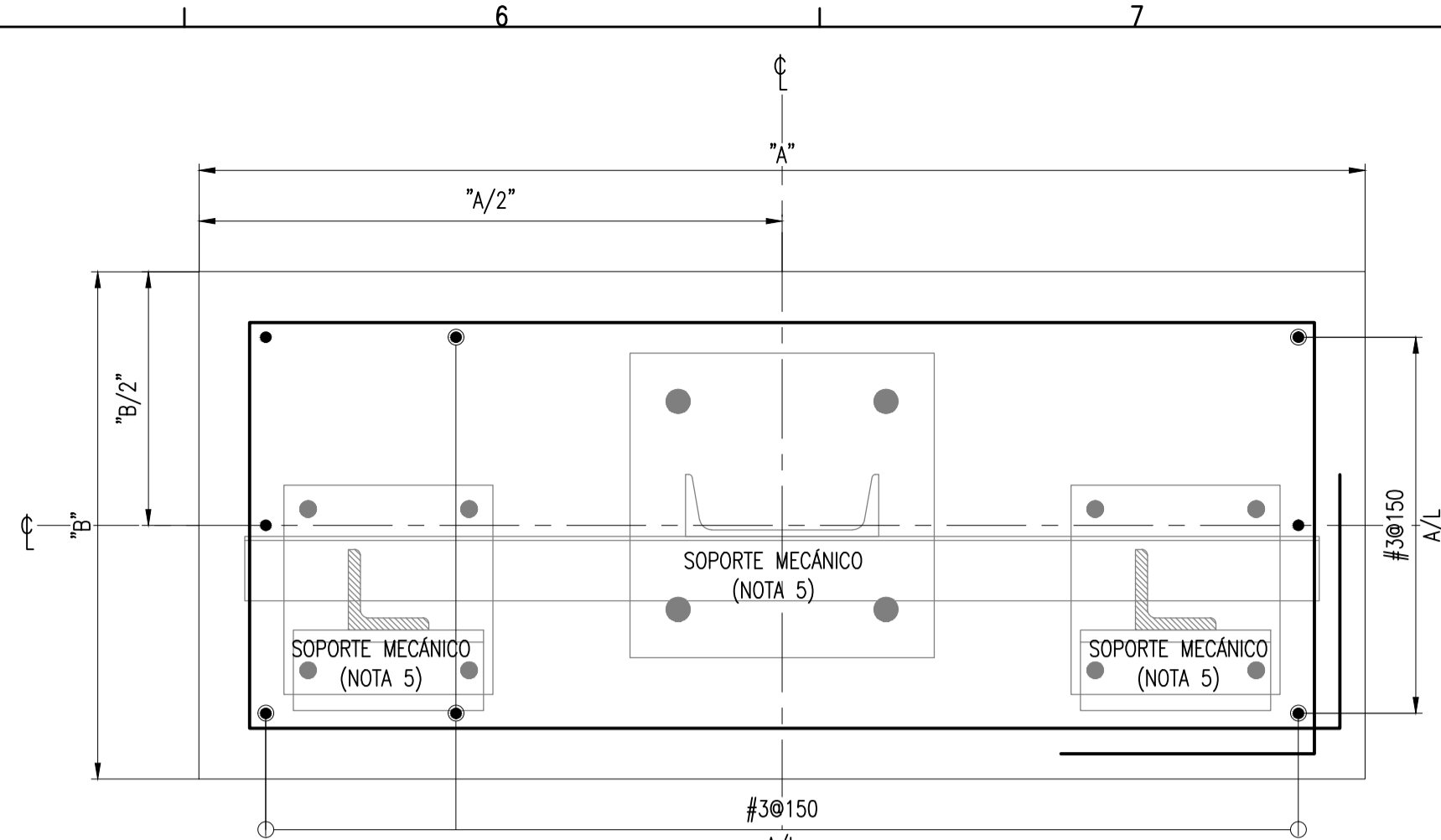
CIMENTACIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO - PLANTA
ESCALA 1:25



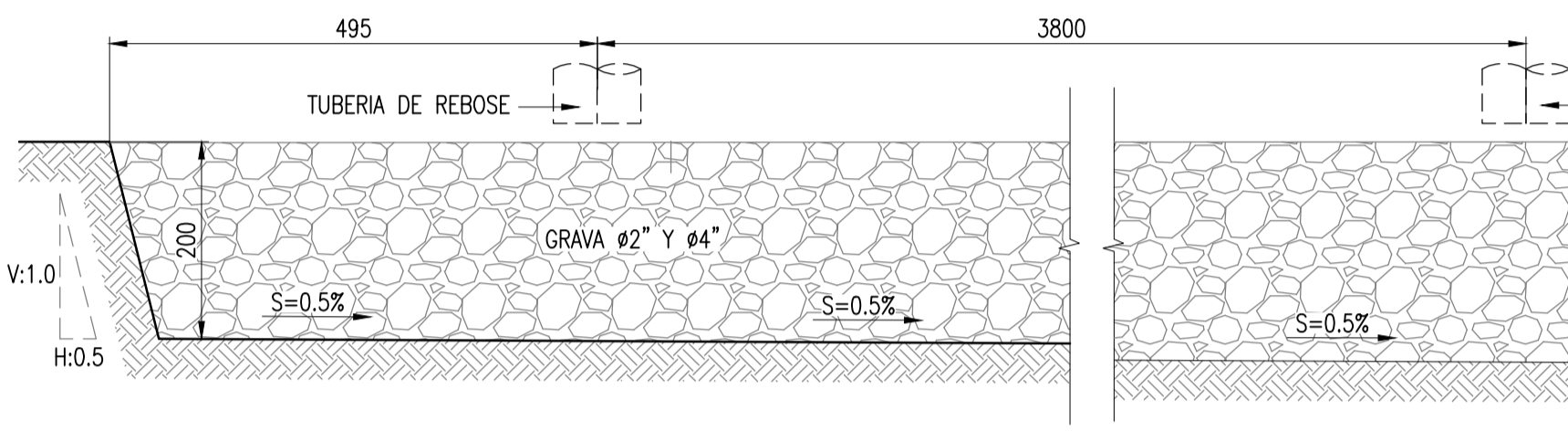
PLANTA - PEDESTAL (PD) TIPO 1
ESCALA 1:5



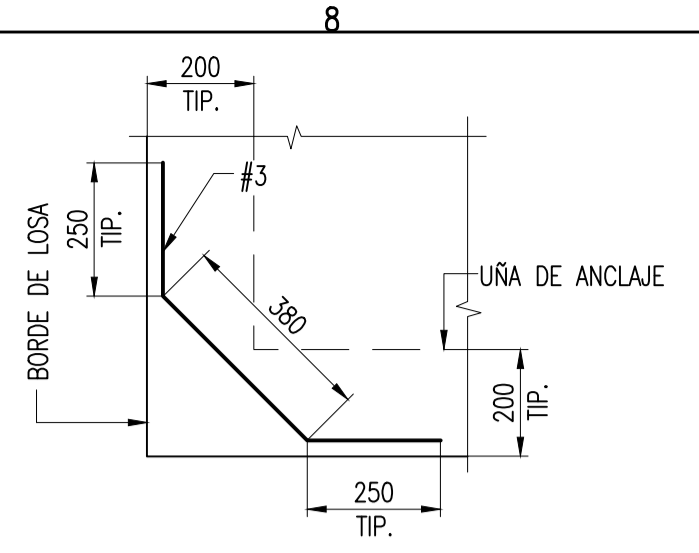
SECCIÓN A
ESCALA 1:5



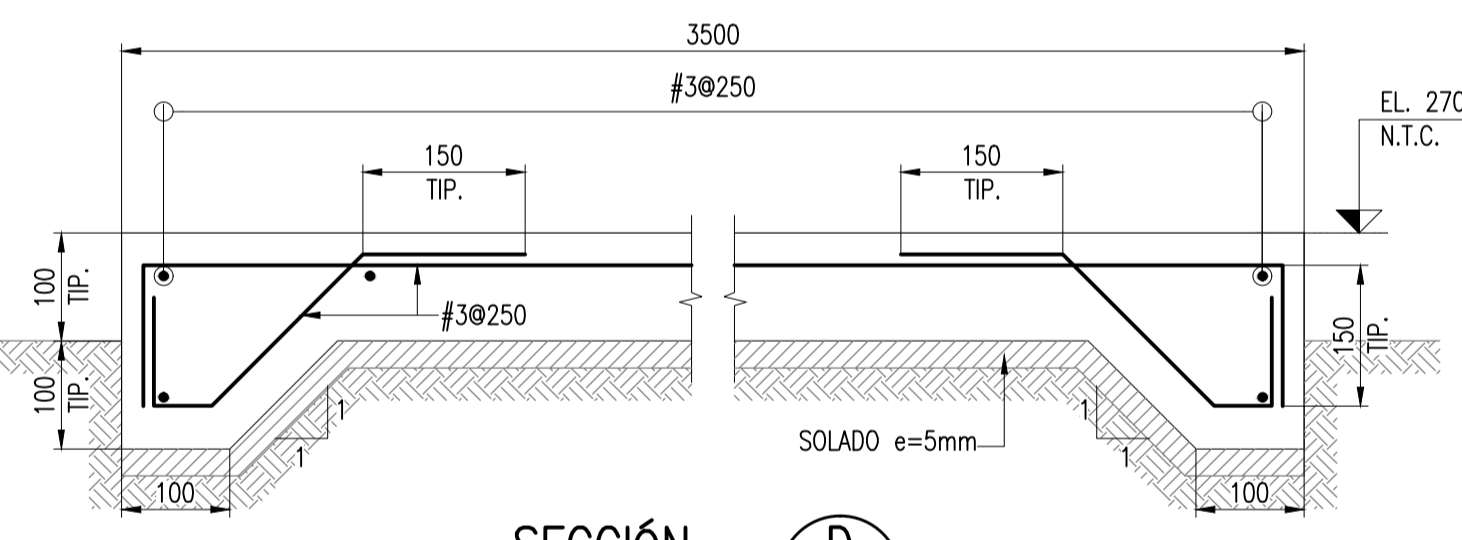
PLANTA - PEDESTAL (PD) TIPO 2 Y TIPO 3 SIMILAR
ESCALA 1:5



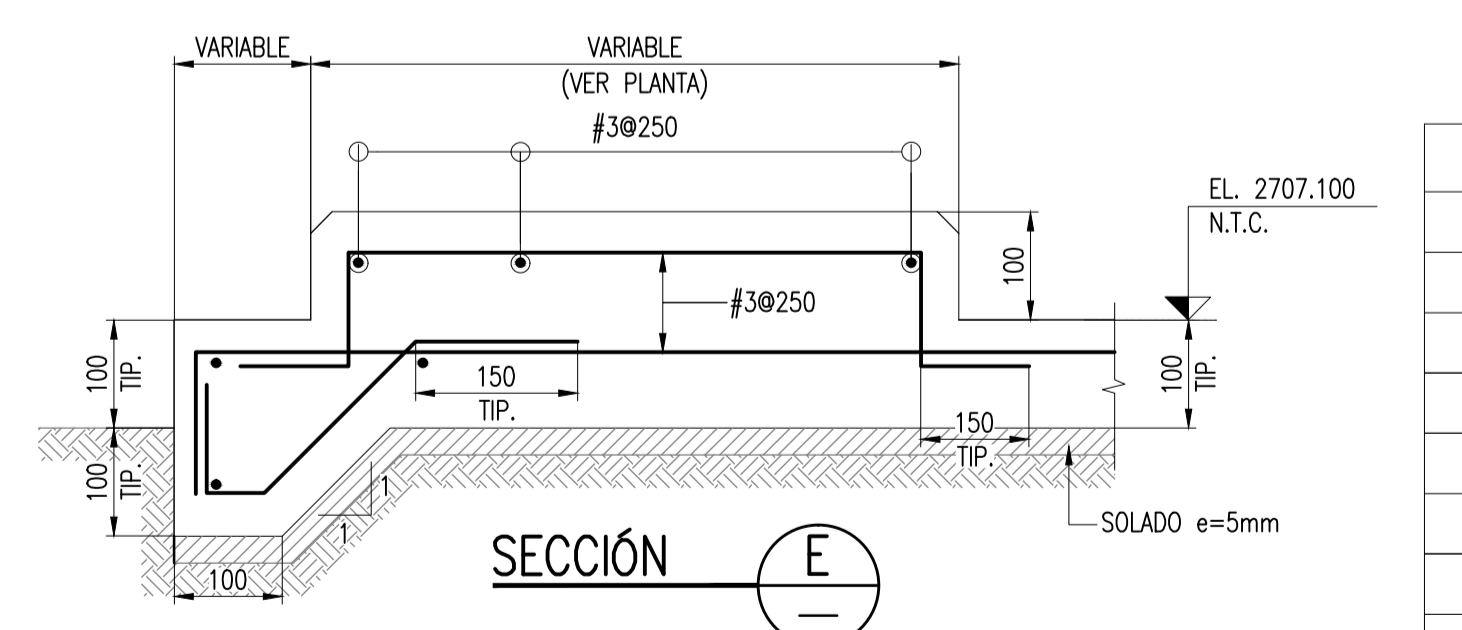
SECCIÓN B
CANAL - PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA 1:75



ESQUINA DE LOSA
ESCALA 1:75



SECCIÓN D
LOSA - ENCOFRADO Y REFUERZO
ESCALA 1:75



SECCIÓN E
LOSA Y SOBRECANCHO - ENCOFRADO Y REFUERZO
ESCALA 1:75

ABREVIATURAS
 N.T.C. = NIVEL TOPE DE CONCRETO. WP = PUNTO DE TRABAJO.
 N.T.N. = NIVEL DE TERRENO NATURAL. A/L = AMBOS LADOS.
 S = SOBRECANCHO. RTO = RESTO.
 PD = PEDESTAL. TIP. = TÍPICO.
 REF. = REFERENCIAL. J.C. = JUNTA DE CONTROL (NOTA 7)

CUADRO DE COORDENADAS

VERTICE	ITEM	NORTE	ESTE
A	CERCO	8163328.6581	222605.6445
B	CERCO	8163328.6581	222610.9445
C	LOSA	8163328.2081	222607.0648
D	LOSA	8163328.2081	222610.5648

CUADRO DE DATOS DE PEDESTAL TIPO

TIPO	"A"mm	"B"mm	"H"mm	"D"mm
TIPO 1	300	300	250	200
TIPO 2	920	400	350	300
TIPO 3	650	400	350	300

CUADRO DE COORDENADAS DE PEDESTALES (PD)

WP	TIPO	NORTE	ESTE	N.T.C.	N.F.C.
PD-1	TIPO 1	8163326.5137	222606.7945	2707.050	2706.800
PD-2	TIPO 1	8163324.5581	222606.6445	2707.050	2706.800
PD-3	TIPO 1	8163321.6081	222606.6451	2707.050	2706.800
PD-4	TIPO 1	8163320.1581	222606.6445	2707.050	2706.800
PD-5	TIPO 1	8163319.3137	222608.1601	2707.050	2706.800
PD-6	TIPO 1	8163319.3137	222610.3151	2707.050	2706.800
PD-7	TIPO 1	8163327.0791	222612.3417	2707.050	2706.800
PD-8	TIPO 2	8163326.7686	222610.8295	2707.050	2706.700
PD-9	TIPO 3	8163322.4870	222610.8295	2707.050	2706.700

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

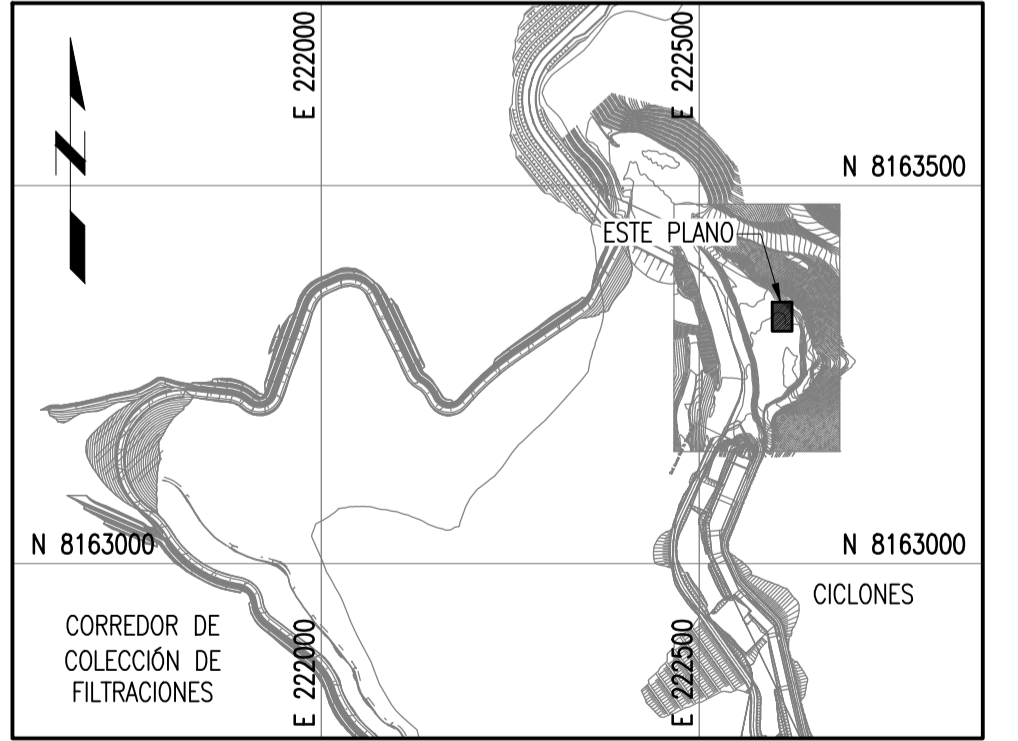
CONCRETO
 - LOSA f'c = 280 kg/cm²
 - PEDESTALES Y CANAL f'c = 210 kg/cm²
 - SOLADO f'c = 100 kg/cm²

ACERO DE REFUERZO
 - FIERRO CORRUGADO f'y = 4200 kg/cm²

RECUBRIMIENTOS
 - LATERAL Y SUPERIOR 4.5 cm
 - LOSAS 5.0 cm
 - CONTRA TERRENO 7.0 cm

TERRENO
 - CAPACIDAD PORTANTE EN ROCA Ct = 10.0 kg/cm²
 (ENTREGADO POR SMCV) SEGÚN RFI CAP15091-RFI-009

- NOTAS:**
- TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS Y LOS NIVELES Y COORDENADAS EN METROS, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
 - EL SIGUIENTE PLANO CORRESPONDE A UNA INGENIERÍA BÁSICA.
 - PARA EL DISEÑO SE CONSIDERA TERRENO ROCOSO DE ACUERDO A LA RESPUESTA DEL RFI 009.
 - TODOS LOS BORDES EXPUESTOS TENDRÁN UN CANTO BISELADO DE 20mm.
 - VER SOPORTE MECÁNICO EN PLANO DE TUBERÍAS CAP15091-C2-3860-50T-060.
 - EL CERCO PERIMETRAL SE HARA DE ACUERDO AL PLANO ESTANDAR: A1-00000-0-31-013.
 - VER JUNTA DE CONTROL EN PLANO ESTANDAR: A1-00000-0-30-006, DETALLE 11.
 - SE HARA UN CANAL EN TIERRA PARA LAS BAJADAS DE TUBERÍAS DE REBOSE.



PLANO LLAVE
ESCALA 1:10000

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO
A	12MAY18	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	E.M	

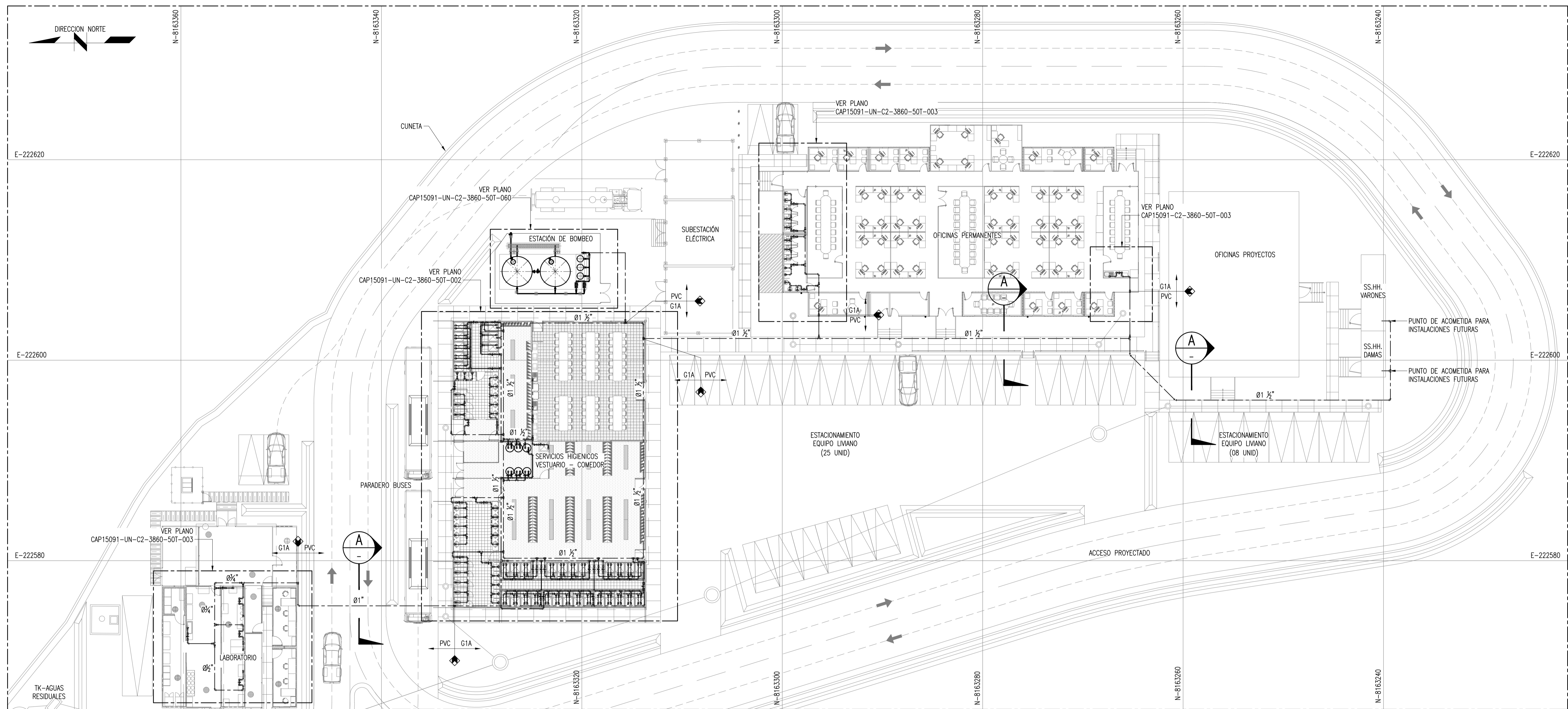
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO

NUMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS	APROBADO:
CAP15091-UN-C2-3860-20A-001	ARQUITECTURA - PLANIMETRIA - ARREGLO GENERAL	DISEÑADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018
CAP15091-UN-C2-3860-50T-060	TUBERIAS - ESTACION DE BOMBEO - PLANTAS Y SECCIONES	DIBUJADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018
		REVISADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018
		APROBADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018

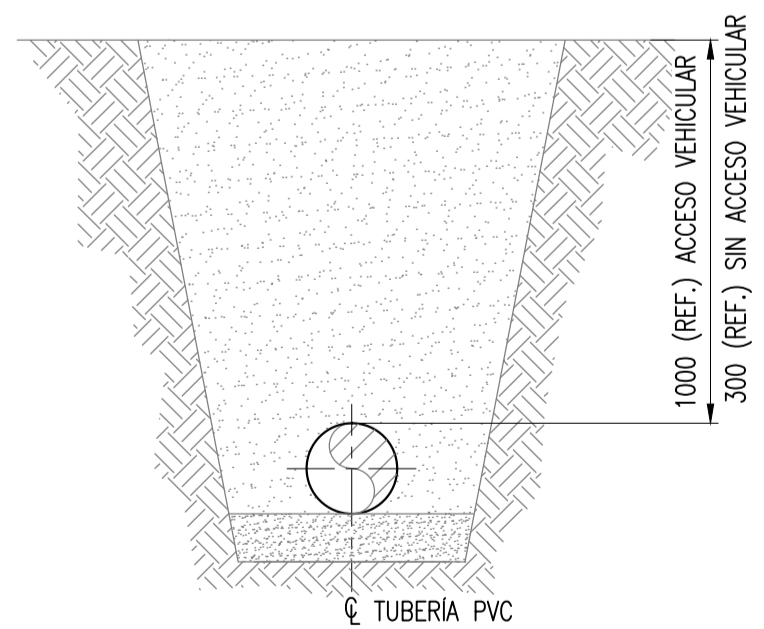
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN
 AREQUIPA - PERU
 FACILIDADES, OPERACIONES, MITO Y NUEVAS CONSTRUCCIONES - PRESA DE RELAVES LINGA

PLANO: **ESTRUCTURAS CIMENTACIÓN DE ESTACIÓN DE BOMBEO PLANTA Y SECCIONES**

ESCALA: INDICADA NUMERO DE PLANO: CAP15091-UN-C2-3860-15R-060 REV: A



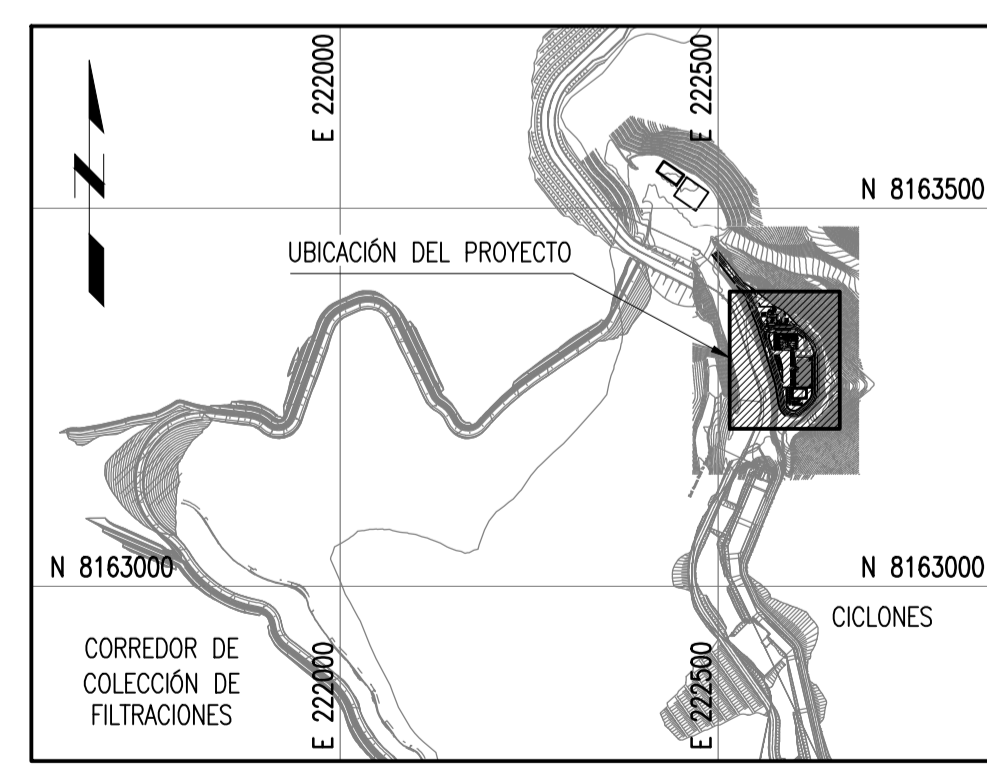
PLANTA - TUBERIAS DE AGUA DOMESTICA
ESCALA: 1:200



SECCION A-A
ESCALA: 1:7.5

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.
2. TODAS LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS SOBRE TERRENO PARA AGUA FRIA SERAN DE ACERO GALVANIZADO DE ACUERDO AL SERVICIO G1A DEL DOCUMENTO C-SP-50-001 REV4. TODAS LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS ENTERRADAS PARA AGUA FRIA SERAN DE PVC. TODAS LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA AGUA CALIENTE SERAN DE CPVC.
3. EL RUTEO DE LAS TUBERIAS Y UBICACION DE LAS CAJAS DE VALVULAS ES REFERENCIAL. EL CONTRATISTA DEBERA REPLANTEAR EN CAMPO. (LAS CAJAS DE VALVULAS SE UBICARAN A 300MM SOBRE EL NIVEL DEL PISO)
4. LAS TUBERIAS DE AGUA DOMESTICA POR NINGUN MOTIVO ESTARAN A UNA DISTANCIA MENOR DE 0.5 MTS. MEDIDA HORIZONTAL, NI MENOR A 0.15 MTS. POR ENCIMA DE LAS TUBERIAS DE DESAGUE COMO MINIMO.
5. EL CONTRATISTA DEBERA AJUSTAR LAS DISTANCIAS DE SALIDAS DE AGUA SEGUN REQUERIMIENTOS DEL USUARIO Y DE EQUIPOS A INSTALARSE.
6. LA TUBERIA DE Ø1 1/2" SERA INSTALADA A LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL TECHO A 3.30 MTS DE ALTURA APROXIMADAMENTE CON RESPECTO AL PISO; LAS ACOMETIDAS PRINCIPALES QUE BAJEN DESDE ESTA TUBERIA SERAN CUBIERTAS POR FALSAS COLUMNAS Y SE DIRIGIRAN A LAS ACOMETIDAS PARA LOS SERVICIOS. LAS ACOMETIDAS PARA LOS SERVICIOS SERAN ADOSADAS A LA PARED Y CUBIERTAS POR FALSOS Muros.
7. LAS ACOMETIDAS PARA LOS SERVICIOS SERAN ADOSADAS A LA PARED Y CUBIERTAS POR FALSOS Muros.
8. SE CONSIDERARÁ VALVULAS ESTANDAR EN LOS INODOROS, URINARIOS Y LAVAMANOS, (NO USARAN FLUXOMETROS), SEGUN REQUERIMIENTO DE SMCV.



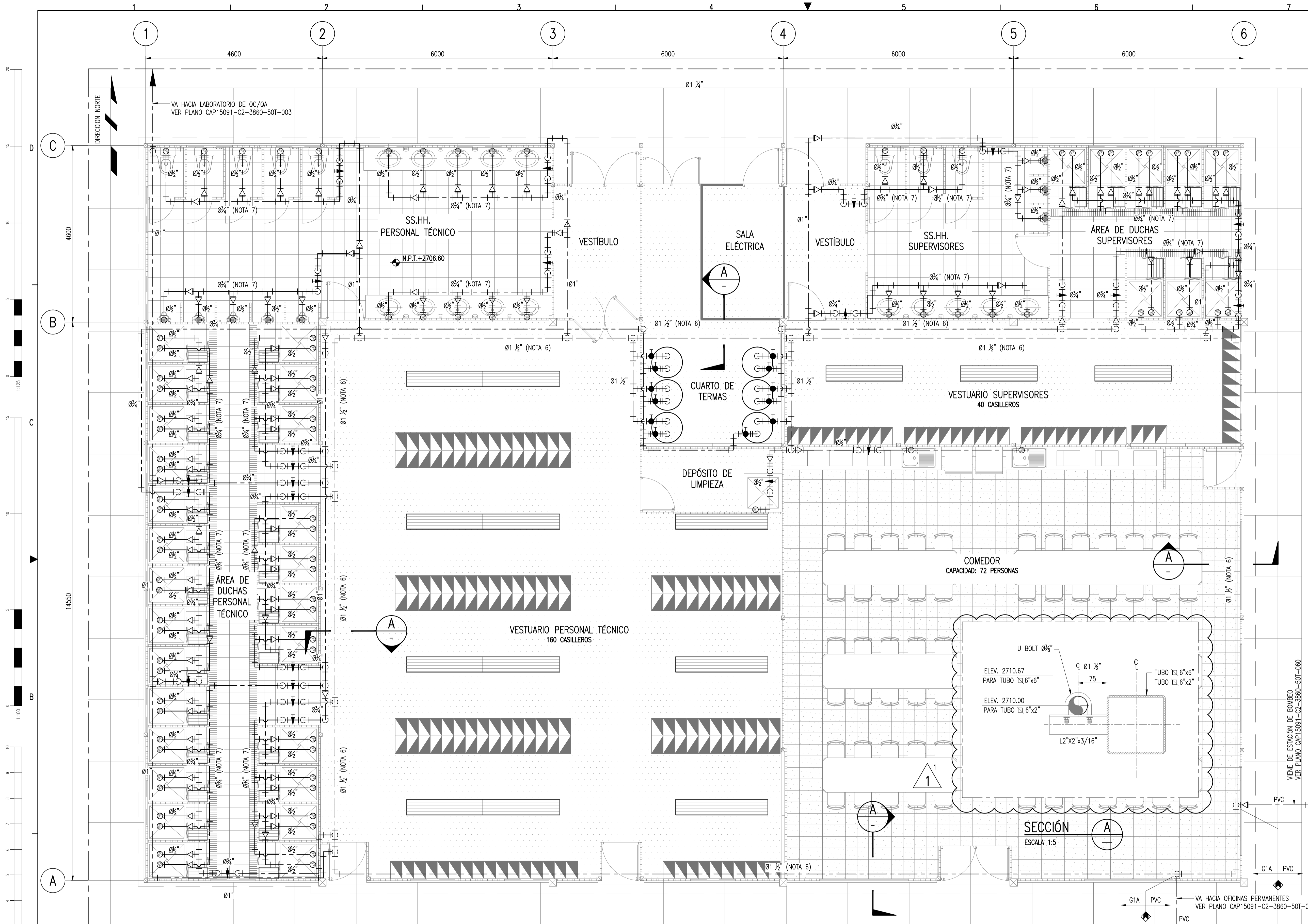
PLANO LLAVE
ESCALA 1:10000

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	NUMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS	APROBADO:
A	12MAY18	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	E.M							CAP15091-UN-C2-3860-20A-001 CAP15091-UN-C2-3860-20A-002 CAP15091-UN-C2-3860-20A-030	ARQUITECTURA - PLANIMETRIA - ARREGLO GENERAL ARQUITECTURA - VESTUARIOS, SS.HH, COMEDOR - PLANTA ARQUITECTURA - LABORATORIO - PLANTA	DISEÑADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018 DIBUJADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018 REVISADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018 APROBADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018

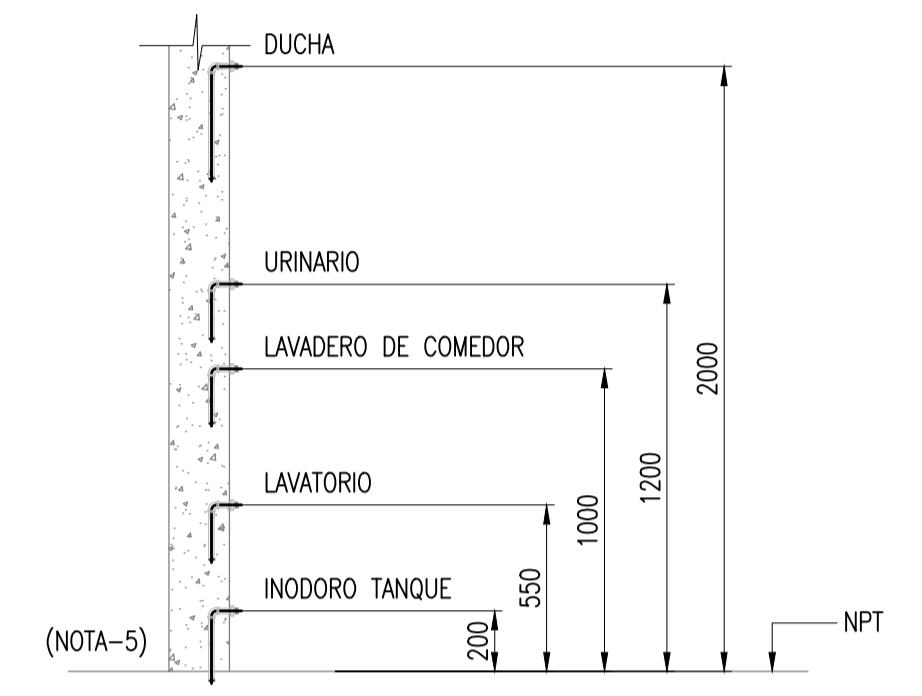
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN
AREQUIPA - PERU
FACILIDADES, OPERACIONES, MITO Y NUEVAS CONSTRUCCIONES - PRESA DE RELAVES LINGA

PLANO
TUBERIAS DE AGUA DOMESTICA
ARREGLO GENERAL

ESCALA INDICADA NUMERO DE PLANO: CAP15091-UN-C2-3860-50T-001 REV. A



LEYENDA:	DESCRIPCIÓN:
	TUBERÍA DE AGUA FRÍA PROYECTADA
	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE PROYECTADA
	CODO 90° SUBE
	CODO 90° BAJA
	TEE SUBE
	TEE BAJA
	CODO 90°
	REDUCCIÓN
	TEE
	VÁLVULA DE GLOBO
	VÁLVULA DE CHECK

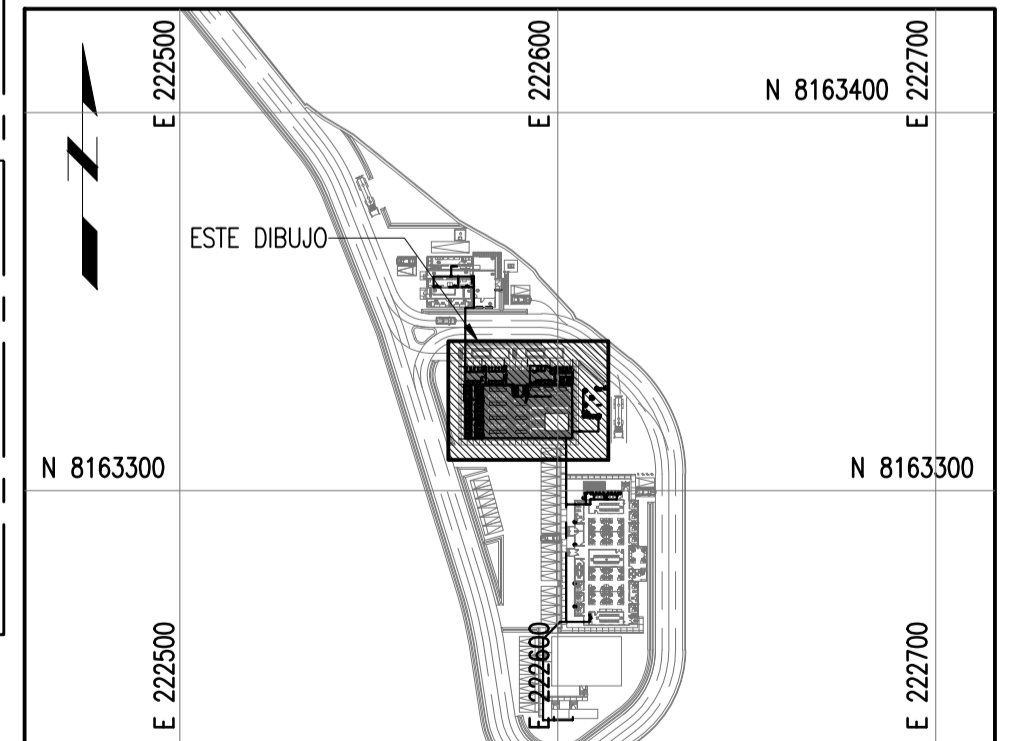


SALIDAS DE AGUA-ELEVACIÓN

ESCALA 1:25
ESPACIAMIENTO MÁXIMO ENTRE SOPORTES

DIAMETRO DE TUBERÍA	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"-2"
ACERO GALVANIZADO	2000	2500	3000	3500
PVC-CPVC	1500	2000	2000	2500

- NOTAS:**
- TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS Y LOS NIVELES EN METROS, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
 - TODAS LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS SOBRE TERRENO PARA AGUA FRÍA SERÁN DE ACERO GALVANIZADO DE ACUERDO AL SERVICIO G1A DEL DOCUMENTO C-SP-50-001 REVA. TODAS LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS ENTERRADAS PARA AGUA FRÍA SERÁN DE PVC. TODAS LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS PARA AGUA CALIENTE SERÁN DE CPVC.
 - EL RUTEO DE LAS TUBERÍAS Y UBICACIÓN DE LAS CAJAS DE VÁLVULAS ES REFERENCIAL. EL CONTRATISTA DEBERÁ REPLANTEAR EN CAMPO. (LAS CAJAS DE VÁLVULAS SE UBICARÁN A 300MM SOBRE EL NIVEL DEL PISO)
 - LAS TUBERÍAS DE AGUA DOMÉSTICA POR NINGÚN MOTIVO ESTARÁN A UNA DISTANCIA MENOR DE 0.5 MTS. MEDIDA HORIZONTAL, NI MENOR A 0.15 MTS. POR ENCIMA DE LAS TUBERÍAS DE DESAGÜE COMO MÍNIMO.
 - EL CONTRATISTA DEBERÁ AJUSTAR LAS DISTANCIAS DE SALIDAS DE AGUA SEGÚN REQUERIMIENTOS DEL USUARIO Y DE EQUIPOS A INSTALARSE.
 - LA TUBERÍA DE Ø1 1/2" SERÁ INSTALADA A LA ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL TECHO A 3.50 MTS DE ALTURA APROXIMADAMENTE CON RESPECTO AL PISO; LAS ACOMETIDAS PRINCIPALES QUE BAJEN DESDE ESTA TUBERÍA SERÁN CUBIERTAS POR FALSAS COLUMNAS Y SE DIRIGIRÁN A LAS ACOMETIDAS PARA LOS SERVICIOS. LAS ACOMETIDAS PARA LOS SERVICIOS SERÁN ADOSADAS A LA PARED Y CUBIERTAS POR FALSOS MUROS.
 - SE CONSIDERÓ VÁLVULAS ESTANDAR EN LOS INODOROS, URINARIOS Y LAVAMANOS. (NO USARÁN FLUXOMETROS). SEGÚN REQUERIMIENTO DE SMCV.

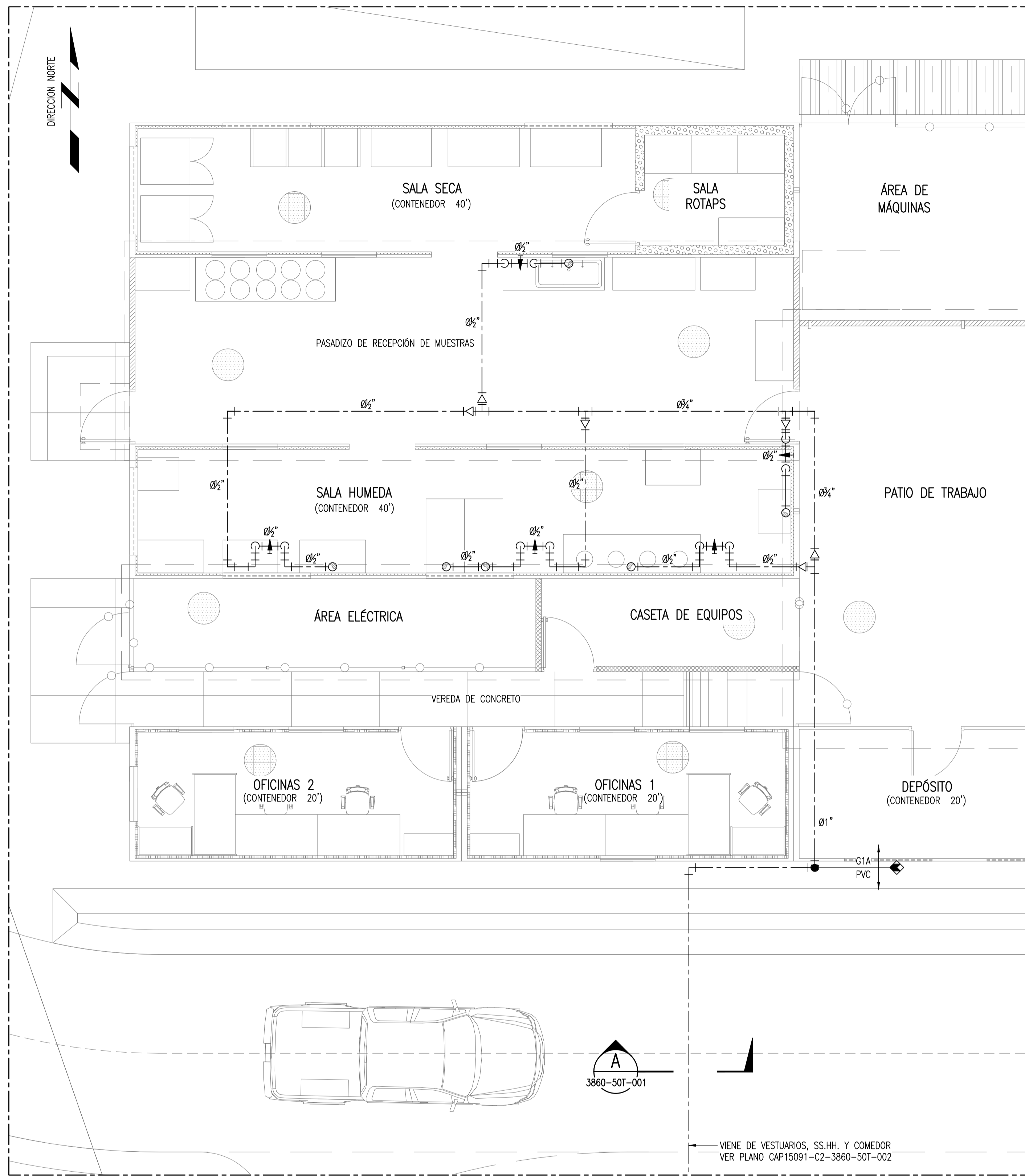


AGUA DOMÉSTICA - PLANTA
SS.HH. VESTUARIOS Y COMEDOR
ESCALA 1:50

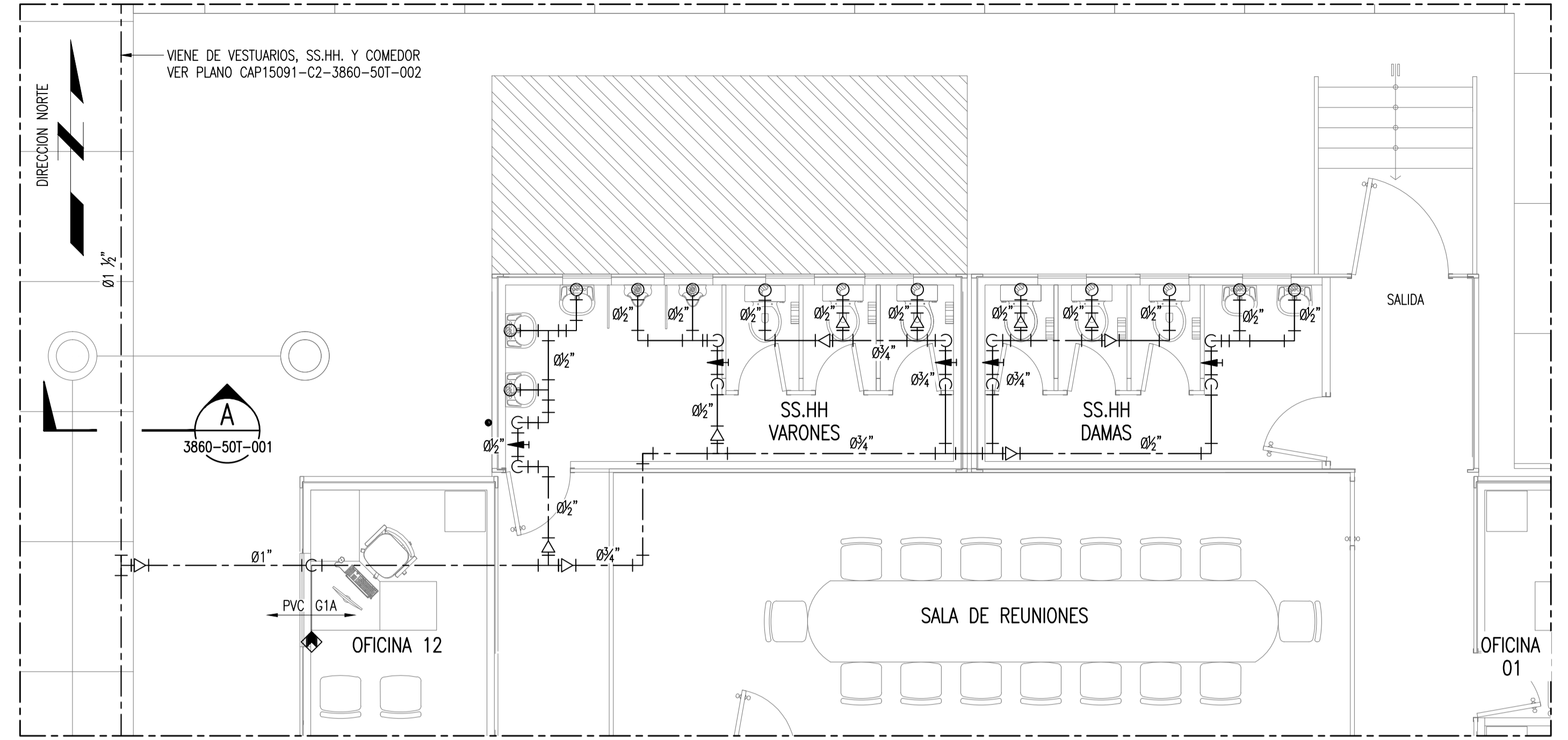
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO	NUMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS	APROBADO:
A	12MAY18	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	E.M.							CAP15091-UN-C2-3860-20A-001 CAP15091-UN-C2-3860-20A-002 CAP15091-UN-C2-3860-50T-001	ARQUITECTURA - PLANIMETRÍA - ARREGLO GENERAL ARQUITECTURA - VESTUARIOS, SS.HH., COMEDOR - PLANTA TUBERÍAS - TUBERÍAS DE AGUA DOMÉSTICA - ARREGLO GENERAL	DISEÑADO POR: SMCV DIBUJADO POR: SMCV REVISADO POR: E. MARIACA APROBADO POR: E. MARIACA
												FECHA: 12/05/2018 FECHA: 12/05/2018 FECHA: 12/05/2018 FECHA: 12/05/2018

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN
AREQUIPA - PERU
FACILIDADES, OPERACIONES, MITO Y NUEVAS CONSTRUCCIONES - PRESA DE RELAVES LINGA

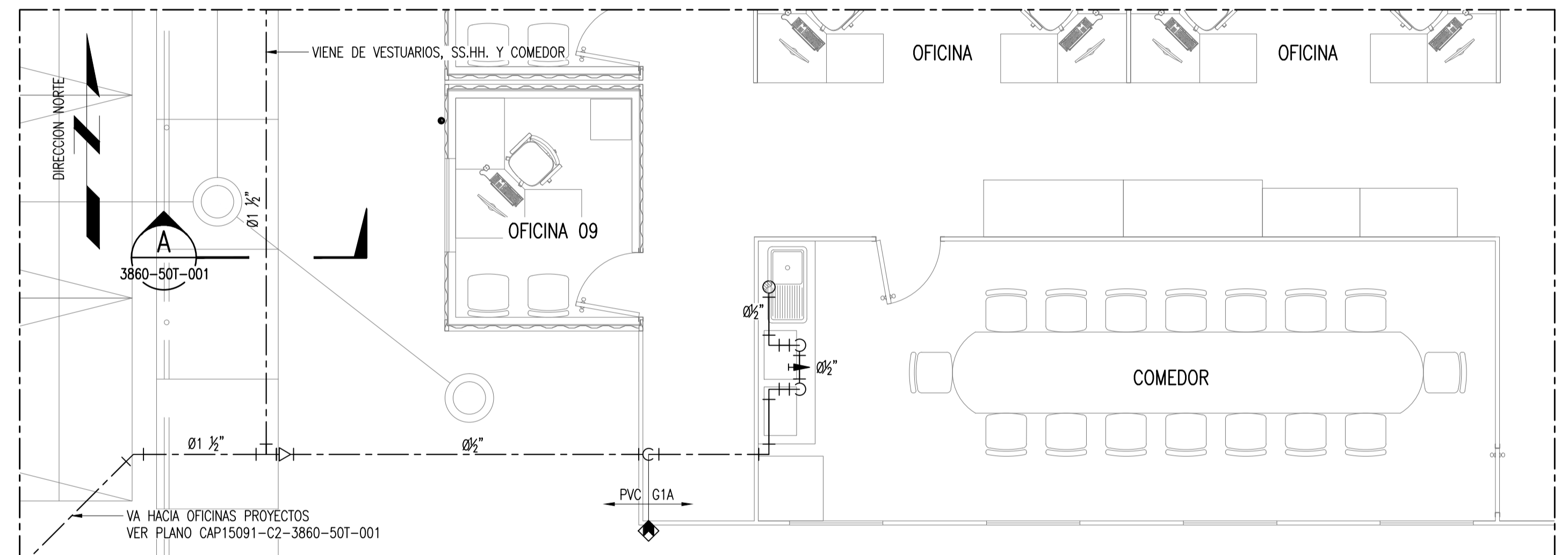
PLANO: TUBERÍAS SS.HH., VESTUARIOS Y COMEDOR PLANTA Y SECCIONES
ESCALA: INDICADA
NUMERO DE PLANO: CAP15091-UN-C2-3860-50T-002



**AGUA DOMÉSTICA – PLANTA
LABORATORIO**
ESCALA 1:50



**AGUA DOMÉSTICA – PLANTA
OFICINAS PERMANENTES**
ESCALA 1:50



**AGUA DOMÉSTICA – PLANTA
OFICINAS PERMANENTES**
ESCALA 1:50

LEYENDA:	DESCRIPCIÓN:
	TUBERÍA DE AGUA FRÍA PROYECTADA
	TUBERÍA DE AGUA CALIENTE PROYECTADA
	CODO 90° SUBE
	CODO 90° BAJA
	TEE SUBE
	TEE BAJA
	CODO 90°
	REDUCCIÓN
	TEE
	VÁLVULA COMPUERTA
	VÁLVULA DE GLOBO
	VÁLVULA DE CHECK



SALIDAS DE AGUA-ELEVACIÓN
ESCALA 1:25

NOTAS:

- TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS Y LOS NIVELES EN METROS, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA
- TODAS LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS SOBRE TERRENO PARA AGUA FRÍA SERÁN DE ACERO GALVANIZADO DE ACUERDO AL SERVICIO G1A DEL DOCUMENTO C-SP-50-001 REV.4. TODAS LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS ENTERRADAS PARA AGUA FRÍA SERÁN DE PVC. TODAS LAS TUBERÍAS Y ACCESORIOS PARA AGUA CALIENTE SERÁN DE CPVC.
- EL RUTEO DE LAS TUBERÍAS Y UBICACIÓN DE LAS CAJAS DE VÁLVULAS ES REFERENCIAL. EL CONTRATISTA DEBERÁ REPLANTEAR EN CAMPO. (LAS CAJAS DE VÁLVULAS SE UBICARÁN A 300MM SOBRE EL NIVEL DEL PISO)
- LAS TUBERÍAS DE AGUA DOMÉSTICA POR NINGÚN MOTIVO ESTARÁN A UNA DISTANCIA MENOR DE 0.5 MTS. MEDIDA HORIZONTAL, NI MENOR A 0.15 MTS. POR ENCIMA DE LAS TUBERÍAS DE DESAGÜE COMO MÍNIMO.
- EL CONTRATISTA DEBERÁ AJUSTAR LAS DISTANCIAS DE SALIDAS DE AGUA SEGÚN REQUERIMIENTOS DEL USUARIO Y DE EQUIPOS A INSTALARSE.
- LAS ACOMETIDAS PARA LOS SERVICIOS SERÁN ADOSADAS A LA PARED Y CUBIERTAS POR FALSOS MUROS.

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO	NÚMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS	APROBADO:
A	12MAY18	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	E.M							CAP15091-UN-C2-3860-20A-001 CAP15091-UN-C2-3860-20A-030 CAP15091-UN-C2-3860-50T-001	ARQUITECTURA - PLANIMETRÍA - ARREGLO GENERAL ARQUITECTURA - LABORATORIO - PLANTA TUBERÍAS - TUBERÍAS DE AGUA DOMÉSTICA - ARREGLO GENERAL	DISEÑADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018 DIBUJADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018 REVISADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018 APROBADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018

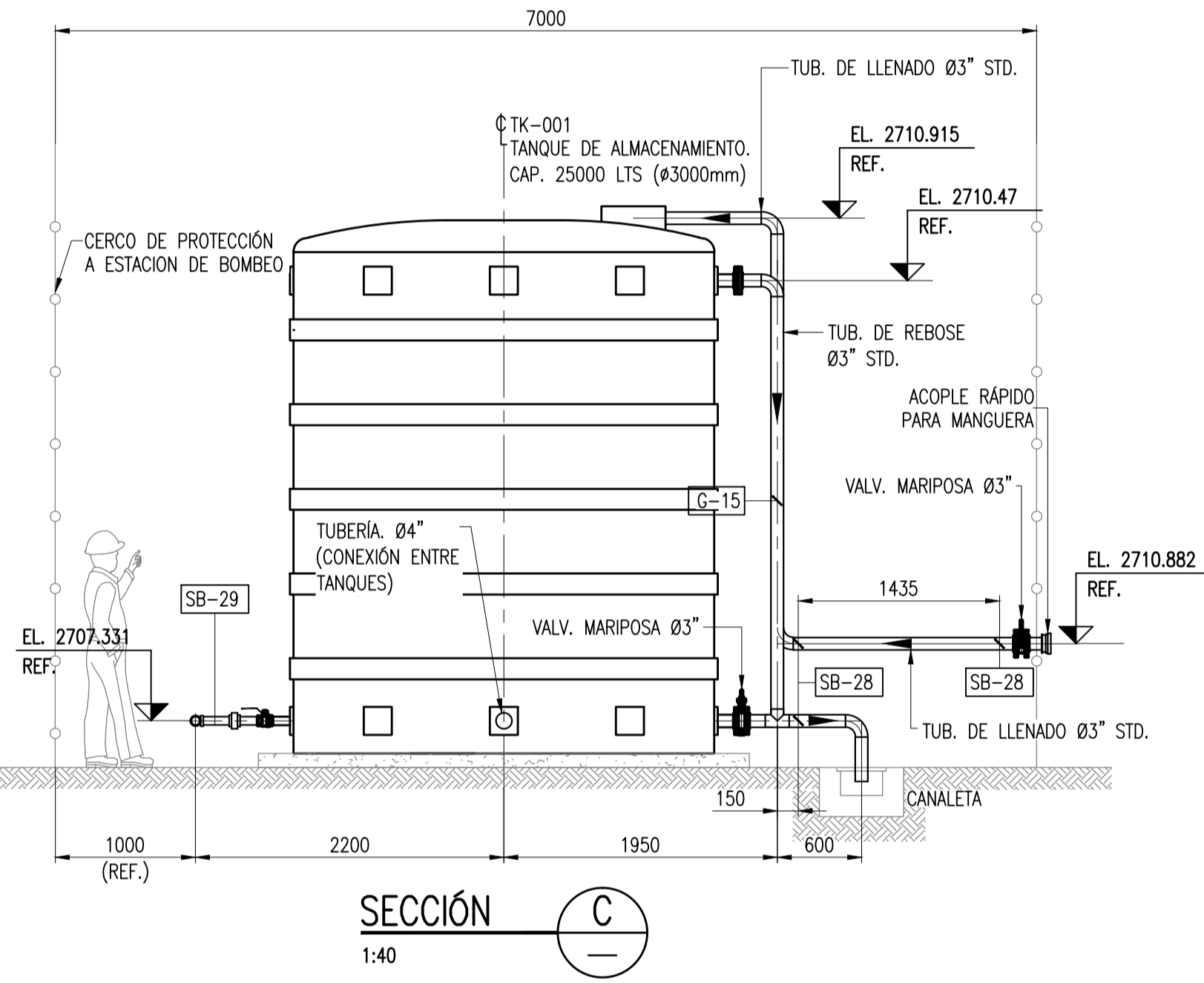
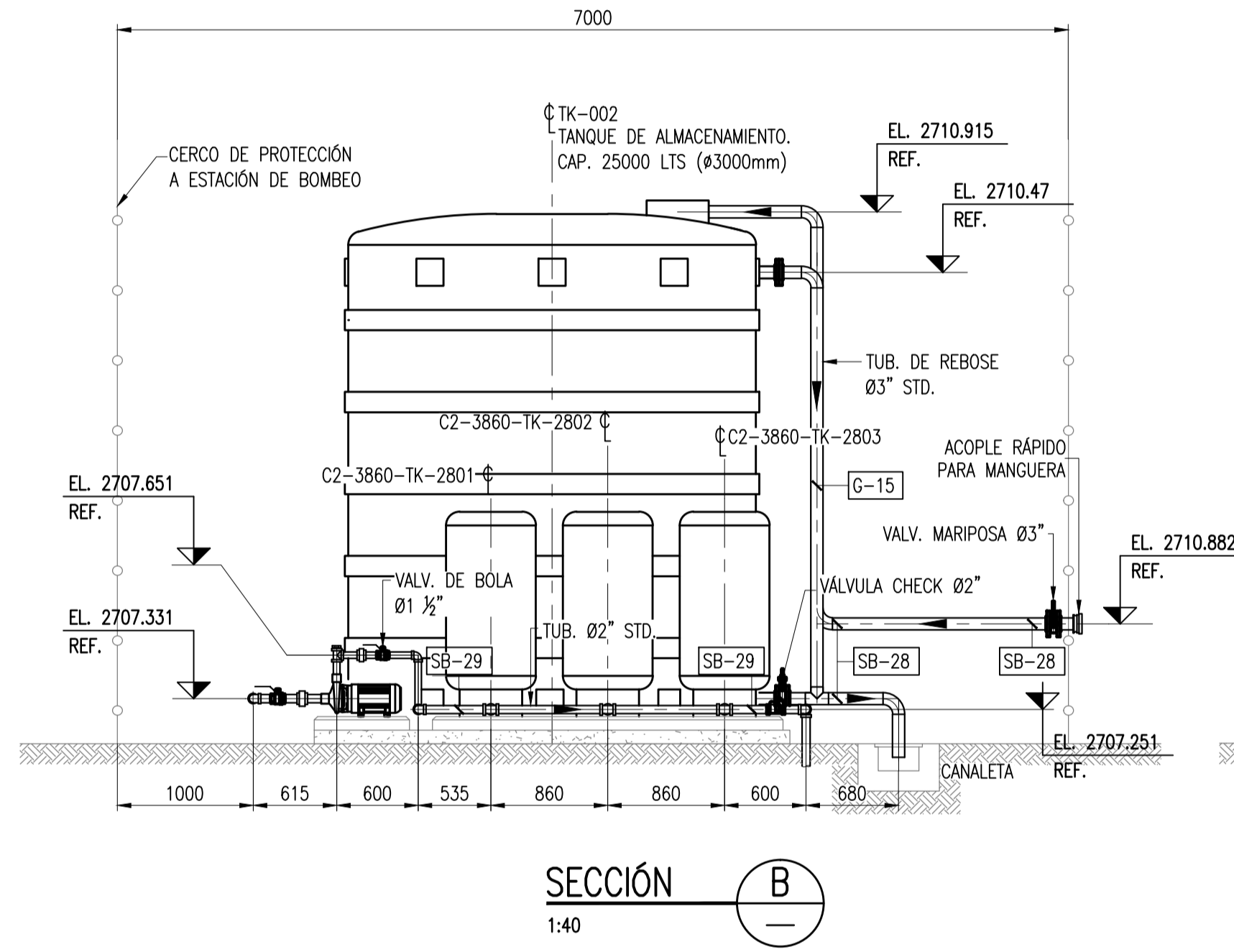
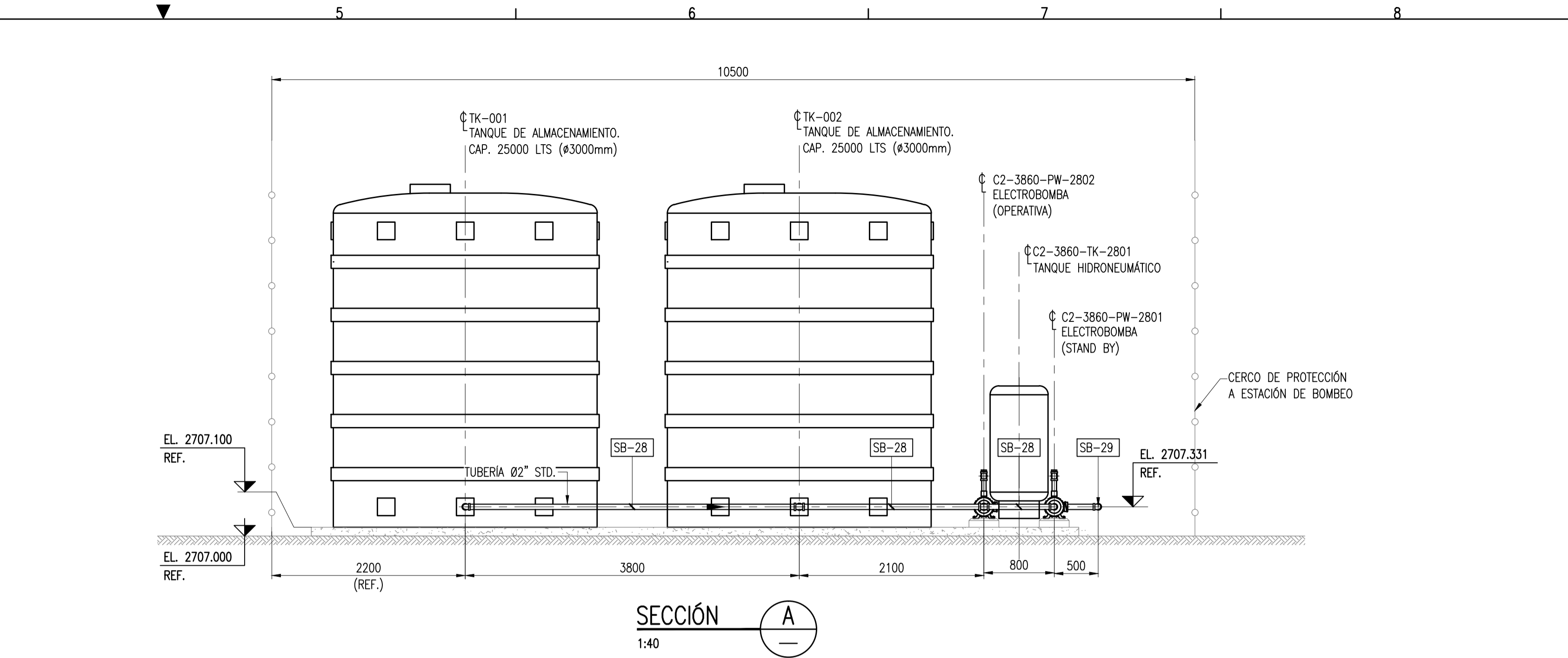
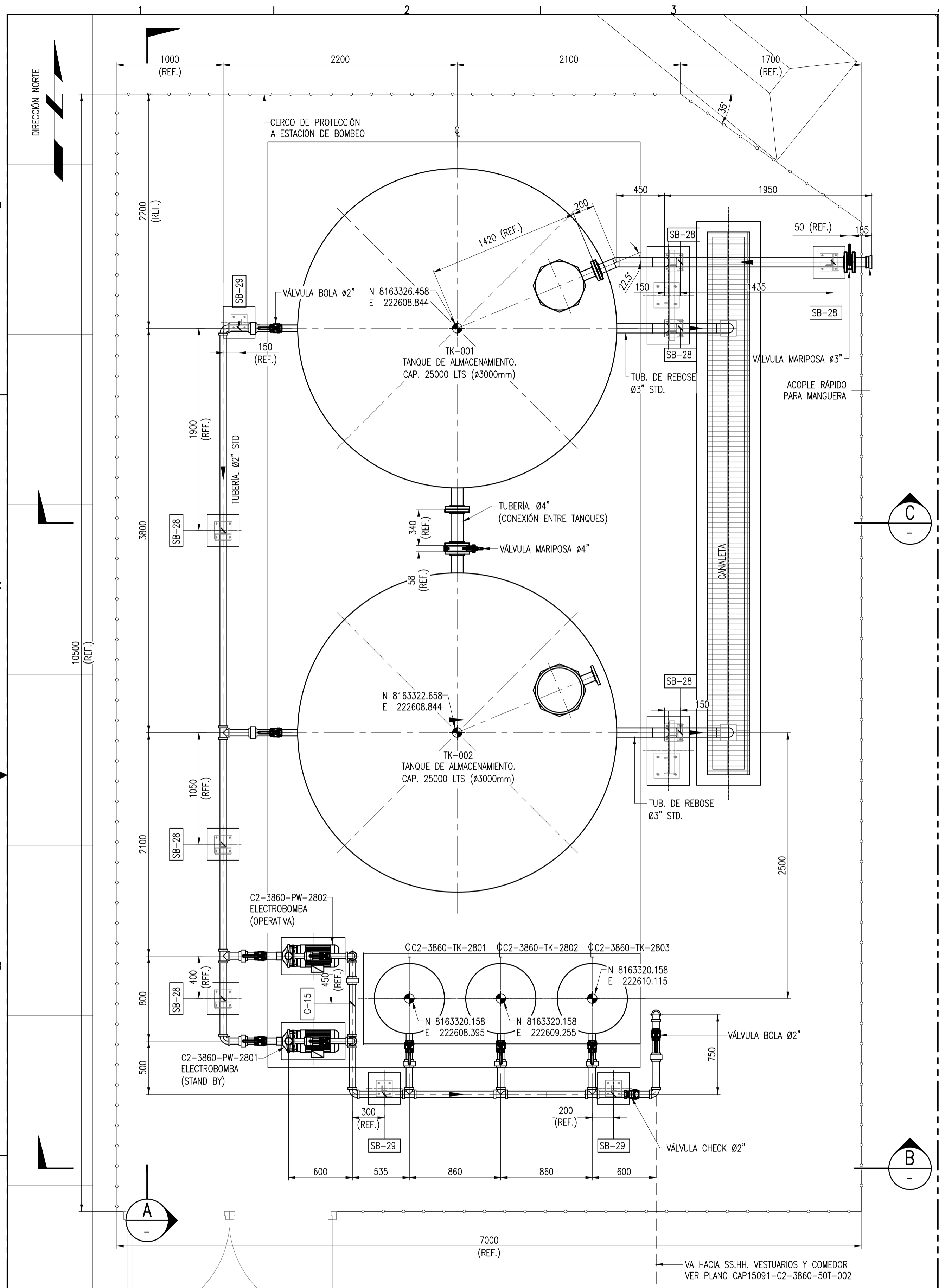
UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN
AREQUIPA - PERU
FACILIDADES, OPERACIONES, MITO Y NUEVAS CONSTRUCCIONES - PRESA DE RELAVES LINGA

PLANO: TUBERÍAS LABORATORIO Y OFICINAS PERMANENTES PLANTA Y SECCIONES

ESCALA: INDICADA NÚMERO DE PLANO: CAP15091-UN-C2-3860-50T-003 REV: A

ESCALA METRICA 1:25

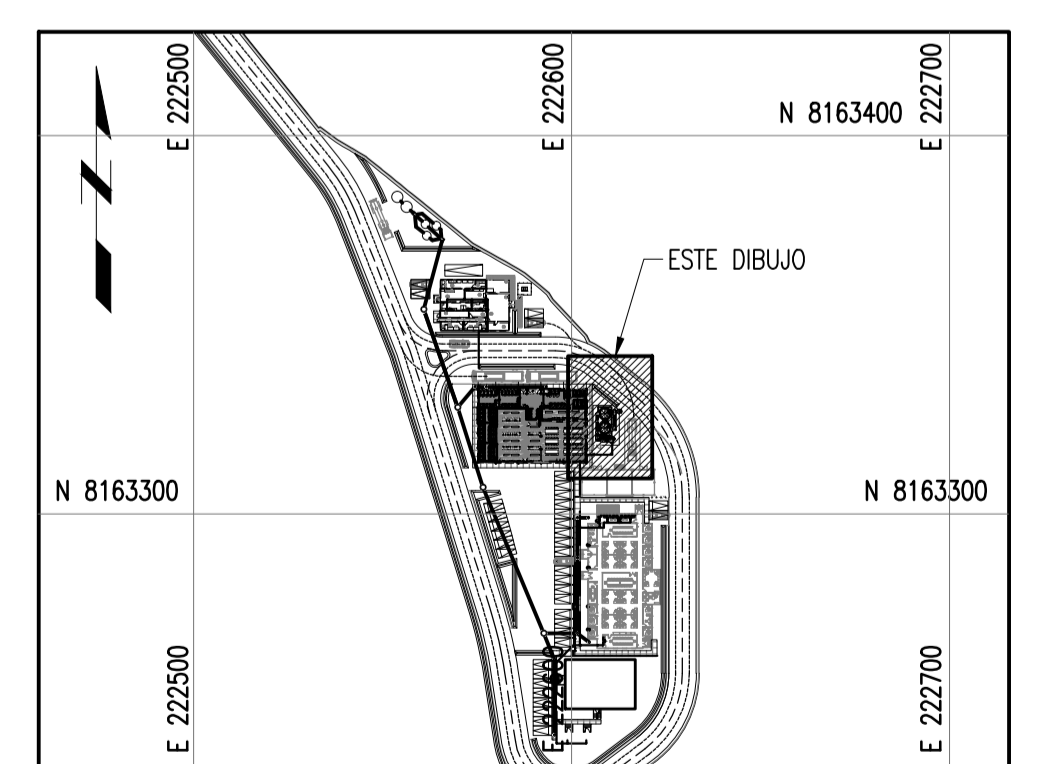
ESCALA METRICA 1:25



C2-3860-PW-2801/2802
ELECTROBOMBA
(01 OPERATIVA, 01 STAND BY)
TAMAÑO: 2"x1.5"
FLUJO: 15.2 m³/h
TDH: 29.3 mca.
POTENCIA ESTIMADA: 3.5 HP.

C2-3860-TK-2801/2802/2803
TANQUE HIDRONEUMÁTICO
TAMAÑO: D=0.66 mts., H=1.57 mts.
VOLUMEN UTIL: 44 GLNS.

- NOTAS:**
- TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS Y LOS NIVELES EN METROS, SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
 - LA INFORMACIÓN Y DISEÑO FINAL DE LOS TANQUES E INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS SERÁN DEFINIDAS POR EL PROVEEDOR.
 - PARA DETALLE DE LOS SOPORTES VER PLANO ESTÁNDAR A1-000000-0-53-009/012/031.
 - SE HA CONSIDERADO QUE LAS TUBERÍAS SERÁN DE ACERO AL CARBONO. SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	NUMERO DE PLANOS	REFERENCIAS DE PLANOS	APROBADO:
A	12MAY18	EMITIDO PARA COORDINACIÓN INTERNA	-	E.M						CAP15091-UN-C2-3860-20A-001 CAP15091-UN-C2-3860-50T-001	ARQUITECTURA - PLANIMETRIA - ARREGLO GENERAL TUBERIAS - TUBERIAS DE AGUA DOMESTICA - ARREGLO GENERAL	DISEÑADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018 DIBUJADO POR: SMCV FECHA: 12/05/2018 REVISADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018 APROBADO POR: E. MARIACA FECHA: 12/05/2018

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTIN
AREQUIPA - PERU
FACILIDADES, OPERACIONES, MITO Y NUEVAS CONSTRUCCIONES - PRESA DE RELAVES LINGA

PLANO: TUBERÍAS ESTACIÓN DE BOMBEO PLANTA Y SECCIONES

ESCALA: INDICADA
NUMERO DE PLANO: CAP15091-UN-C2-3860-50T-060
REV: A