

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA PARA RIEGO

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO**

Nilton Bruno Salazar Martínez

PROMOCIÓN 2006-II

**LIMA – PERÚ
2011**

DEDICATORIA:

Dedicado a mis padres, César y Gladys por su paciencia, a mi abuelo Honorio por ser modelo de valores y disciplina, y a la UNI por la exigente formación académica otorgada.

**TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h
DE AGUA DEL RÍO CHIRA PARA RIEGO**

INDICE

ÍNDICE	III
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
ÍNDICE DE FÓRMULAS	X
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	3
1.1. OBJETIVOS.....	3
1.1.1. Objetivo General	3
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
1.2. ALCANCES	4
1.3. LIMITACIONES	4
1.3.1. Naturales	4
1.3.2. Técnicas.....	5
1.3.3. Económicas.....	6

IV

1.4.	JUSTIFICACIONES.....	7
1.4.1.	Naturales.....	7
1.4.2.	Técnicas.....	7
1.4.3.	Económicas.....	7
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO.....		9
2.1.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	9
2.1.1.	Bombas.....	9
2.1.2.	Tuberías.....	9
2.2.	MODELO DE CÁLCULO.....	12
2.2.1.	Cálculo Hidráulico.....	12
2.2.2.	Análisis de Transiente.....	17
2.3.	CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	19
2.3.1.	Características del Diseño.....	19
2.3.2.	Parámetros de Diseño.....	20
CAPÍTULO 3 DESCRIPCIÓN DE DISEÑO.....		22
3.1.	CONDICIONES TOPOGRÁFICAS.....	22
3.1.1.	Estación de Río.....	22
3.1.2.	Estación de Rebombear.....	22
3.2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
CAPÍTULO 4 DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO.....		24
4.1.	METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	24
4.1.1.	Estación de Río.....	24

4.1.2.	Estación de Rebombear	25
4.2.	PLANEAMIENTO DEL DISEÑO	25
CAPÍTULO 5 DESARROLLO DE LAS INSTALACIONES		26
5.1.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	26
5.1.1.	Estación de Río y Línea por Gravedad	26
5.1.2.	Estación de Rebombear	34
5.2.	ANÁLISIS DE TRANSIENTE	42
5.2.1.	Línea de Impulsión	42
5.2.2.	Línea de Rebombear	46
5.3.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	50
5.3.1.	Bombas	50
5.3.2.	Tuberías y Accesorios	52
5.3.3.	Válvulas	56
CAPÍTULO 6 PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE INGENIERÍA		60
6.1.	ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO	60
6.1.1.	Estructura de Trabajo	60
6.1.2.	Organigrama del Estudio	60
6.1.3.	Cronograma del Estudio	61
6.2.	PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE INGENIERIA	61
6.2.1.	Entregables para el Estudio de Ingeniería	61
6.2.2.	Estimación de Ratios	62
6.2.3.	Costos del Estudio	63

6.3.	ANÁLISIS DE RIESGO DEL MONTAJE MECÁNICO	64
6.3.1.	Identificación de Riesgos	65
6.3.2.	Análisis del Riesgo	67
6.3.3.	Evaluación de Riesgos.....	69
6.3.4.	Planes de Acción	71
	CONCLUSIONES.....	75
	RECOMENDACIONES	78
	BIBLIOGRAFÍA	79
	ANEXOS	80
	PLANOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 – Demanda de Estaciones de Despacho	6
Tabla 2.1 – Diagrama de Moody	15
Tabla 5.1 – Propiedades Hidráulicas de Materiales	26
Tabla 5.2 – Estimación de Diámetros de Tuberías	27
Tabla 5.3 – Resumen de Cálculo	27
Tabla 5.3 – Condición Máxima a 8 Bombas.....	28
Tabla 5.4 – Condición Mínima a 3 Bombas.....	28
Tabla 5.5 – Datos de Diseño de la Bomba	29
Tabla 5.6 – Dimensiones de Tuberías.....	30
Tabla 5.7 – Propiedades Hidráulicas de Materiales	34
Tabla 5.8 – Presiones y Caudales Máximas y Mínimas.....	37
Tabla 5.9 – Escenarios de Operación	38
Tabla 5.10 – Datos de Diseño de la Bomba.....	39
Tabla 5.11 – Rangos de Operación de las Bombas.....	39
Tabla 5.12 – Rangos de Operación del Sistema.....	40
Tabla 5.13 – Dimensiones de Tuberías.....	40
Tabla 5.14 – Propiedades hidráulicas – Línea de Impulsión.....	42
Tabla 5.15 – Propiedades hidráulicas – Línea de Rebombeo.....	46
Tabla 5.16 – Condiciones de Operación y Diseño	50

VIII

Tabla 5.17 – Datos para las Bombas Verticales Tipo Turbina	51
Tabla 5.18 – Descripción Clase de Material.....	52
Tabla 5.19 – Descripción Clase de Material Tipo L1 / L.....	53
Tabla 5.20 – Descripción Clase de Material Tipo GRP3 / GRP10	53
Tabla 5.21 – Descripción Clase de Material Tipo PVC	55
Tabla 6.1 – Cantidad de Entregables del Estudio	61
Tabla 6.2 – Estimado Total de HH del Estudio.....	62
Tabla 6.3 – Tarifas de Personal del Estudio.....	62
Tabla 6.4 – Estimado de Gastos del Estudio	63
Tabla 6.5 – Estimado de Costos Directos para el Estudio	63
Tabla 6.6 – Estimado de Costos Indirectos para el Estudio.....	64
Tabla 6.7 – Riesgos identificados durante la Instalación y Montaje.....	67
Tabla 6.8 – Probabilidad de Riesgos.....	67
Tabla 6.9 – Consecuencia de Riesgos.....	68
Tabla 6.10 – Nivel de Manejo de Riesgo.....	68
Tabla 6.11 – Matriz de Riesgos Probabilidad vs Consecuencia	68
Tabla 6.12 – Nivel de Riesgos.....	69
Tabla 6.13 – Tabla de Evaluación de Riesgos	70
Tabla 6.14 – Planes de Acción de Riesgos de Nivel MUY ALTO y ALTO	72
Tabla 6.15 – Planes de Acción de Riesgos de Nivel MEDIO, BAJO y MUY BAJO ..	73
Tabla 6.16 – Responsabilidad del Planeamiento para Riesgos en el Proyecto.....	74

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 0.1 – Localización de Lugar del Estudio	2
Ilustración 5.1 – Estación de Río y Línea de descarga por Gravedad	31
Ilustración 5.2 – Gradiente Hidráulica de la Línea de Impulsión	32
Ilustración 5.3 – Gradiente Hidráulica de la Línea por Gravedad.....	33
Ilustración 5.4 – Línea de Rebombear para Estaciones de Despacho (DPS).....	35
Ilustración 5.5 – Consideraciones para el cálculo	36
Ilustración 5.6 – Escenarios de Operación de las Bombas	41
Ilustración 5.7 – Protección de Válvulas de Venteo y Válvula Anticipadoras.....	44
Ilustración 5.8 – Protección de Válvulas de Venteo y Válvula Anticipadoras.....	45
Ilustración 5.9 – Con Protección de Válvulas de Aire / Vacío	48
Ilustración 5.10 – Con Protección de Válvulas de Aire / Vacío	49
Ilustración 6.1 – Estructura de Desglose para el Estudio.....	60
Ilustración 6.2 – Organigrama del Estudio	61

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Ecuación 2.1: Ecuación de Bernoulli	12
Ecuación 2.2: Fórmula de Darcy-Weisbach	13
Ecuación 2.3: Pérdidas de presión en accesorios.....	13
Ecuación 2.4: Ecuación de Colebrook-White	14
Ecuación 2.5: Ecuación de Swamee–Jain	16
Ecuación 2.6: Número de Reynolds (Re).....	16
Ecuación 2.7: Sobrepresión en cierre rápido total.....	17
Ecuación 2.8: Sobrepresión en cierre instantáneo parcial	17
Ecuación 2.9: Ecuación de la celeridad de onda de Joukowski.....	18
Ecuación 2.10: Celeridad de onda elástica en el agua	18
Ecuación 2.11: Celeridad de onda elástica equivalente.....	19

PRÓLOGO

Dentro del marco de la crisis energética mundial y los problemas relacionados con el calentamiento global, las inversiones en la producción del etanol se presentan actualmente como sumamente atractivas por su alta rentabilidad.

Conforme con lo indicado, considerándose las condiciones climáticas del Valle Chira adecuadas para el cultivo de la caña de azúcar, por medio del uso de sus recursos hídricos no comprometidos, actualmente en este medio se están desarrollando cuatro (04) Proyectos de Etanol, siendo uno de ellos **MAPLE Ethanol S.R.L.**

El Proyecto MAPLE Etanol establece su desarrollo sobre una extensión de 10,676.46 ha de las tierras eriazas ubicadas en el tablazo de la margen izquierda del Valle Chira Exterior.

Considerándose que las tierras agrícolas del Proyecto **MAPLE Etanol** se ubican en los terrenos altos del tablazo de la margen izquierda del Valle Chira Exterior, a más de 50m por encima de los niveles del pelo de agua en el cauce del río Chira, de donde provendrán recursos hídricos para su riego, es evidente que éstos se podrán captar, para los fines pertinentes, únicamente mediante el bombeo.

Para la captación de agua para el riego de la caña de azúcar del Proyecto **MAPLE Etanol** por la Ingeniería Conceptual ha considerado la instalación de dos plantas de bombeo, Macacará y El Arenal de capacidad de bombeo instaladas de 5.46 y 1.90 m³/s, respectivamente, ubicadas en alrededores de los poblados que llevan los

mismos nombres, en los sitios donde las tierras agrícolas del Proyecto colindan con la orilla izquierda del río Chira.

En la planta de bombeo “Macacará” serán instaladas trece (13) bombas de capacidad máxima de bombeo de 1512 m³/h con una descarga total instalada de bombeo de 19656 m³/h, y en la El Arenal ocho (08) bombas de capacidad máxima de bombeo de 990 m³/h, con una descarga total instalada de bombeo de esta planta 7920 m³/h.

La planta de bombeo “Macacará” se ha ubicado en la orilla izquierda del mismo cauce del río Chira, y la “El Arenal” en un brazo desactivado del cauce principal del río mencionado, que probablemente fue abandonado y desactivado después del año 1998.

Para el presente trabajo se mostrará el diseño mecánico y selección de equipos del sistema de bombeo “El Arenal”, el cual está conformado por la Estación de Bombeo, las tuberías de impulsión y conducción, el reservorio, la Estación de Rebombeo y las tuberías de distribución.

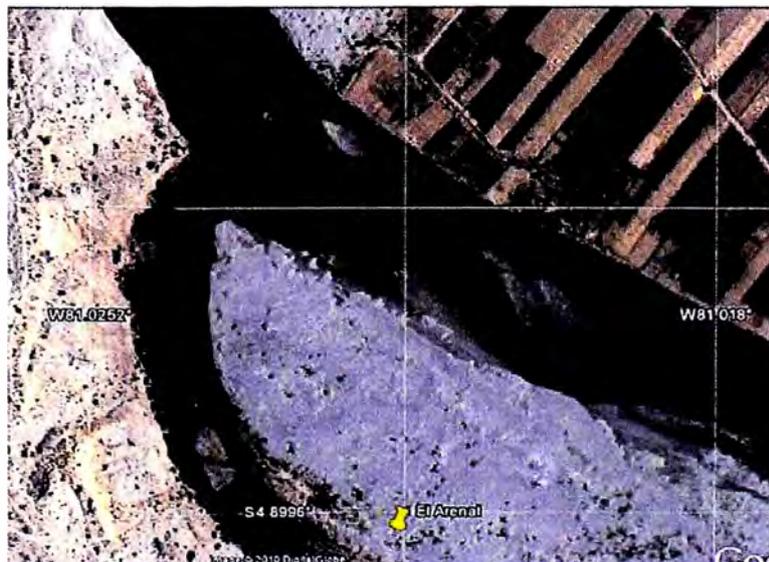


Ilustración 0.1 – Localización de Lugar del Estudio

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

El presente informe tiene como objetivo general desarrollar el análisis para un estudio de ingeniería de detalle (cálculo, diseño y especificación para compra) para la puesta en operación de una estación de bombeo en la zona denominada “El Arenal” para la captación del agua del río Chira. La estación estará ubicada en el distrito de Bajo Chira, en la Región de Piura.

1.1.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos para el presente trabajo son en resumen los siguientes:

- a. Desarrollar el diseño de la estación de bombeo “El Arenal”, determinando la capacidad de los equipos de bombeo para su adecuado control y operación.
- b. Especificar y seleccionar los equipos de bombeo necesarios y para la respectiva adquisición y pruebas en campo.
- c. Dimensionar y seleccionar los diámetros y espesores de las tuberías, válvulas y accesorios a emplear para el control y protección del sistema.

- d. Establecer los riesgos y establecer un plan de acción ante posibles problemas durante el desarrollo del montaje en campo.

1.2. ALCANCES

Los siguientes alcances determinan los límites del presente trabajo:

- a. La especificación de los equipos necesarios para la operación de la estación de bombeo "El Arenal", desde la ribera del río Chira hasta sus correspondientes zonas de despacho.
- b. El dimensionamiento de las tuberías y válvulas a usar para el control y protección durante la operación de las estaciones.
- c. La estimación de los costos necesarios para el desarrollo del estudio de ingeniería.
- d. La identificación de los riesgos que puedan generar problemas durante el montaje en campo.

1.3. LIMITACIONES

1.3.1. Naturales

- a. Los efectos climáticos tales como el fenómeno de El Niño y La Niña, pueden provocar alteraciones en la normal operación y en las consideraciones de diseño tomadas para el desarrollo del presente estudio.
- b. Los fenómenos naturales producidos por las lluvias en la sierra correspondiente a la zona geográfica del proyecto, tales como huaycos, sismos y desbordes, pueden alterar los datos de diseño utilizados para describir el estudio.

1.3.2. Técnicas

- a. El diseño de los equipos de bombeo requeridos deberán suministrar una capacidad de flujo total de 7920 m³/h, los cuales deberán ser llevados desde la Estación de río hacia un reservorio y desde este lugar mediante la respectiva Estación de Rebombeo con una capacidad de suministro de 4060.8 m³/h hacia las zonas de despacho.
- b. El sistema de bombeo a diseñar se dividirá en los siguientes sub-sistemas:
 - Una (01) estación de bombeo en la ribera del río, conocida como **Estación de Río**, con una cantidad de ocho (8) bombas, impulsando el agua con un flujo de 990 m³/h por cada bomba.
 - Cuatro (04) **Líneas de impulsión** que llevarán el agua de río con un caudal de 1980 m³/h, desde la Estación de Río hacia una cámara rompe presiones.
 - Una (01) **Línea de descarga por gravedad**, que transporta el agua de río desde la cámara rompe presiones hacia el **Reservorio El Arenal**. El reservorio tiene una capacidad de almacenamiento de 110,000m³ (100,000 m³ de Volumen Útil y 10,000 m³ de Volumen Muerto).
 - Una (01) **Estación de Rebombeo**, ubicado en el Reservorio El Arenal, que distribuye el agua de río

desde este reservorio hacia las estaciones de despacho.

- Una (01) **Línea de Distribución** que lleva el agua de río desde el Reservorio El Arenal hacia las tres (3) zonas de despacho ubicadas cercanas a las parcelas y tierras de cultivo. Estas estaciones tendrán las siguientes valores de caudal de alimentación para su operación:

Estación de Distribución	Valor de Caudal a Suministrar
DPS 14	1018.8 m ³ /h
DPS 15	979.2 m ³ /h
DPS 16	2062.8 m ³ /h

Tabla 1.1 – Demanda de Estaciones de Despacho

1.3.3. Económicas

- a. La incertidumbre en los recursos a destinar para el estudio de ingeniería serán una posible limitación a tomar en cuenta.
- b. La sostenibilidad del estudio está propensa a las variaciones y los cambios del mercado energético nacional, específicamente en adopción a los nuevos tipos de combustibles para el reemplazo del petróleo, el cual sustenta el presente estudio: el etanol.

1.4. JUSTIFICACIONES

1.4.1. Naturales

- a. El recurso principal que justifica el desarrollo del presente estudio de ingeniería es aprovechar los recursos hídricos provenientes de la cuenca del río Chira, la cual es favorecida por un caudal constante anual de agua proveniente de las zonas de la sierra de Piura y Cajamarca.
- b. Adecuados procedimientos para la conservación del medio ambiente mediante el correcto aprovechamiento de los recursos tales como el agua y la caña de azúcar para la producción de combustible limpio y biodegradable.

1.4.2. Técnicas

- a. El diseño y selección del sistema tiene como propósito principal el mejor aprovechamiento de las aguas del río Chira, las cuales se destinan al riego de caña de azúcar, para la industrialización y obtención de etanol industrial como combustible alternativo.
- b. Los equipos a seleccionar y especificar serán acorde a los datos obtenidos en los cálculos efectuados, para su correcta operación y mantenimiento, lo cual es necesario para asegurar la productividad y sostenimiento del negocio.

1.4.3. Económicas

- a. La ingeniería presentada establecerá las pautas de ingeniería para el desarrollo de la construcción mecánica

correspondiente al proyecto de inversión planificado por Maple Ethanol S.A.

- b. El impacto económico y social que producirá la operación y funcionamiento de la planta de etanol permitirá la mejora en la calidad de vida de los pobladores de las zonas aledañas, generando puestos laborales estables en el área próxima al proyecto y actividades económicas secundarias y terciarias, generando posteriormente polos económicos en esta zona.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. CRITERIOS DE DISEÑO

2.1.1. Bombas

Ubicar las bombas tomando en consideración la distancia con respecto a las paredes, al fondo del sumidero y con respecto a la distancia de las rejillas indicadas en las recomendaciones del proveedor de las bombas.

A menos que se especifique lo contrario, en todas las bombas verticales tipo turbinas se deberá instalar una válvula de retención (tipo check) en la línea de descarga entre la bomba y la válvula de cierre.

2.1.2. Tuberías

Para las tuberías del sistema se deberá tomar en cuenta varios factores tales como la caída de presión y la velocidad máxima permisible, visto desde el punto de vista de erosión y ruido, y los factores económicos (cuando un líquido es comprimido o bombeado).

Las tuberías deberán ser dimensionadas de manera que pueda asegurar que la caída de presión total del sistema (incluyendo caída de presión debido a válvulas, equipos de control, etc.) no exceda la caída de presión admisible. Los siguientes criterios se dan como pautas para determinar el dimensionamiento de tuberías:

A. Criterio de caída de presiones

Cuando se dispone de una presión dada o una carga estática, dimensionar una línea es relativamente simple. Se debería dimensionar de modo de no consumir más que la presión admisible a las condiciones de flujo especificadas. La pérdida friccional de presión admisible está limitada por las caídas de presión debido a otros componentes del sistema (por ejemplo, válvulas de control, equipos, etc.).

La caída de presión friccional para los sistemas de una fase deberá calcularse usando la fórmula de Darcy-Weisbach. Para determinar el factor de fricción, se deberá usar la ecuación de Colebrook-White o el nomograma de Moody.

Un margen de seguridad de 5% a 20% se deberá agregar a todos los cálculos de pérdidas por fricción para tomar en cuenta el envejecimiento de la tubería, la diferencia en diámetro o cualquier condición anormal de la superficie interior de la tubería. El margen de seguridad se debería agregar solamente a las pérdidas friccionales y no a pérdidas de presión debidas a cambios de elevación o aceleración.

B. Criterio de velocidad del flujo

Cada tamaño de línea calculado debe ser revisado para asegurarse de que la velocidad resultante sea razonable. Si el tamaño de una tubería no está regido por la caída de presión o factores económicos, entonces los límites de velocidad son

por lo general el factor decisivo. Además, otras limitaciones de velocidad, tales como sedimentación, velocidad erosional, velocidad sónica, velocidad de arrastre y ruido deben considerarse al dimensionar las tuberías.

Los criterios de velocidad se dan como una pauta general. Las velocidades fuera de los rangos especificados pueden ser aceptables y deben ser evaluados sobre una base de caso por caso. Velocidades de hasta 2.5 m/s son aceptables para tuberías de mayor tamaño.

2.2. MODELO DE CÁLCULO

Para la correcta realización de los cálculos del estudio se consideran los siguientes modelos:

2.2.1. Cálculo Hidráulico

A. Altura Requerida de Bombas – Ecuación de Bernoulli

Para realizar los cálculos hidráulicos de la planta de bombeo se asume que el fluido es un fluido incompresible, con densidad constante a lo largo de la operación y funcionamiento de la planta de bombeo.

La ecuación de Bernoulli es aplicable bajo este contexto, se representa según lo siguiente:

Ecuación 2.1:

$$\frac{P_i}{\rho g} + \frac{v_i^2}{2g} + z_i \pm H_E = \frac{P_s}{\rho g} + \frac{v_s^2}{2g} + z_s + \sum h_p + \sum h_f$$

Donde:

P_i : Presión estática al ingreso del sistema, en kPa

v_i : Velocidad del fluido al ingreso, en m/s

z_i : Altura geodésica al ingreso del sistema, en m

P_s : Presión estática a la descarga del sistema, en kPa

v_s : Velocidad del fluido a la descarga, en m/s

z_s : Altura geodésica a la descarga del sistema, en m

g : Aceleración de la gravedad, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

ρ : Densidad másica del fluido, en kg/m^3

h_p : Altura de pérdidas por longitud de tuberías, en m

h_f : Altura de pérdidas por accesorios en tuberías, en m

H_E : Altura requerida del sistema de bombeo, en m

B. Pérdidas de presión en tuberías – Fórmula de Darcy-Weisbach

Para el cálculo de las pérdidas de presión a lo largo de una tubería se realiza considerando la ecuación de ecuación de Darcy-Weisbach, expresada de la siguiente forma:

Ecuación 2.2:

$$h_p = 1000f \frac{L v^2}{D 2g}$$

Donde:

h_p : Altura de pérdidas por longitud de tuberías, en m

f : Factor de fricción, según Colebrook-White

L : Longitud del tramo de tubería, en m

D : Diámetro interior de la tubería, en mm

v : Velocidad del fluido al interior de la línea, en m/s

C. Pérdidas de presión de accesorios

Para el cálculo de las pérdidas de presión para los accesorios a lo largo de una tubería se realiza considerando la siguiente ecuación:

Ecuación 2.3:

$$h_s = K \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

h_s : Altura de pérdidas por longitud de tuberías, en m

K : Coeficiente de forma del accesorio

v : Velocidad del fluido al interior de la línea, en m/s

D. Factor de fricción (f) – Ecuación de Colebrook-White

El factor de fricción es una función de distintas variables tales son: rugosidad de la tubería, régimen del flujo del tramo a analizar y geometría de la tubería. Estas variables son expresadas en la ecuación de Colebrook-White:

Ecuación 2.4:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{e}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

Donde:

f : Factor de fricción

e : Rugosidad absoluta del material de la tubería, en mm

D : Diámetro interior de la tubería, en mm

R_e : Numero de Reynolds

El diagrama de Moody nos muestra esta relación entre los distintos factores mencionados, así tenemos en la siguiente ilustración:

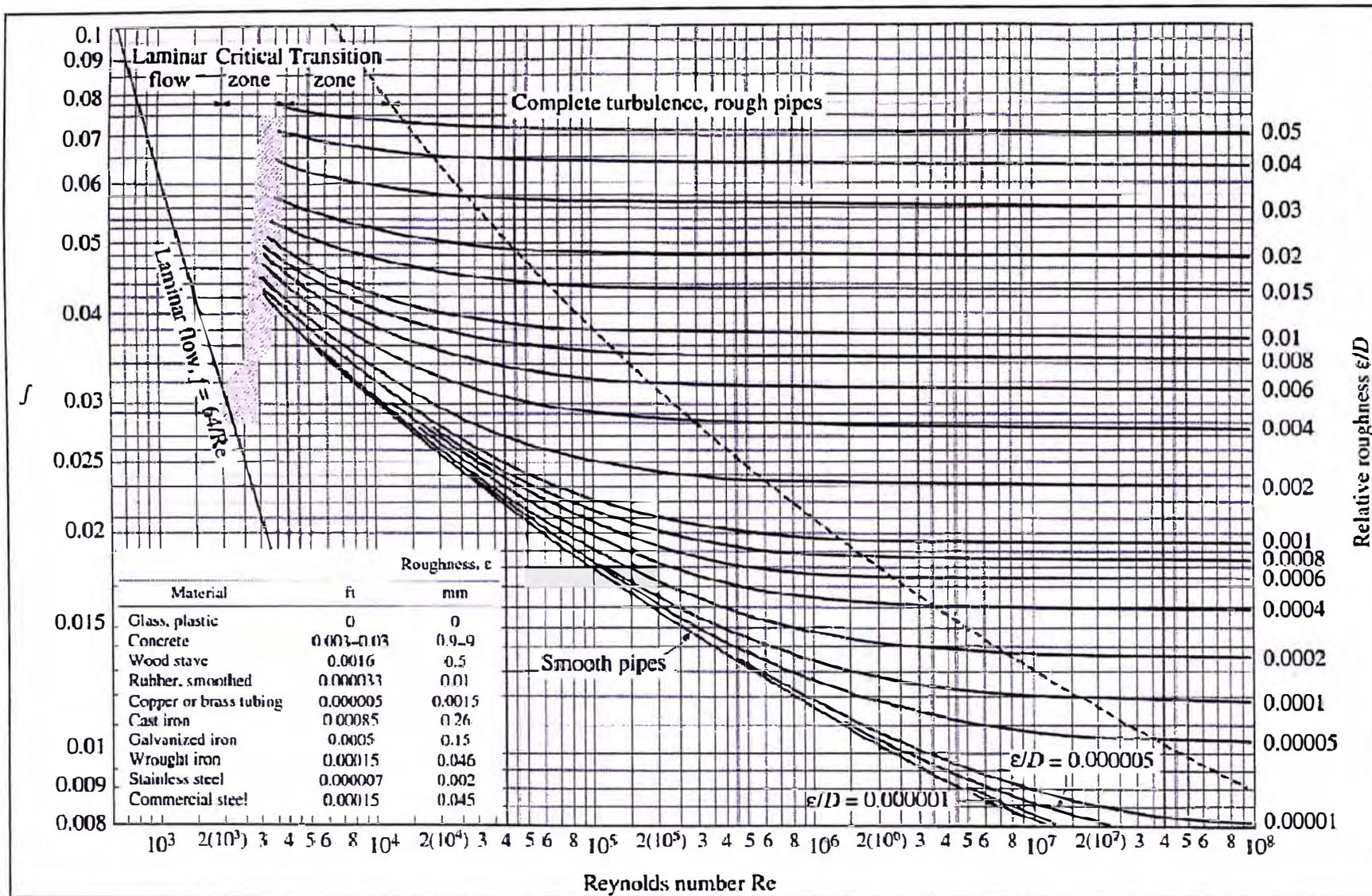


Tabla 2.1 – Diagrama de Moody

Para efectos de simplificar el cálculo del factor de fricción, la ecuación de Swamee–Jain es aplicada en el presente cálculo, así tenemos la expresión siguiente:

Ecuación 2.5:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log_{10} \left(\frac{e}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right)$$

E. Número de Reynolds (Re)

El valor del número de Reynolds determina el tipo de régimen al cual está sometido el fluido a través del interior de la tubería el cual se define en base a la siguiente expresión:

Ecuación 2.6:

$$Re = 1000 \frac{\rho v D}{\mu}$$

Donde:

Re : Número de Reynolds

v : Velocidad del fluido, en m/s

D : Diámetro interior de la tubería, en mm

ρ : Densidad másica del fluido en la tubería, en kg/m^3

μ : Viscosidad dinámica del fluido, en cP

Además el número de Reynolds permite predecir el carácter turbulento o laminar en los casos requeridos del estudio. Para consideraciones del régimen se toma para el cálculo como límite entre cada régimen cuando el valor es menor de 2000 el flujo será laminar y si es mayor el flujo será considerado turbulento.

2.2.2. Análisis de Transiente

A. Golpe de ariete – Fórmula de Joukowski

Para el estudio del fenómeno producido por la sobrepresión del golpe de ariete se tiene que abandonar las dos hipótesis usadas en el modelo de cálculo de fluidos líquidos: fluido incompresible, régimen permanente. El golpe de ariete es un fenómeno transitorio y por tanto de régimen variable, en que la tubería ya no es rígida y el líquido es compresible.

Este fenómeno se produce en los conductos al cerrar o abrir una válvula y al poner en marcha o parar una máquina hidráulica, entre los más comunes, o también al disminuir bruscamente el caudal.

Para el cálculo de sobrepresión producida por este fenómeno, Nikolai Joukowski plantea las siguientes fórmulas:

Para la sobrepresión en cierre instantáneo total de una válvula:

Ecuación 2.7:

$$\Delta p = \frac{\rho c v}{1000}$$

Para la sobrepresión en cierre instantáneo parcial de una válvula:

Ecuación 2.8:

$$\Delta p = \frac{\rho c (v - v')}{1000}$$

Donde:

Δp : Sobrepresión por el golpe de ariete en la tubería, en kPa

v : Velocidad del fluido antes del cierre, en m/s

v' : Velocidad final del fluido, en m/s

c : Celeridad de la onda elástica del fluido, en m/s

Para el cálculo de la celeridad de la onda elástica de sobrepresión Joukowski plantea la siguiente ecuación:

Ecuación 2.9:

$$c = \frac{\sqrt{\frac{E_0}{1000\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{E_0 D}{E\delta}}}$$

Donde:

E_0 : Modulo de elasticidad de volumen del fluido, en kPa

ρ : Densidad másica del fluido en la tubería, en kg/m³

D : Diámetro interior de la tubería, en mm

E : Modulo de elasticidad del material de la tubería, en kPa

δ : Espesor de la tubería, en mm

Para nuestro caso, el numerador se relaciona con la celeridad de la onda elástica en el fluido, para el presente trabajo consideramos al agua como fluido del sistema de la planta de bombeo, así tenemos:

Ecuación 2.10:

$$c_0 = \sqrt{\frac{E_0}{1000\rho}} = 1.425 \text{ m/s}$$

Cuando un sistema está constituido por diferentes materiales, diámetros y espesores de tubería, se utiliza el concepto de velocidad de onda equivalente el cual se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 2.11:

$$a = \frac{L}{\sum_{i=0}^n L_i / c_i}$$

Siendo $L_1, L_2, L_3 \dots L_n$, las longitudes de las diferentes tuberías y $c_1, c_2, c_3 \dots c_n$, las celeridades para las diferentes tuberías.

2.3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

2.3.1. Características del Diseño

A. Estación de Río

Flujo total de diseño:	7920.00 m ³ /h (2.2 m ³ /s)
Número de bombas verticales:	8 Unds.
Flujo por Bomba:	990.00 m ³ /h (0.275 m ³ /s)
Cantidad de tuberías para impulsión:	4 Líneas
Flujo por tubería después del manifold:	1980.00 m ³ /h (0.55 m ³ /s)

B. Línea de descarga por gravedad

Cantidad de tuberías de alimentación:	1 Línea
Flujo por tuberías después del Manifold:	7920 m ³ /h (2.2 m ³ /s)

C. Estación de Rebombeo

Flujo Total de Diseño:	4060.80 m ³ /h (1.128 m ³ /s)
Número de bombas verticales:	3 Unds.
Flujo por Bomba:	1356.60 m ³ /h (0.376 m ³ /s)
Flujo Nominal DPS 14	1018.80 m ³ /h (0.283 m ³ /s)
Flujo Nominal DPS 15	979.20 m ³ /h (0.272 m ³ /s)
Flujo Nominal DPS 16	2062.80 m ³ /h (0.573 m ³ /s)

2.3.2. Parámetros de Diseño**A. Características del Fluido**

Descripción:	Agua de Rio
Gravedad Específica:	1.00
Temperatura Mínima:	19.00 °C
Temperatura Máxima:	31.00 °C
Temperatura Promedio:	25.00 °C
Temperatura de Diseño:	19.00 °C
Presión de Vapor (19 °C):	2.17 kPa
Viscosidad Dinámica (19 °C)	1.00 cP
Sólidos Disueltos Totales:	400 ppm

Sólidos Suspendidos: 150 ppm

B. Condiciones Climáticas y Ambientales de la Instalación

Altitud promedio de la Estación de
Río: 13.74 msnm

Altitud promedio de la Estación de
Rebombeo: 73.00 msnm

Presión Atmosférica: 101.16 kPa

Temperatura Mínima: 19.00 °C

Temperatura Máxima: 31.00 °C

Humedad Relativa promedio: 70.00 %

CAPÍTULO 3

DESCRIPCIÓN DE DISEÑO

3.1. CONDICIONES TOPOGRÁFICAS

3.1.1. Estación de Río

Nivel mínimo de espejo de agua en la poza:	6.90 msnm
Nivel máximo de espejo de agua en la poza:	12.16 msnm
Nivel inferior de entrada de la bomba:	5.45 msnm
Punto más elevado de la tubería de impulsión:	97.41 msnm
Nivel de salida inferior de cámara:	93.85 msnm
Nivel de entrada de línea por gravedad hacia reservorio:	95.28 msnm

3.1.2. Estación de Rebombeo

Nivel mínimo de espejo de agua en el reservorio:	91.65 msnm
Nivel Inferior de la bomba:	90.02 msnm
Punto más elevado de tubería de conducción:	102.85 msnm
Nivel considerado para el cálculo:	93.56 msnm

3.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para proceder a evaluar el diseño de los sistemas de bombeo requeridos se tuvo que tomar las siguientes pautas:

- a. El sistema de bombeo estará sometido a fluctuaciones y/o cambios de presiones durante su ciclo de operación, lo cual los materiales y diseño de las tuberías y equipos deberán estar en función del servicio requerido.
- b. Las propiedades del fluido tales como la viscosidad, densidad no deberán cambiar a lo largo de la operación del proyecto, lo cual realmente no ocurrirá, puesto que la temperatura del ambiente en diferentes zonas serán distintas.
- c. Fenómenos varios o adversos al ciclo operativo que puedan provocar el deterioro, daño o falla del sistema de bombeo deberán ser considerados dentro del diseño y cálculo, tales como golpe de ariete, corte de suministro de energía eléctrica, mantenimiento en línea del sistema, etc.
- d. Posibles eventos o circunstancias operativas dentro del sistema de bombeo que puedan desencadenar fallas y daños también deberán ser consideradas, tales como cierre y/o apertura de válvulas, flushing de pozas, etc.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO

4.1. METODOLOGÍA DE DISEÑO

4.1.1. Estación de Río

Para el diseño del sistema de bombeo, el cual constará de ocho (08) bombas verticales del tipo turbina, en paralelo, las cuales deberán captar las aguas directamente del lecho del río Chira, siendo estas acondicionadas con canastillas al ingreso del impulsor para evitar el ingreso de objetos extraños al sistema. Transportarán el agua de río desde el lecho hacia un reservorio acondicionado para el almacenamiento del fluido.

En el ingreso desde el sumidero de la estación estará protegida mediante un sistema de rejillas las cuales evitarán el ingreso de objetos mayores que impidan o dañen el sistema de bombeo en su interior.

Posteriormente la línea de impulsión descarga el agua de río en una cámara disipadora para posteriormente ser transportado por intermedio de una tubería por descarga por gravedad hacia el Reservorio el Arenal.

4.1.2. Estación de Rebombeo

Para el diseño de la estación de rebombeo, el cual constará de tres (03) bombas verticales tipo turbina, en paralelo, las cuales deberán distribuir el agua almacenada en el reservorio hacia las Estaciones de Despacho (DPS 14, DPS 15 y DPS 16), los cuales serán los puntos de suministro y control de despacho para el riego de los terrenos de cultivo de la caña de azúcar.

4.2. PLANEAMIENTO DEL DISEÑO

Dentro de los requisitos técnicos principales para la compra y adquisición de los equipos y accesorios es necesario realizar los siguientes cálculos:

- a. **Cálculo Hidráulico de las estaciones de bombeo:** Ello es requerido para la estimación de potencia de las bombas a emplear y el cálculo de la gradiente hidráulica del sistema.
- b. **Análisis de Transiente de las tuberías:** Este análisis es requerido para la estimación de la sobrepresión producida por el fenómeno del Golpe de Ariete.

Con lo indicado se podrán especificar las bombas verticales a emplear, como también las tuberías, válvulas y accesorios necesarios para la compra y montaje en el proyecto.

CAPÍTULO 5

DESARROLLO DE LAS INSTALACIONES

5.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

5.1.1. Estación de Río y Línea por Gravedad

A. Características hidráulicas del material:

Rugosidad absoluta (e)	Valor
Acero al carbono (e_{CS}):	45.72×10^{-3} mm
GRP (e_{GRP}):	29.00×10^{-3} mm

Tabla 5.1 – Propiedades Hidráulicas de Materiales

B. Esquema de Estación de Río y Línea de Gravedad

El esquema se muestra en la ilustración 5.1.

C. Resumen de Cálculo

En la siguiente tabla se puede resumir el cálculo establecido para el régimen de operación de diseño establecido:

- Línea de Impulsión

Para la estimación de la capacidad de las bombas y el diámetro y cédula de la tubería en la línea de impulsión, en base a los criterios de diseño mencionados en el marco teórico (capítulo 2), se muestra el resumen de cálculo de la línea de impulsión, lo cual se muestra en la tabla 5.2.

Diámetro Nominal, D		16 in	18 in	20 in	500 mm
Diámetro interior, d		15.25 in	17.25 in	19.25 in	500 mm
Clase de material	-	L1	L1	L1	GRP10
Cédula de tubería	-	0.375W	0.375W	0.375W	PN10
Rugosidad Absoluta, e	m	4.57E-05	4.57E-05	4.57E-05	2.90E-05
Flujo de Diseño, Q	m³/h	990.0	1980.0	1980.0	1980.0
Gravedad Específica, SG	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Viscosidad Dinámica, μ	cP	1.00	1.00	1.00	1.00
Factor de Seguridad, SF	-	1.10	1.10	1.10	1.05
Velocidad, v	m/s	2.33	3.65	2.93	2.80
Numero de Reynolds, Re	-	9.04E+05	1.60E+06	1.43E+06	1.40E+06
Factor de Fricción, f	-	0.013876	0.013123	0.013039	0.012415
Altura de Velocidad, $v^2/2g$	m	0.28	0.68	0.44	0.40
Pérdidas de Fricción, $\%h_f$	%	1.00	2.03	1.17	0.99
Pérdidas de Fricción para Diseño, $\%h_F$	%	1.09	2.24	1.28	1.04

Tabla 5.2 – Estimación de Diámetros de Tuberías

Resumen de Cálculo – Línea de Impulsión		
Altura Estática	90.51	m.c.a.
Presión Residual	1.00	m.c.a.
Altura de Velocidad Final, $v^2/2g$	0.44	m.c.a.
Pérdidas Primarias	3.10	m.c.a.
Pérdidas Secundarias	2.40	m.c.a.
Pérdidas Totales	5.50	m.c.a.
Altura Dinámica Total (ADT)	97.45	m.c.a.

Tabla 5.3 – Resumen de Cálculo

- Línea de Gravedad

Para la estimación del diámetro y cédula de la tubería en la línea por gravedad, se consideran dos escenarios (máximo y mínimo), que garanticen que la tubería siempre se encuentre siempre llena, lo cual permitirá su operación eficiente.

Cálculo Condición Máxima (8 bombas: $Q = 2.16 \text{ m}^3/\text{s}$)		
Pérdidas Primarias	1.275	m
Pérdidas Secundarias	0.128	m
Pérdidas Totales	1.403	m
Diámetro Interior	1600	mm
Altura de Velocidad	0.059	m
Nivel Aguas Cresta Vertedero Reservoirio El Arenal	95.590	msnm
Nivel de Aguas Cámara Disipadora	96.993	msnm

Tabla 5.4 – Condición Máxima a 8 Bombas

Cálculo Condición Mínima (3 bombas: $Q = 0.81 \text{ m}^3/\text{s}$)		
Pérdidas Primarias	0.205	m
Pérdidas Secundarias	0.018	m
Pérdidas Totales	0.223	m
Diámetro Interior	1600	mm
Altura de Velocidad	0.008	m
Nivel Aguas Cresta Vertedero Reservoirio El Arenal	95.440	msnm
Nivel de Aguas Cámara Disipadora	96.663	msnm

Tabla 5.5 – Condición Mínima a 3 Bombas

D. Resultados

- Datos de Operación de las Bombas

Las características de operación de las bombas y de la estación de bombeo se muestran en la tabla siguiente:

Datos de Operación	Valor
<i>Bomba</i>	
Flujo total:	990.00 m ³ /h (0.275 m ³ /s)
Altura Dinámica Total (ADT)	97.45 m.c.a.
Altura Disponible (NPSH _D)	11.54 m.c.a.
Potencia al Freno (BHP)	328.60 kW (440.50 HP)

Tabla 5.6 – Datos de Diseño de la Bomba

- Gradiente Hidráulica

La Gradiente hidráulica de la Línea de Impulsión (HGL) se muestra en la ilustración 5.2.

La Gradiente hidráulica de la Línea por gravedad (HGL) se muestra en la ilustración 5.3.

- Diámetros de las Tuberías

Los diámetros estimados para las tuberías en la línea de impulsión de la Estación de Río y de la Línea por Gravedad son mostrados en la siguiente tabla:

Diámetro de Tuberías Estimadas	Dimensión (φ)
Estación de Río	
Tuberías de acero ASTM A36, descarga de la bomba.	16 in
Tuberías de acero ASTM A36, Manifold.	28 in
Tuberías de acero ASTM A36, Tubería de conducción.	18"
Tuberías de acero ASTM A36, Tubería de conducción.	20 in
Tuberías de GRP PN10, Tubería de conducción	500 mm
Línea de Gravedad	
Tuberías de GRP PN3, Tubería de conducción	1600 mm

Tabla 5.7 – Dimensiones de Tuberías

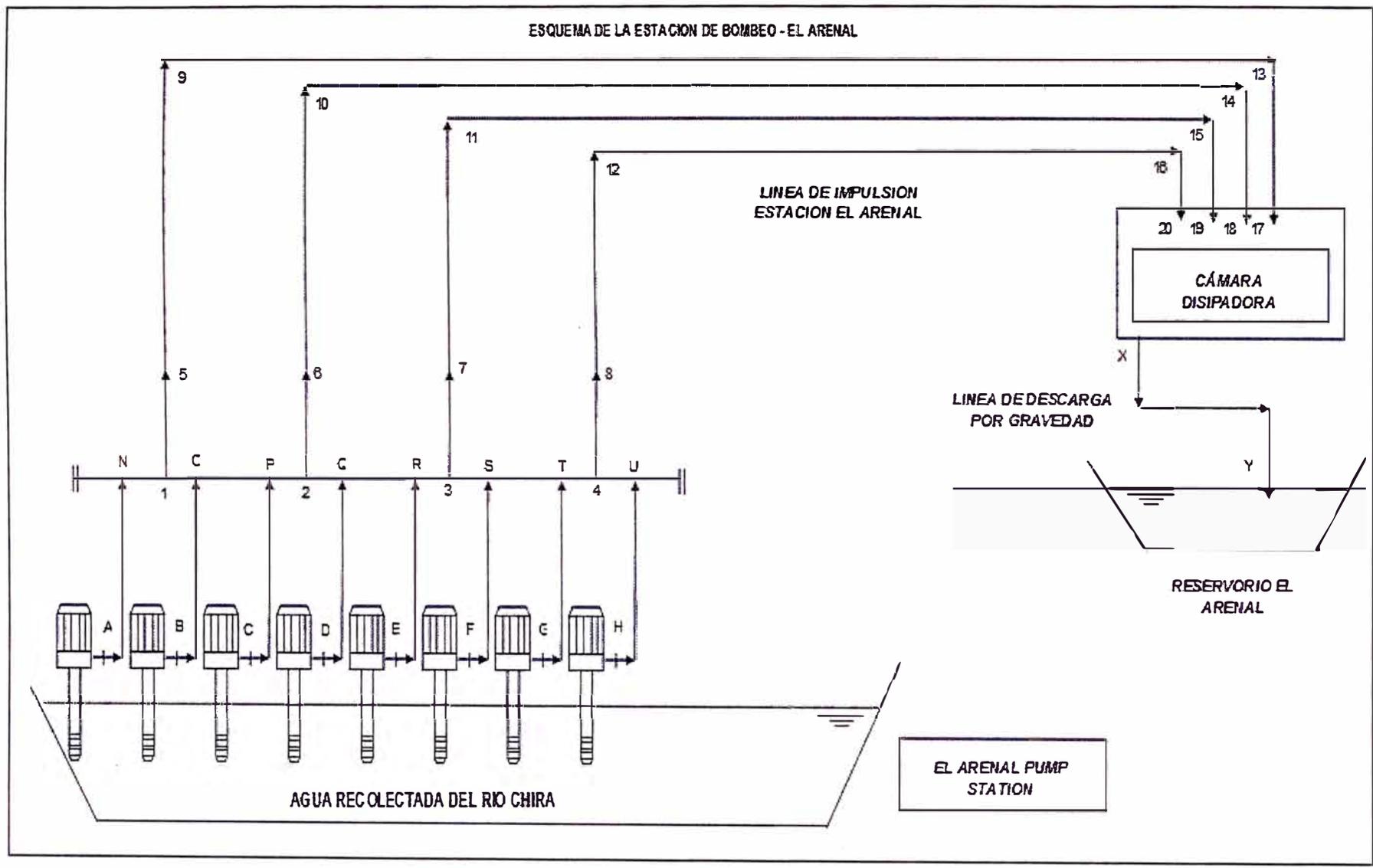


Ilustración 5.1 – Estación de Río y Línea de descarga por Gravedad

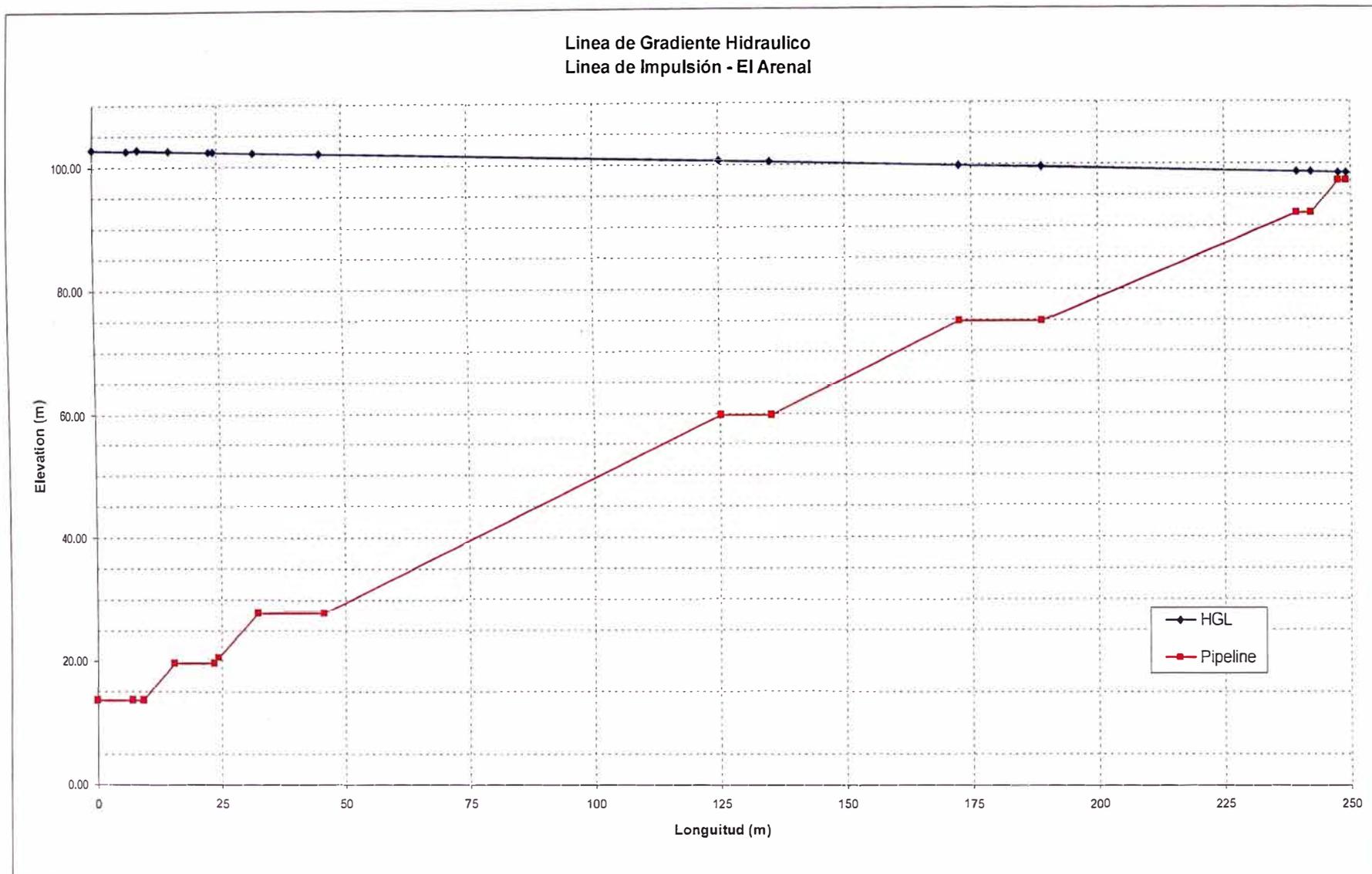


Ilustración 5.2 – Gradiente Hidráulica de la Línea de Impulsión

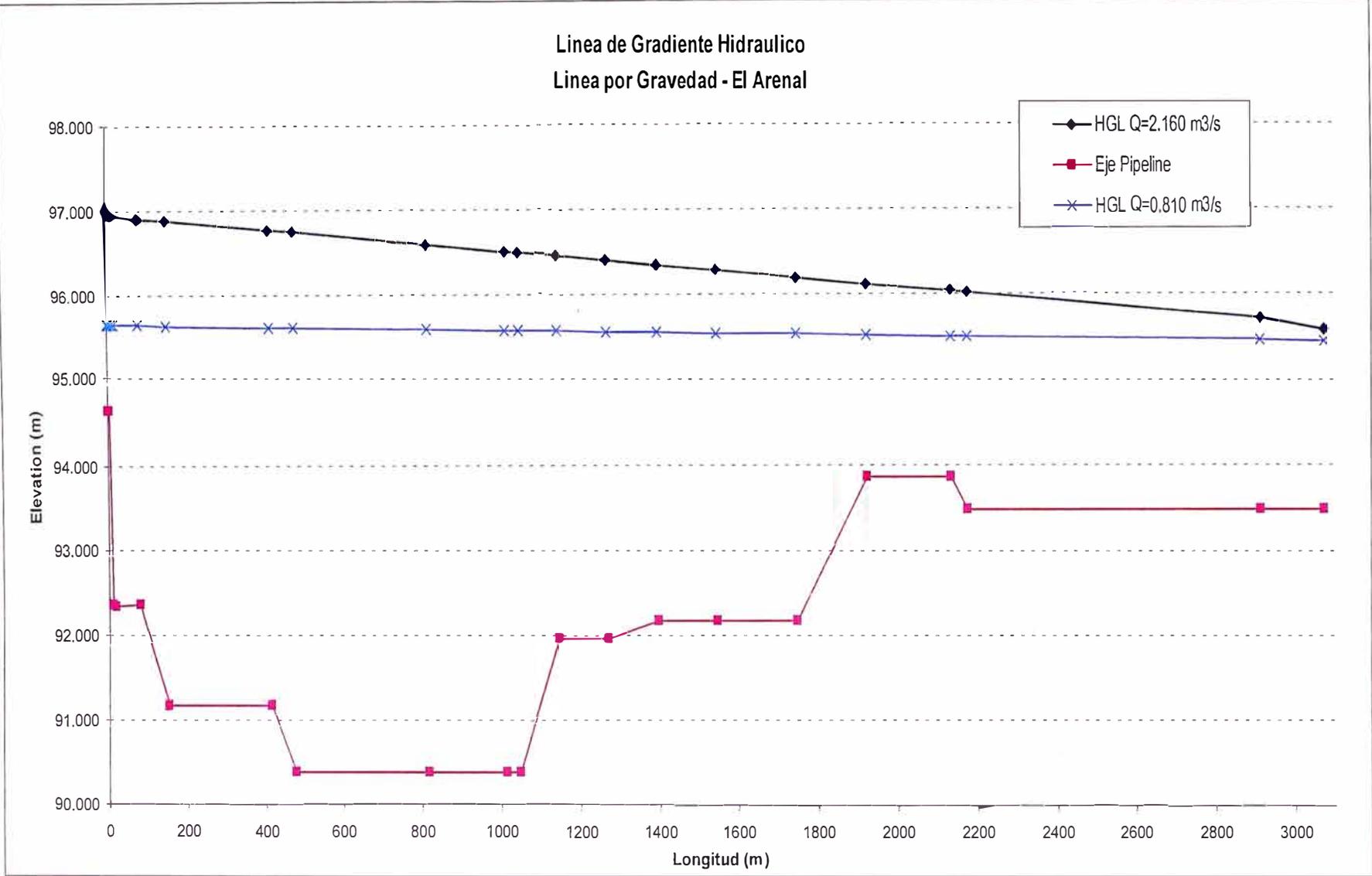


Ilustración 5.3 – Gradiente Hidráulica de la Línea por Gravedad

5.1.2. Estación de Rebombear

A. Características hidráulicas del material:

Rugosidad absoluta (e)	Valor
Acero al carbono (e_{CS}):	45.72×10^{-3} mm
GRP (e_{GRP}):	29.00×10^{-3} mm

Tabla 5.8 – Propiedades Hidráulicas de Materiales

B. Esquema de Estación de Rebombear

El esquema se muestra en la ilustración 5.4.

C. Resumen de Cálculo

El cálculo tiene por propósito determinar los parámetros de operación de las bombas verticales tipo turbina localizadas en la Estación de Rebombear ubicada en el reservorio de El Arenal, las cuales distribuyen agua hacia los DPS14, DPS15 y DPS16, a través de la línea denominada WC.

El cálculo fue hecho en el programa AFT Fathom Versión 7.0 y todas las consideraciones del programa son adoptadas.

Además, se debe determinar las presiones de operación para el control de arranque y parada de bombas, considerando las curvas características de las bombas proporcionadas por el fabricante, para diferentes condiciones de operación garantizando una presión adecuada para la correcta operación de las válvulas tipo ADV.

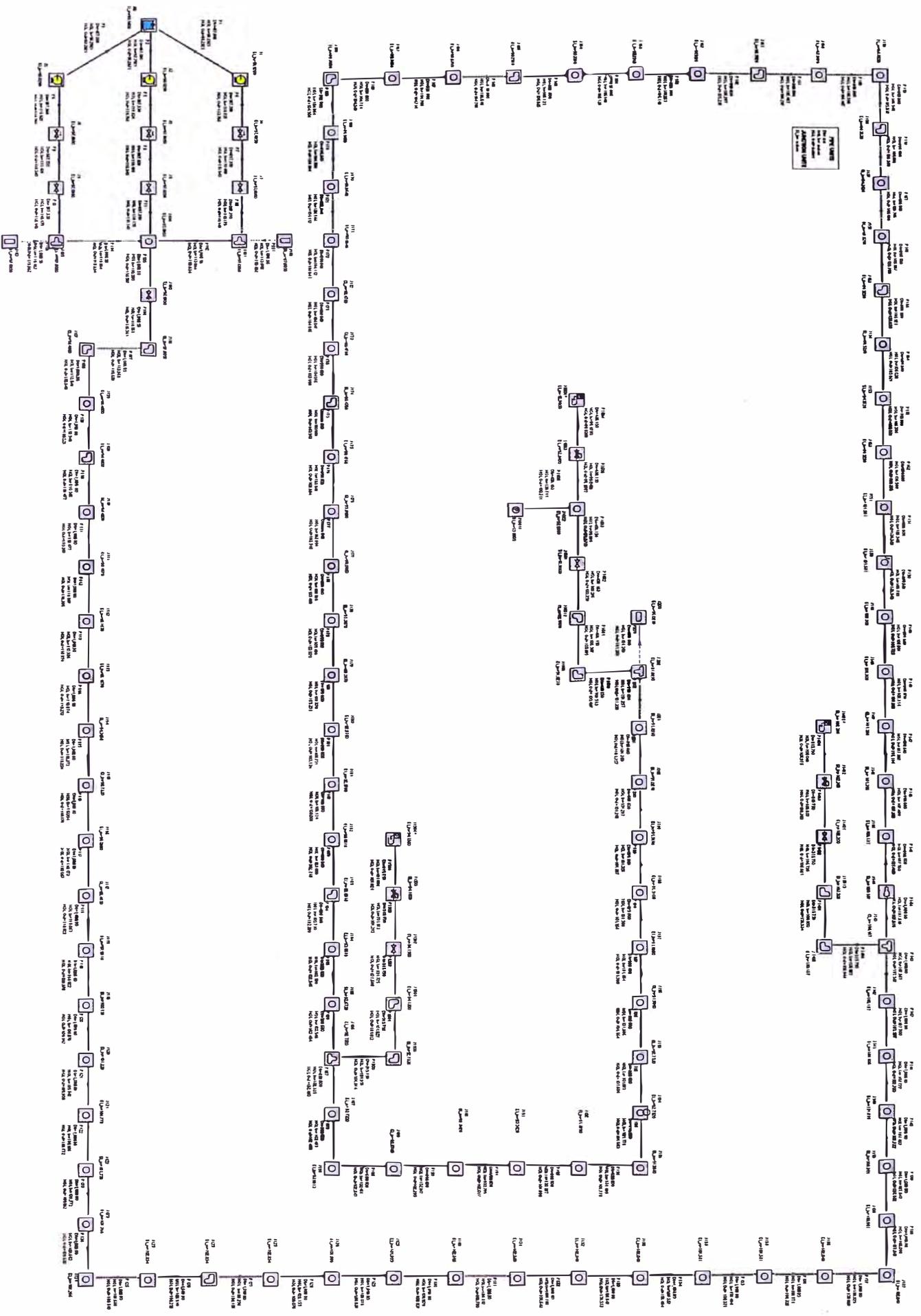


Ilustración 5.4 – Línea de Rebombío para Estaciones de Despacho (DPS)

La estimación de las condiciones hidráulicas para el sistema se plantea bajo las siguientes consideraciones:

- a. Se considera una presión residual mínima de 4 m.c.a. aguas arriba de las válvulas ADV que alimentan a cada DPS (zona de despacho).
- b. Tomando como base el siguiente gráfico, en donde se muestra como se adapta y/o regula el sistema a la curva de la bomba:

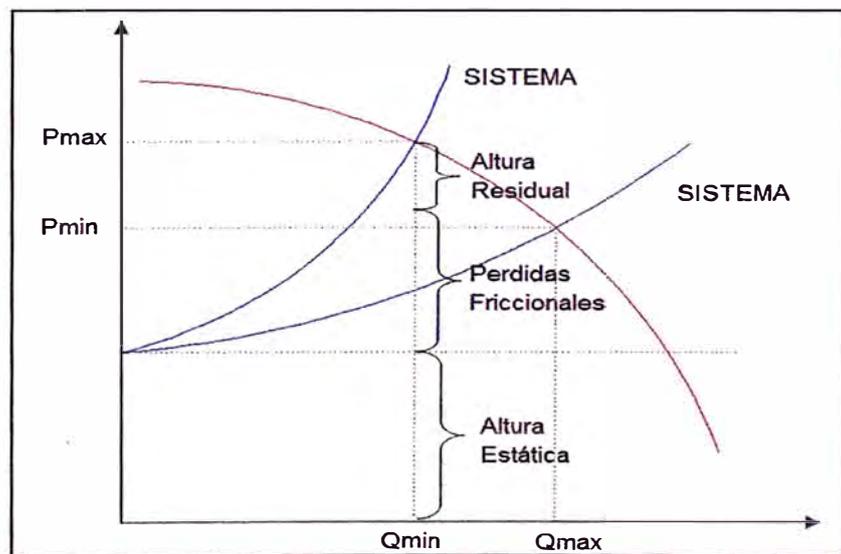


Ilustración 5.5 – Consideraciones para el cálculo

De acuerdo a este gráfico, para determinados puntos de operación la presión residual variará de acuerdo al comportamiento o demanda del sistema, en consecuencia para este sistema de tuberías en particular se debe limitar a las bombas de tal manera que se obtenga una presión mínima de 4 m.c.a. aguas arriba de las válvulas tipo ADV para garantizar el correcto funcionamiento de las mismas. De acuerdo a cálculos previos y la curva de la bomba dada por el

proveedor, (Hidrostral), se establece el rango óptimo de operación de la bomba:

Presión Máxima de la Bomba	23.63	m.c.a.
Presión Mínima de la Bomba	15.60	m.c.a.
Flujo Máximo de la Bomba	1440.00	m ³ /h
Flujo Mínimo de la Bomba	702.00	m ³ /h

Tabla 5.9 – Presiones y Caudales Máximas y Mínimas

Para establecer el rango de operación del sistema analizaremos las condiciones (escenarios) de demanda más críticas y favorables para el correcto funcionamiento de las válvulas ADV (válvula automática de drenaje).

- Condiciones Favorables

La condición más favorable ocurrirá cuando las bombas operen a su mínimo caudal o máxima presión y alimenten al DPS más cercano o menos elevado, esta condición favorable dependerá de la longitud de tubería, caudal y diferencia de alturas, dicha condición favorable implica una presión más alta aguas arriba de las válvulas ADV, estas condiciones se analizarán para todas las combinaciones de bombas en paralelo, siendo descritas en los escenarios 2, 4 y 6.

- Condiciones Críticas

La condición crítica para el funcionamiento de las válvulas ADV ocurrirá cuando las bombas operen a su mínima presión o envíen su máximo caudal al DPS más alejado o más alto, esta condición dependerá de

la longitud de tubería, caudal y diferencia de alturas, una condición desfavorable o crítica implica mayores pérdidas de carga y por consiguiente menor presión aguas arriba de las válvulas ADV, estas condiciones desfavorables serán analizadas para todas las combinaciones de bombas en paralelo, siendo descritas en los escenarios 1,3 y 5.

En base a los siguientes considerandos se han establecido los siguientes escenarios:

Operación con 1 bomba:	Escenario Mínimo	Escenario Máximo
Flujo Total por Bomba (m ³ /h) :	1404.00	702.00
ADT (m de fluido) :	16.60	23.62
Presión aguas arriba de válvula ADV (m.c.a.)	4.15	13.99

Operación con 2 bombas:	Escenario Mínimo	Escenario Máximo
Flujo Total por Bomba (m ³ /h) :	1,324.80	702.00
ADT (m de fluido) :	18.40	23.62
Presión aguas arriba de válvula ADV (m.c.a.)	4.01	12.96

Operación con 3 bombas:	Escenario Mínimo	Escenario Máximo
Flujo Total por Bomba (m ³ /h) :	1,353.60	883.20
ADT (m de fluido) :	17.78	22.92
Presión aguas arriba de válvula ADV (m.c.a.)	4.05	11.22

Tabla 5.10 – Escenarios de Operación

D. Resultados

▪ Datos de Operación de las Bombas

Las características de operación de las bombas y de la estación de bombeo se muestran en la tabla siguiente:

Datos de Operación	Valor
<i>Bomba</i>	
Flujo total:	1353.60 m ³ /h (0.376 m ³ /s)
Altura Dinámica Total (ADT)	17.78 m.c.a.
Altura Disponible (NPSH _D)	13.64 m.c.a.
Potencia al Freno (BHP)	81.79 kW (109.64 HP)

Tabla 5.11 – Datos de Diseño de la Bomba

De acuerdo a las condiciones de operación descrito líneas arriba se tienen los siguientes rangos de presión medidos por el indicador de presión ubicado en la tubería de descarga.

	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
Flujo Mínimo/Bomba (m ³ /h):	702.00	702.00	883.20
Presión Medida en PI (m.c.a.)	20.011	20.009	19.425
Flujo Máximo/Bomba (m ³ /h):	1404.00	1324.80	1353.60
Presión Medida en PI (m.c.a.)	12.58	14.42	13.80

Tabla 5.12 – Rangos de Operación de las Bombas

El sistema operaría bajo el siguiente régimen para garantizar la presión mínima recomendada aguas abajo de las válvulas de control de nivel:

	1 Bomba	2 Bombas	3 Bombas
Flujo Mínimo/Bomba (m ³ /h):	702.00	702.00	883.20
ADT - Flujo Mínimo (m.c.a.) :	23.62	23.62	22.92
Flujo Máximo/Bomba (m ³ /h):	1404.00	1324.80	1353.60
ADT - Flujo Máximo (m.c.a.) :	16.60	18.40	17.78

Tabla 5.13 – Rangos de Operación del Sistema

- Diámetro de Tuberías

Los diámetros estimados para las tuberías en la línea de distribución de la Estación de Rebombeo se muestran en la siguiente tabla:

Diámetro de Tuberías Estimadas	Dimensión (ϕ)
Estación de Rebombeo	
Tuberías de acero ASTM A36, descarga de la bomba.	16 in
Tuberías de acero ASTM A36, Manifold.	44 in
Tuberías de acero ASTM A36, Tubería de conducción.	44 in
Tuberías de GRP PN3, Tubería de conducción.	1100 mm
Tuberías de GRP PN3, Tubería de conducción	900 mm

Tabla 5.14 – Dimensiones de Tuberías

- Curva de Regulación

En la ilustración 5.6, se muestra la regulación de la operación del sistema de bombeo para cada bomba, lo cual indica los puntos de operación de arranque y parada de las bombas.

Curva Operación Q vs H Bombas RPS13

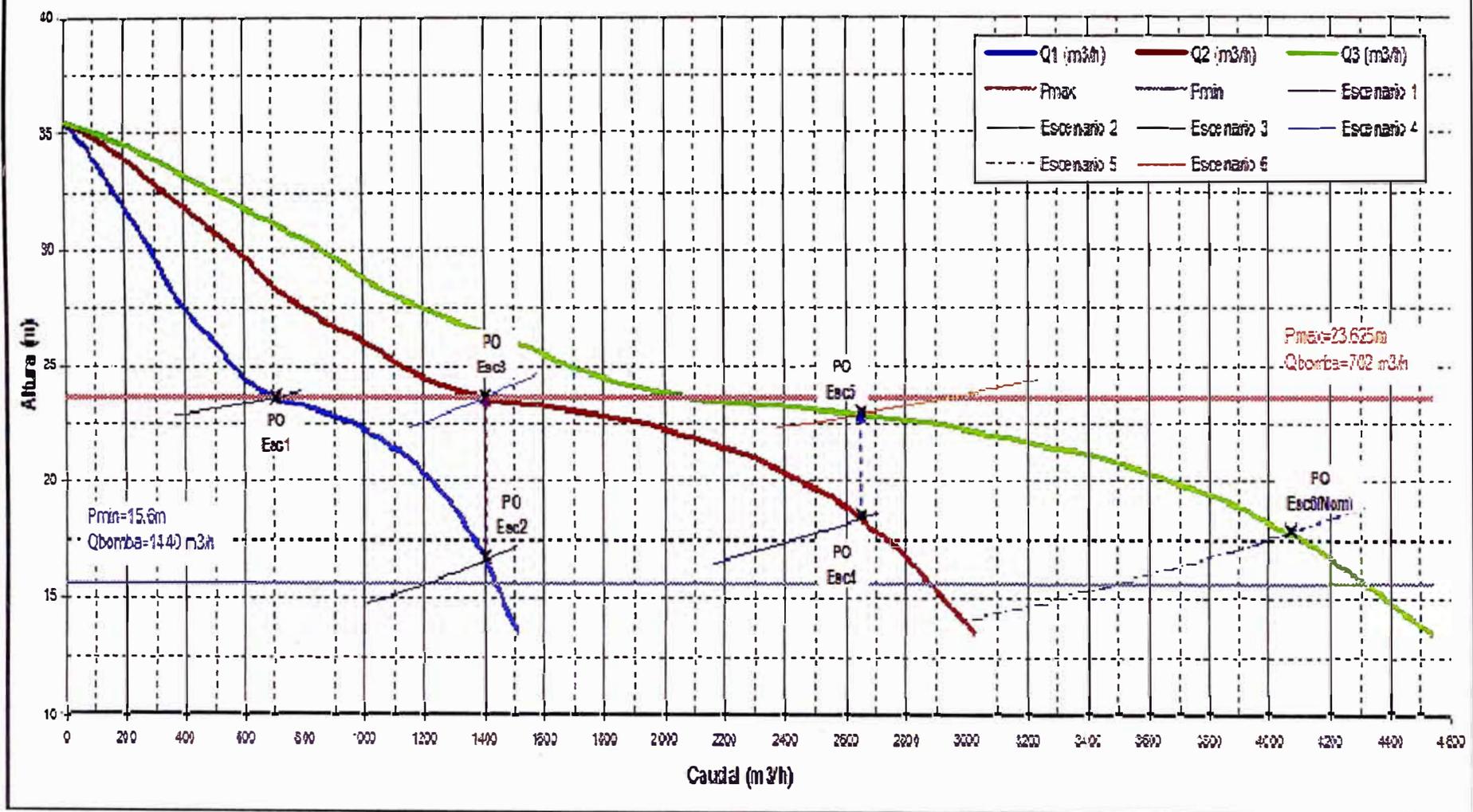


Ilustración 5.6 – Escenarios de Operación de las Bombas

5.2. ANÁLISIS DE TRANSIENTE

5.2.1. Línea de Impulsión

A. Propiedades hidráulicas de las tuberías

Tuberías de Acero al Carbono	
Rugosidad Absoluta:	0.04572 mm
Módulo de Elasticidad:	200 GPa
Las tuberías de acero serán según planchas tipo ASTM A36 de un espesor 3/8" roladas y soldadas en campo.	

Tuberías de GRP¹	
Diámetro Nominal de Tubería	500 mm
Rigidez SN:	2500 N/m ²
Rugosidad Absoluta:	0.029 mm
Máxima Depresión:	- 1 Bar
Máxima Sobrepresión por Golpe de Ariete:	1.4 PN
Presión Nominal - PN 10:	10 Bar (145 psig)
Máxima Sobrepresión - PN 10:	14 Bar (203 psig)
Módulo de Elasticidad Tangencial (PN 10):	18 839 MPa
Módulo de Elasticidad Axial (PN 10):	4 088 MPa
Módulo de Deflexión (PN 10):	17 637 MPa

Tabla 5.15 – Propiedades hidráulicas – Línea de Impulsión

B. Método de Cálculo

El análisis contempla solamente el tramo de impulsión desde la Estación de Río hacia la cámara rompe presiones, ubicada en el nivel 93.81 m.

Se ha utilizado el Software Hammer XM, y las consideraciones del programa son adoptadas. Para realizar

¹ Para más información ver anexo F – Hoja de Datos de Tuberías de GRP

en cálculo se ha considerado que las bombas tienen una inercia de 111.72 N.m² (según datos del fabricante).

El sistema se analizó para un tiempo mínimo de parada simultánea de 5 s (conservadoramente) de todas las bombas verticales tipo turbina ante una interrupción del suministro eléctrico, para lo cual se analizaron los siguientes casos:

- **Condición 1:** No se utiliza ningún elemento de protección, instalación convencional, es decir solo una válvula anti retorno (tipo check) en la descarga de cada bomba. Este sería en un posible corte de energía.
- **Condición 2:** Se adicionó al sistema válvulas de aire tipo combinadas a lo largo del pipeline. Todas las tuberías en GRP de PN10.
- **Condición 3:** Se adicionó al sistema, válvulas de aire tipo combinadas a lo largo del pipeline y la válvula anticipadora de onda en la línea de impulsión.

C. Resultados

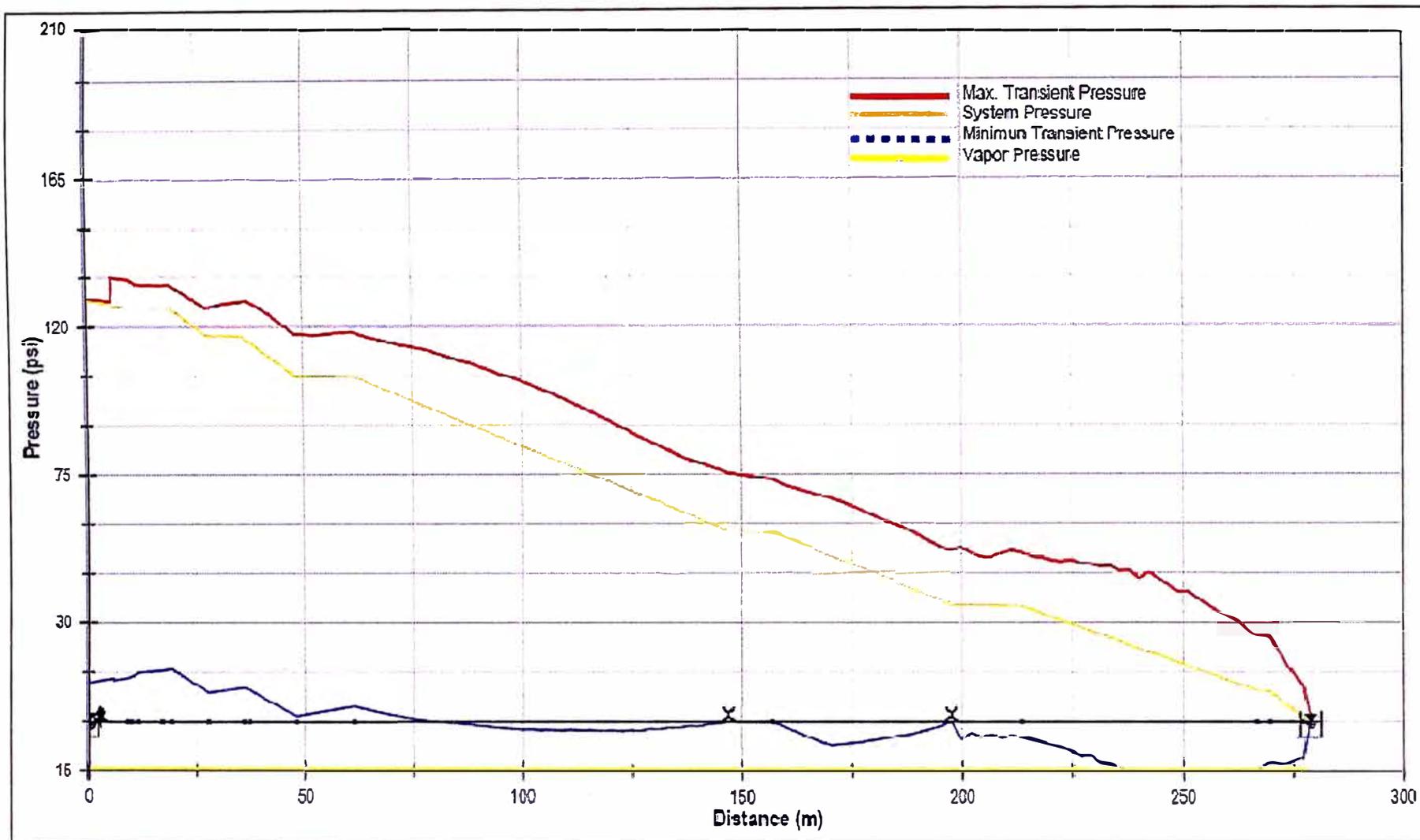


Ilustración 5.7 – Protección de Válvulas de Venteo y Válvula Anticipadoras

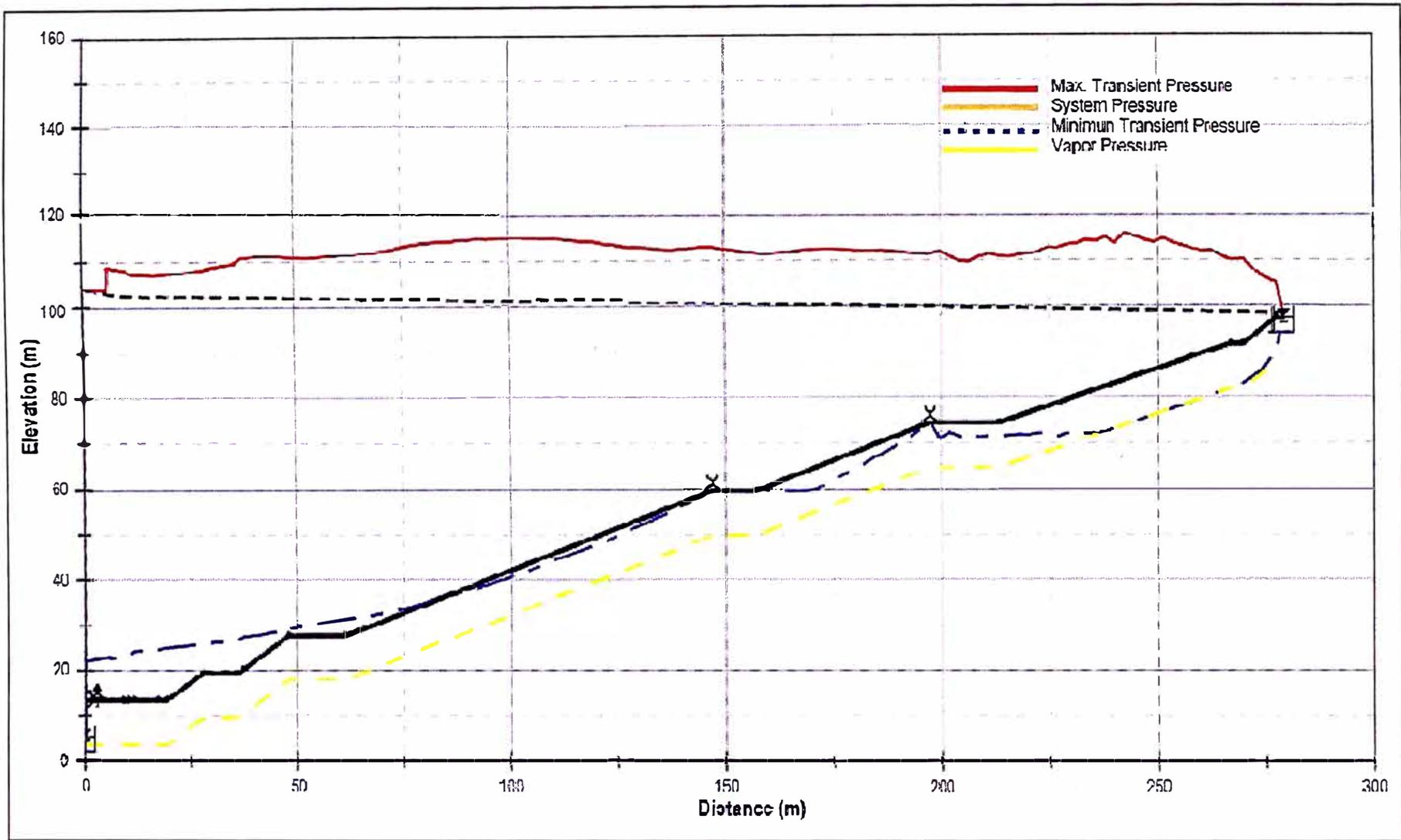


Ilustración 5.8 – Protección de Válvulas de Venteo y Válvula Anticipadoras

5.2.2. Línea de Rebombeo

A. Propiedades hidráulicas de las tuberías

Tuberías de Acero al Carbono	
Rugosidad Absoluta:	0.04572 mm
Módulo de Elasticidad:	200 GPa
Las tuberías de acero serán según planchas tipo ASTM A36 de un espesor 3/8" roladas y soldadas en campo.	

Tuberías de GRP		
Diámetro Nominal de Tubería	900 mm	1100 mm
Rigidez SN:	2500 N/m ²	2500 N/m ²
Rugosidad Absoluta:	0.029 mm	0.029 mm
Máxima Depresión:	- 1 Bar	- 1 Bar
Máxima Sobrepresión por Golpe de Ariete:	1.4 PN	1.4 PN
Presión Nominal - PN3:	3 bar (43.5 psig)	3 bar (43.5 psig)
Máxima Sobrepresión - PN3:	4.2 bar (60.9 psig)	4.2 Bar (60.9 psig)
Módulo de Elasticidad Tangencial (PN3):	6240 MPa	6080 MPa
Módulo de Elasticidad Axial (PN3):	1911 MPa	1762 MPa
Módulo de Deflexión (PN3):	12 650 MPa	11 479 MPa

Tabla 5.16 – Propiedades hidráulicas – Línea de Rebombeo

B. Método de Cálculo

Se utilizó el Software Hammer XM, para condiciones de operación transitorias y las consideraciones del programa son adoptadas.

Para realizar el cálculo se asumió que las bombas tienen una inercia de 29.075 N.m² (según datos del fabricante).

Se emplearon tuberías GRP de clase PN 3 según los cálculos efectuados en régimen permanente

El sistema se analizó considerando el caso más crítico, producido para ello por un corte repentino de energía eléctrica con un tiempo mínimo de parada simultánea de 5s (asumido conservadoramente) de las tres (3) bombas tipo turbina operando en paralelo a plena carga, para lo cual se analizaron los siguientes escenarios:

- **Condición 1:** No se utiliza ningún elemento o equipo de protección, siendo instalación convencional, es decir solo una válvula anti retorno (tipo check) de cierre rápido en la descarga de cada bomba.
- **Condición 2:** Incorporando al sistema de tuberías válvulas de aire / vacío del tipo combinadas.

C. Resultados

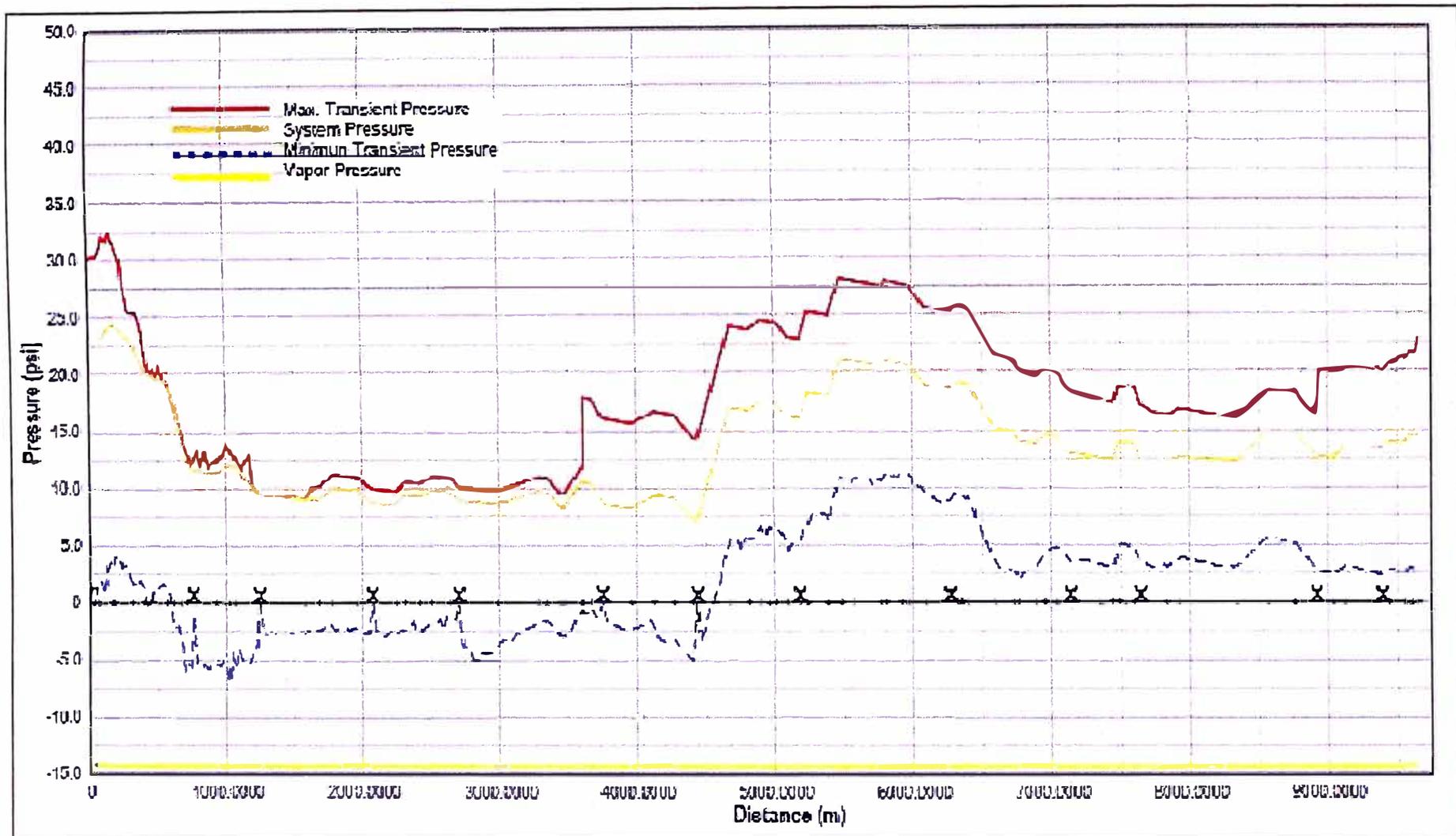


Ilustración 5.9 – Con Protección de Válvulas de Aire / Vacío

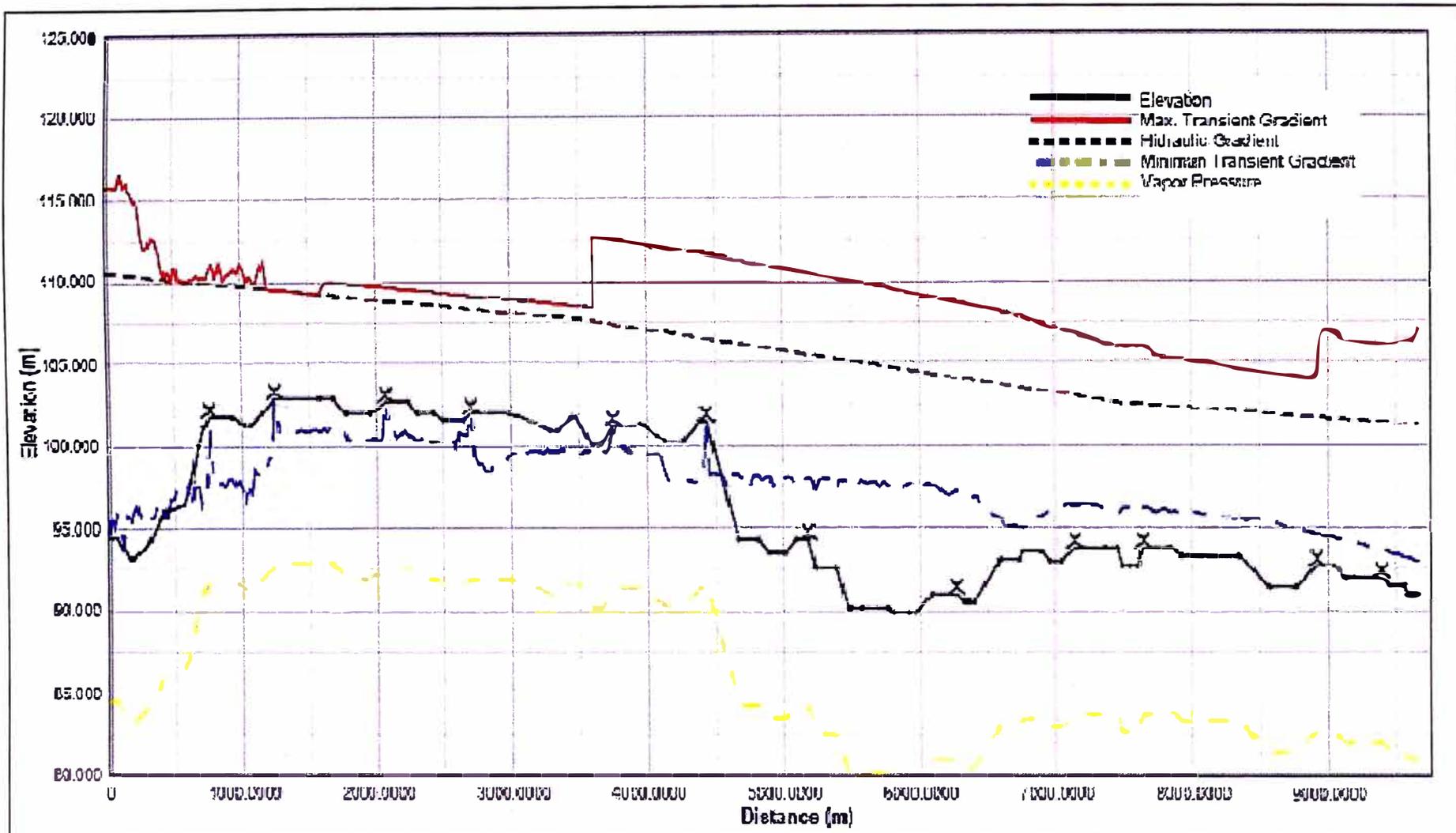


Ilustración 5.10 – Con Protección de Válvulas de Aire / Vacío

5.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.3.1. Bombas

A. Condiciones de Operación y Diseño

Condiciones de Operación y Diseño			
Ubicación		El Arenal	RPS-13 (W-C)
Cantidad	UND	8	3
Etapas	-	3/V ⁽ⁱⁱ⁾	1
Flujo de diseño	l/s	275	376
Altura dinámica total	m	95.75	17.78
Altura en flujo cero (sin carga)	m	V	V
Mínimo nivel de liquido	m	V	V
Elevación de cubierta	m	13	96.17
Elevación inferior de sumidero	m	5.2	89.77
Potencia	HP	450	150
Eficiencia - Cap. nominal	%	>82	>82
Max. potencia - Impulsor nominal	kW	V	V
NPSH Requerido	m	V	V
NPSH Disponible	m	11.50	13.64
Ajuste (succión parte inferior de sumidero)	m	V	V
Bomba / peso total	kg	V	V
Notas:			
i. V = Proveedor suministrará esta información.			
ii. Número de etapas (podría diferir según el Proveedor).			

Tabla 5.17 – Condiciones de Operación y Diseño

B. Datos para las Bombas Verticales Tipo Turbina

INFORMACIÓN GENERAL					
Servicio	Agua de Río	Cant.	8 / 3		
Ítem Equipo	Bomba y Motor	Fabricante	Por Proveedor		
Tipo de Servicio	Continuo	Tipo de Bomba	Vertical / Flujo Mezclado		
Tipo de Instalación	Sumergida No Extraíble	Standard de Referencia	API 610 - HI		
DATOS DE SITIO Y UTILIDAD					
Temperatura Aire Min / Max (°C)	19 / 31	Elevación (msnm)	10 a 94	Ubicación	Exterior
Humedad Relativa Promedio (%)	70	Presión Barométrica (kPa)	1013	Otros	-
CONDICIONES DE OPERACIÓN					
Tipo de Fluido	Agua de Río				
Temperatura de Operación (°C)	19 a 31	Temperatura de Diseño (°C)	31		
Densidad a 20 °C (kg/m ³)	1000	Presión de Diseño (barg)	6,5		
Viscosidad a 20 °C (cP)	1	Velocidad de bomba (RPM)	1750		
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
Impulsor	V	Tazón / Campana de Succión	ASTM A276T 316 / Dúplex		
Tipo de Impulsor	Semi-abierto / V	Impulsor	ASTM A276T 316 / Dúplex		
Cámara Partida	No Aplica	Columnas / Brida de Descarga	ASTM A53 Gr. A, Sch 40/ ASTM A48, Clase 30		
Acople Bomba – Motor	Rígido	Carcaza de Motor	ASTM A36 OR Similar		
Lubricación de Rodamientos	Productos para Agua	Eje	ASTM A276T 316 / Dúplex		
Cojinetes de Empuje	Tipo Rodillo	Cojinetes de Ejes	ASTM A276T 316 / Dúplex		
Rodamientos Radiales	Tipo cojinete	Pernos Interiores	ASTM A276T 316 / Dúplex		
Tipo de Sello	Prensaestopas	Material del Sello	PTFE / Grafito		
Tamaño Descarga Rating - Facing	RF – ANSI B16.47 Serie B Clase 150#	Placa Base	Acero Estructural		

Tabla 5.18 – Datos para las Bombas Verticales Tipo Turbina

5.3.2. Tuberías y Accesorios

A. Descripción de la Clase de Material

Para realizar una correcta estructura de materiales a utilizar durante su desarrollo, se han descrito los siguientes códigos de material para un fácil entendimiento:

Clase	Rango	Descripción
L1	$\phi 14''$ -y $\phi 60$	Acero al Carbono ASTM A-36, planchas de 0.375" de espesor, soldadas por arco eléctrico según ASME B36.10. Bordes biselados para soldadura.
L	$\phi 3''$ – $\phi 12''$	Acero al Carbono ASTM A-53 Grade B Tipo E, Peso Estándar, soldadas por arco eléctrico según ASME B36.10, bordes biselados para soldadura.
L	$\phi 2''$ y menores	Acero al Carbono ASTM A-53 Grade B Tipo S, Cédula 80, sin costura según ASME B36.10, Roscado y plano según ASME B1.20.1.
GRP3	$\phi 900$ mm $\phi 1100$ mm $\phi 1600$ mm	GRP, Plástico Reforzado con Fibra de vidrio, PN3, Tipo SN 2500 N/m ² , según AWWA C 950
GRP10	$\phi 500$ mm	GRP, Plástico Reforzado con Fibra de vidrio, PN10, Tipo SN 2500 N/m ² , según AWWA C 950
PVC	$\phi 3''$ – $\phi 12''$	Poli cloruro de Vinilo, presión nominal de 10 bar, PN10, según NTP ISO 4422-2: 2007.

Tabla 5.19 – Descripción Clase de Material

B. Tuberías y accesorios de Acero al Carbono (Clase L1 / L)

Para el diseño de las Estaciones de Río y de Rebombeo, se han utilizado los siguientes materiales en acero al carbono bajo los siguientes parámetros de operación:

Tuberías y accesorios de acero al carbono	Clase	
	L1	L
Clase:	L1	L
Servicio:	Agua de Río	Agua de Río
Presión de Operación:	550 kPa (80 psig)	690 kPa (100 psig)
Presión Máxima:	1790 kPa (260 psig)	1310 kPa (136 psig)
Presión de Prueba:	830 kPa (120 psig)	1035 kPa (150 psig)
Temperatura Máxima:	50 °C	50 °C
Corrosión Permisible:	1.5 mm	1.5 mm

Tabla 5.20 – Descripción Clase de Material Tipo L1 / L

C. Tuberías y accesorios de GRP – Plástico Reforzado de Vidrio (Clase GRP)

Para el diseño de las líneas de impulsión, línea por gravedad y líneas de distribución y/o despacho, se han utilizado los siguientes materiales en GRP bajo los siguientes parámetros de operación:

Tuberías y Accesorios de GRP	Clase	
	GRP3	GRP10
Clase:	GRP3	GRP10
Servicio:	Agua de Río	Agua de Río
Presión de Operación:	168.8 kPa (25 psig)	874.1 kPa (126.7 psig)
Presión Máxima:	224.2 kPa (33 psig)	1344.6 kPa (195.0 psig)
Temperatura Máxima:	50 °C	50 °C
Presión de Prueba:	203 kPa (30 psig)	1050 kPa (153 psig)

Tabla 5.21 – Descripción Clase de Material Tipo GRP3 / GRP10

Las normas de referencia para las tuberías de GRP son las siguientes:

AWWA C 950	Fiberglass Pressure Pipe
ASTM D 3517	Pressure pipe
AWWA M45	Fiberglass Pipe Design Manual
ASTM D 4161	Hydrostatic Testing
ASTM D2992 Procedure B	Hydrostatic Design Basis
ISO 10639	Plastics piping systems for pressure and non pressure water supply – Glass reinforced thermosetting plastics (GRP)
ISO 10467	Plastics piping systems for pressure and non pressure drainage and sewerage – Glass reinforced thermosetting plastics (GRP)

D. Tuberías y accesorios de PVC – Policloruro de Vinilo (Clase PVC)

Las tuberías de PVC empleadas para el montaje de la Estación de Río y la Estación de Rebombéo, deberán ser aplicables bajo lo siguiente:

Tuberías y Accesorios de PVC	
Clase:	PVC
Servicio:	Agua de Río
Presión de Operación:	855 kPa (125 psig)
Presión Máxima:	1400 kPa (205 psig)
Temperatura Máxima:	45 °C
Presión de Prueba:	1280 kPa (185 psig)

Tabla 5.22 – Descripción Clase de Material Tipo PVC

5.3.3. Válvulas

A. Válvulas Manuales

Código	Rango	Descripción
Válvula de Bola		
V301	$\phi 2''$ y menores	Válvula de Bola, tipo dos piezas, Clase 600 CWP, conexiones roscadas FNTF según ANSI B1.20.1, cuerpo y piezas del cuerpo en bronce ASTM B584 aleación C84400, Bola en acero inoxidable A276 Tipo 316, Anillo de asiento en PTFE, vástago en acero inoxidable A276 Tipo 316 y manubrio en acero cromado limpio con placas de zinc recubierto en Plastisol.
Válvula Anti Retorno (Tipo Check)		
V401	$\phi 14'' - 18''$	Tipo Globo Silencioso, conexiones bridadas, bridas según ANSI B16.5 Clase 150, cuerpo en hierro fundido ASTM A126 Grado B, Asiento y tapón en bronce ASTM B584, asiento resistente tipo Buna-N, cojinete en bronce ASTM B584, resortes en acero inoxidable ASTM A313 T316, el cuerpo exteriormente será recubierto con pintura epóxica.
Válvula Compuerta		
V501	$\phi 3'' - \phi 12''$	Cuerpo y bonete en hierro dúctil ASTM A395, compuerta en hierro dúctil ASTM A395, Asiento en bronce ASTM B584, tuercas y espárragos en ASTM A307, vástago en Bronce ASTM B371, conexiones bridadas en hierro dúctil ASTM A395, O-Ring en Buna-N.
Válvula Mariposa		
V601	$\phi 3'' - \phi 20''$	Tipo Lug, Clase 150 WWP/CWP, para instalar entre bridas ANSI B16.5 Clase 150; cuerpo en hierro dúctil ASTM A536 cubierto con polyester anticorrosivo, disco en acero inoxidable ASTM A351 tipo CF8M, vástago en acero inoxidable ASTM A276 T316, asiento en EPDM, manivela para menores a $\phi 8''$ y caja reductora manual entre $\phi 10''$ a $\phi 20''$.
V605	$\phi 22'' - \phi 24''$	Tipo bridada, ASME Clase 150, para instalar entre bridas ANSI B16.5 Clase 150; cuerpo en hierro dúctil ASTM A536 cubierto con polyester anticorrosivo, disco en acero inoxidable ASTM A351 tipo CF8M, vástago en acero inoxidable ASTM A276 T316, asiento en EPDM y operador de cadena.
V610	$\phi 26'' - \phi 60''$	Tipo bridada, ASME Clase 150, para instalar entre bridas ANSI B16.47 Serie B Clase 150; cuerpo en hierro dúctil ASTM A536 cubierto con polyester anticorrosivo, disco en acero inoxidable ASTM A351 tipo CF8M, vástago en acero inoxidable ASTM A276 T316, asiento en EPDM y operador de cadena.

B. Válvulas de Venteo

Código	Rango	Descripción
Válvula de Aire:		
V701	φ3" y mayores	Cuerpo y cubierta en hierro fundido ASTM A126 Grado B, deflector de hierro dúctil ASTM A536, flotador en acero inoxidable ASTM A-276 tipo T316, guía del eje en acero inoxidable A276 tipo 316, asiento en Buna-N, resortes en acero inoxidable y cubiertos con pintura epóxica.
Válvula de Aire Automática: Cuerpo en hierro fundido ASTM A-126 Grado B, ambas conexiones roscadas según ANSI B1.20.1.		
V801	φ3"	Válvula de aire automática de φ3" de orificio de ingreso y 1/4" de orificio de salida.
V805	φ2"	Válvula de aire automática de φ2" de orificio de ingreso y 3/16" de orificio de salida.
V810	φ1"	Válvula de aire automática de φ1" de orificio de ingreso y 1/8" de orificio de salida.
Válvula de Aire Combinada (Cinética y Automática): Válvula cinética de aire, cuerpo en hierro fundido ASTM A-126 Grado B con conexiones bridadas según ANSI B16.5 Clase 150, orificio de salida será igual a orificio de entrada en dimensiones, exteriormente el cuerpo será recubierto por pintura epóxica. Válvula automática de aire, cuerpo en hierro fundido ASTM A-126 Grado B, ambas conexiones roscadas según ASME B1.20.1, exteriormente el cuerpo será recubierto por pintura epóxica.		
V955	φ3"	φ3" para orificio de salida para unidad cinética y φ3/16" para orificio de salida para unidad automática.
V950	φ3"	φ3" para orificio de salida para unidad cinética y φ1/4" para orificio de salida para unidad automática.
V940	φ4"	φ4" para orificio de salida para unidad cinética y φ3/16" para orificio de salida para unidad automática.
V935	φ4"	φ4" para orificio de salida para unidad cinética y φ5/16" para orificio de salida para unidad automática.
V930	φ4"	φ4" para orificio de salida para unidad cinética y φ3/8" para orificio de salida para unidad automática.
V920	φ6"	φ6" para orificio de salida para unidad cinética y φ3/16" para orificio de salida para unidad automática.
V915	φ6"	φ6" para orificio de salida para unidad cinética y φ5/16" para orificio de salida para unidad automática.
V910	φ6"	φ6" para orificio de salida para unidad cinética y φ7/16" para orificio de salida para unidad automática.
V905	φ8"	φ8" para orificio de salida para unidad cinética y φ5/16" para orificio de salida para unidad automática.

Código	Rango	Descripción
V901	$\phi 8''$	$\phi 8''$ para orificio de salida para unidad cinética y $\phi 7/16''$ para orificio de salida para unidad automática.

C. Válvulas de control

Código	Rango	Descripción
SAV	$\phi 4'' - \phi 12''$	<p>Tipo globo, configuración en "Y" o horizontal, actuado por diafragma de doble cámara, conexiones bridadas según ANSI Clase 150 y dimensiones según ASME B16.5, cuerpo en hierro dúctil ASTM A536, actuador en hierro dúctil ASTM A536, diafragma y sello en Buna-N, asiento en acero inoxidable SAE 304, disco de cierre, vástago y resortes en acero inoxidable SAE 303, vástago en fluido de bronce ASTM B-62, exteriormente el cuerpo será recubierto por pintura epóxica según NSF61.</p> <p>Circuito de control tendrá dos pilotos, uno para baja presión y otro para alta presión; ambos serán de bronce ASTM B62, accesorios de brass y tuberías de cobre flexible. El circuito de control tendrá una válvula de bola para aislar y un filtro (35 mesh).</p>
PCV	$\phi 4'' - \phi 12''$	<p>Tipo globo, configuración en ángulo, actuado por diafragma de doble cámara, conexiones bridadas según ANSI Clase 150 y dimensiones según ASME B16.5, cuerpo en hierro dúctil ASTM A536, actuador en hierro dúctil ASTM A536, diafragma y sello en Buna-N, asiento en acero inoxidable SAE 304, disco de cierre, vástago y resortes en acero inoxidable SAE 303, exteriormente el cuerpo será recubierto por pintura epóxica según NSF61.</p> <p>Circuito de control tendrá un piloto para alta presión será de bronce ASTM B62, accesorios de brass y tuberías de cobre flexible. El circuito de control tendrá una válvula de bola para aislar.</p>

D. Elementos Misceláneos

Código	Rango	Descripción
EXP	$\phi 4'' - \phi 12''$	Tipo arco simple, conexiones bridadas ANSI Clase 150, cara plana, dimensiones según ANSI B16.5, cuerpo y cubierta en Clorobutil, anillos en acero al carbono, referencia PROCO Style 240 o sustituto aprobado.
DISM	$\phi 4'' - \phi 12''$	La unión será para presión nominal 150 psi, tubería interior y bridas serán de acero al carbono ASTM A-36, tubería exterior y brida serán de acero al carbono ASTM A-36, brida intermedia será de acero al carbono ASTM A-36, todas las bridas de dimensiones según ANSI B16.5, Clase 150, sello en EPDM, pernos y tuercas en acero al carbono ASTM A307/A563 y la unión deberá ser protegida con pintura epóxica, e=250 μ , referencia VCPSA.

Para los elementos de las válvulas que están sometidos a desgaste y/o erosión deberán ser en consecuencia de fácil remoción para su cambio y/o mantenimiento. En el cuerpo de las válvulas deberá ir indicado la marca, la presión de trabajo y dirección de flujo cuando sea requerido o necesario. En la propuesta del Proveedor se deberá incluir catálogos y especificaciones de cada válvula solicitada.

CAPÍTULO 6

PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE INGENIERÍA

6.1. ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

6.1.1. Estructura de Trabajo

Para el estudio de ingeniería realizado se desarrolló la siguiente estructura de trabajo, la cual se muestra en la siguiente gráfica:

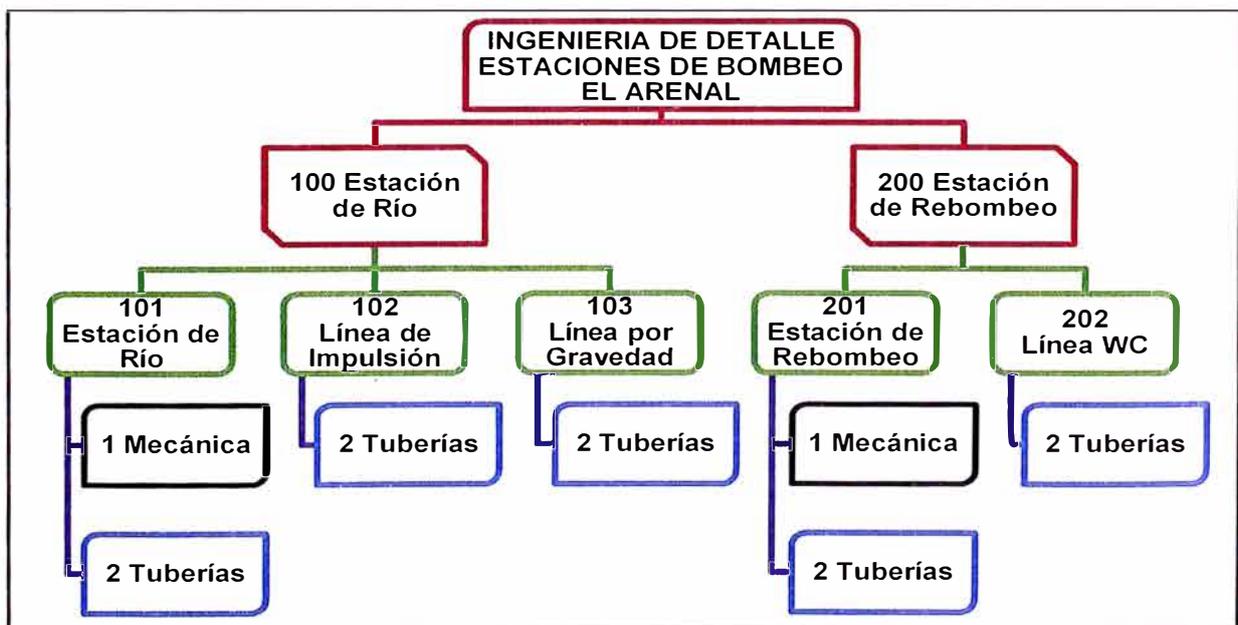


Ilustración 6.1 – Estructura de Desglose para el Estudio

6.1.2. Organigrama del Estudio

El organigrama establecido para la designación las responsabilidades durante el desarrollo del estudio de ingeniería se muestran en la grafica siguiente:

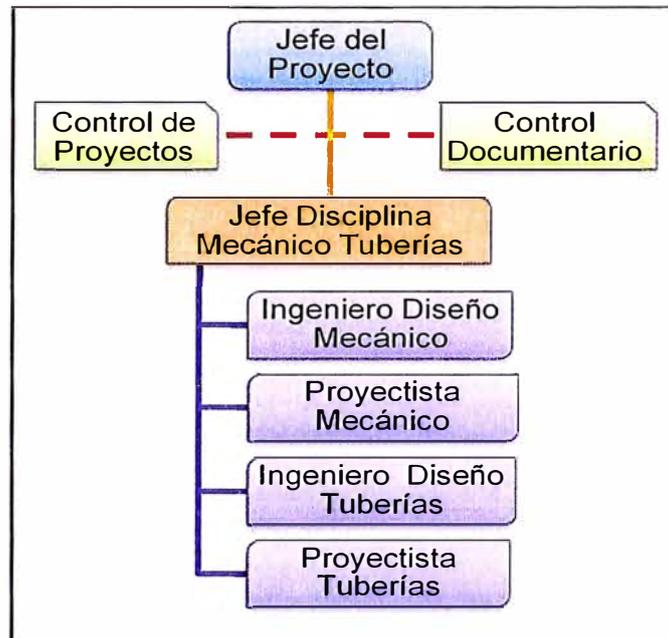


Ilustración 6.2 – Organigrama del Estudio

6.1.3. Cronograma del Estudio

El plazo de entrega para el estudio de ingeniería es estimado para 4 meses, los cuales serán para realizar los estudios y elaboración de entregables técnicos necesarios para la procura y montaje de los equipos mecánicos necesarios del proyecto.

6.2. PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE INGENIERIA

6.2.1. Entregables para el Estudio de Ingeniería

Tipos de Entregables	Cantidad	Tipo Documento
Planos	25	DWG
Documentos	25	DOC
Otros	7	ACT

Tabla 6.1 – Cantidad de Entregables del Estudio

En base a todos los entregables estimados se realizó la estimación de horas para cada personal involucrado en el proyecto lo cual se muestra en la siguiente tabla:

Colaboradores	HH
Personal de Ingeniería	
Jefe de Proyecto	560
Jefe de Ingeniería Mecánica Tuberías	1020
Ingeniero de Diseño Mecánico	810
Ingeniero de Diseño de Tuberías	1150
Proyectista Mecánico	380
Proyectista de Tuberías	690
Personal de Apoyo y Soporte	
Controlador Documentario	320
Controlador de Proyectos	380
Total HH Estimadas	5310

Tabla 6.2 – Estimado Total de HH del Estudio

6.2.2. Estimación de Ratios

A. Remuneraciones

Los ratios tomados para estimar las remuneraciones para el desarrollo del estudio del proyecto se detallan a continuación:

	Cant.	Ratios (\$/HH)	Perfil de Puesto
Personal de Ingeniería			
Jefe de Proyecto	1	60	Ingeniero en Proyectos
Jefe Mecánica Tuberías	1	40	Profesional en Ingeniería
Ingeniero de Diseño Mecánico	1	30	Ingeniero Mecánico
Ingeniero de Diseño de Tuberías	1	30	Ingeniero Mecánico
Proyectista Mecánico	1	20	Técnico
Proyectista de Tuberías	1	20	Técnico
Personal de Apoyo y Soporte			
Controlador Documentario	1	15	Administrador de Empresas
Controlador de Proyectos	1	15	Ingeniería Industrial

Tabla 6.3 – Tarifas de Personal del Estudio

B. Equipos y Soporte

Consumos de materiales	Cant.	Und
Papel A4	500	Paq. (100 hojas)
Papel A3	500	Paq. (100 hojas)
Tóner	100	Paq.
Alquiler de impresora	2	Und.
Alquiler de equipos de cómputo	8	Und.
Suministro de energía eléctrica	1	kWh
Agua potable	200	m ³
Alquiler oficina c/ inmobiliario	4	mensual
Servicios de telefonía y comunicaciones	4	mensual

Tabla 6.4 – Estimado de Gastos del Estudio

6.2.3. Costos del Estudio

A. Costos Directos

En la siguiente tabla se establece los tipos de gastos que incurre el estudio en forma directa durante su desarrollo, tales son: personal de ingeniería y de apoyo, materiales e insumos

	Cant.	Ratios (\$/HH)	Monto (US\$)
Personal de Ingeniería			
Jefe de Proyecto	1	60.00	33,600.00
Jefe Mecánica Tuberías	1	40.00	40,800.00
Ingeniero de Diseño Mecánico	1	30.00	24,300.00
Ingeniero de Diseño de Tuberías	1	30.00	34,500.00
Proyectista Mecánico	1	20.00	7,600.00
Proyectista de Tuberías	1	20.00	13,800.00
Personal de Apoyo y Soporte			
Controlador Documentario	1	15.00	4,800.00
Controlador de Proyectos	1	15.00	5,700.00
	TOTAL (US\$)		165,100.00

Tabla 6.5 – Estimado de Costos Directos para el Estudio

B. Costos Indirectos

En la siguiente tabla se muestra los costos que se obtienen para el tiempo de 4 meses dado en el cronograma de trabajo del estudio, los principales costos son detallados a continuación:

Consumos de materiales	Cant.	Und	Monto Requerido (US\$)
Papel A4	500	Paq. (100 hojas)	7,500.00
Papel A3	500	Paq. (100 hojas)	7,500.00
Tóner de impresoras	100	Paq.	5,000.00
Alquiler de impresora	2	Und.	2,400.00
Alquiler de equipos de cómputo	8	Und.	4,000.00
Suministro de energía eléctrica	1	kWh	1,000.00
Agua potable	200	m ³	1,000.00
Alquiler oficina c/ inmobiliario	4	mensual	4,000.00
Servicios de telefonía y comunicaciones	4	mensual	2,000.00
Seguros y pólizas	4	mensual	2,000.00
TOTAL (US\$)			36,400.00

Tabla 6.6 – Estimado de Costos Indirectos para el Estudio

6.3. ANÁLISIS DE RIESGO DEL MONTAJE MECÁNICO

Un riesgo durante la ejecución de un proyecto se define como alguna actividad o evento que pueda causar que el presupuesto del proyecto se desvíe, incremente (amenazas) o disminuya (oportunidades) desde la línea base del proyecto si es causado por la calidad, contractual, temas técnicos o de programación. También se incluye las consecuencias que los riesgos materialicen o mitiguen de las mismas, en las categorías: salud y seguridad, regulación y medio ambiente, de los activos y la integridad operativa, la comunidad y la continuidad del negocio.

Un riesgo puede ser un evento deseable, referido como una oportunidad o un evento indeseable, referido como una amenaza.

Para poder realizar un correcto análisis de riesgo del proyecto a desarrollar en la etapa de construcción y montaje mecánico y tuberías, se ha estructurado el estudio con las siguientes partes:

- a. **Identificación de los riesgos**, para lo cual se solicita la elaboración de una matriz que contiene tres elementos indispensables a saber: riesgo, identificación y posibles consecuencias.
- b. **Análisis de los riesgos**, el cual contempla el estudio de probabilidad e impacto, hasta determinar las prioridades.
- c. **Evaluación de riesgos**, donde se contempla determinar los niveles de riesgos a los cuales se encuentra expuesto el proyecto en base a las prioridades analizadas.
- d. **Planes de Acción**, en los cuales se estructura los planes y acciones a tomar en cada prioridad y nivel encontrado asignando responsabilidades y acciones a las personas a cargo del proyecto.

Con lo planteado se podrá tener una perspectiva de los problemas y tomar precauciones una vez presentados los mismos en obra y/o campo.

6.3.1. Identificación de Riesgos

La identificación de los riesgos es el proceso de revisión por varios aéreas pertenecientes al proyecto y cada proceso crítico para identificar y documentar cualquier potenciales riesgos asociados. Durante el ciclo de vida del proyecto, el equipo de trabajo deberá continuamente esforzarse en identificar estos riesgos. Esto deberá

ser ejecutado periódicamente y orientado por eventos a través de reuniones en identificación de riesgos.

Las reuniones para la identificación de los riesgos en el proyecto, usualmente llamadas sesiones de “lluvias de ideas” (brainstorming sessions), deberán incluir a especialistas en la materia del proyecto, representantes del cliente, proveedores y alguna otra persona u organización envuelta en proyecto. Cada sesión trabajará a través de todas las áreas y fases del proyecto para identificar posibles riesgos

Para el presente proyecto, los principales riesgos identificados que puedan ocurrir durante las labores de montaje de las bombas y tuberías se listan los siguientes:

Riesgos identificados:	
Riesgos por Desastres naturales	
1	Sismos y terremotos.
2	Lluvias torrenciales y huaycos.
3	Sequías y temporadas secas.
Riesgos en Periodo de los recursos	
4	Transporte y envío de equipos y componentes a obra.
5	Tiempos de entrega y fabricación de los equipos de bombeo
6	Periodos de fabricación en taller de tuberías.
7	Tiempos de montaje en campo.
8	Ferriados y días de fiesta regional y/o nacional.
Riesgos en Costos del proyecto	
9	Cronogramas de pago a proveedores, planillas y servicios.
10	Valorizaciones del proyecto.
11	Control de gastos, pagos y penalidades.
Riesgos de Seguridad y Salud del personal	
12	Hitos importantes durante la instalación y montaje.
13	Trabajos complementarios de instalación.
Riesgos Geopolíticos y/o Sociales	

Riesgos identificados:	
14	Problemas con los habitantes y comunidades locales.
15	Huelgas, paros y manifestaciones.
16	Elecciones de autoridades municipales, regionales y nacionales.
17	Autorización de licencias de construcción y/o otros.

Tabla 6.7 – Riesgos identificados durante la Instalación y Montaje

Cada riesgo identificado deberá ser ingresado a una base de datos con la información suficiente para que pueda ser utilizada durante el ciclo del proyecto.

6.3.2. Análisis del Riesgo

Para poder evaluar, analizar y manejar los riesgos producidos, y por tanto poder elaborar los planes de acción para cada riesgo identificado, se ha desarrollado una escala de evaluación que permita clasificar y establecer posibles efectos durante el montaje e instalación de las bombas y componentes del sistema de bombeo, tal clasificación es mostrada a continuación. Primeramente se establece una escala de probabilidad de ocurrencia de los riesgos, seguidamente se establece la escala de magnitud de consecuencias, luego se establece una escala de magnitud de gestión del riesgo; la última tabla corresponde a una comparación de matriz de riesgo desarrollada para estimar la comparación de cada riesgo:

Escala		Probabilidad
Muy Alta	MA	70 % – 80 %
Alta	A	50 % – 70 %
Media	M	30 % – 50 %
Baja	B	10 % – 30 %
Muy Baja	MB	< 10 %

Tabla 6.8 – Probabilidad de Riesgos

Escala		Consecuencias (% de valor manejado)
Muy Alta	MA	> 1.00 %
Alta	A	0.75 % – 1.00 %
Media	M	0.50 % – 0.75 %
Baja	B	0.25 % – 0.50 %
Muy Baja	MB	< 0.25 %

Tabla 6.9 – Consecuencia de Riesgos

Escala		Manejo de Riesgo
Muy Alta	MA	> 80 %
Alta	A	60 %
Media	M	40 %
Baja	B	20 %
Muy Baja	MB	0 %

Tabla 6.10 – Nivel de Manejo de Riesgo

		CONSECUENCIA				
		MB	B	M	A	MA
PROBABILIDAD	MA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA
	A	BAJA	MEDIA	ALTA	ALTA	MUY ALTA
	M	BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	ALTA
	B	MUY BAJA	BAJA	BAJA	MEDIA	MEDIA
	MB	MUY BAJA	MUY BAJA	BAJA	BAJA	BAJA

Tabla 6.11 – Matriz de Riesgos Probabilidad vs Consecuencia

6.3.3. Evaluación de Riesgos

A. Priorización de Riesgo

El propósito general del análisis de riesgos es conocer la magnitud de las consecuencias que puedan producir los riesgos de eventos o circunstancias durante el avance del proyecto de tal modo que se pueda desarrollar las estrategias y planes necesarios para su mitigación. Se deberá proveer la suficiente información que permita tomar las decisiones en base a las prioridades y recursos asignados. De esta forma se requiere establecer criterios de priorización en los niveles de riesgos para el proyecto durante la etapa de instalación y montaje de los equipos mecánicos y tuberías, así se tiene la siguiente tabla que establece una escala de magnitud para la evaluación del nivel de riesgo para el presente proyecto:

Nivel de Riesgo	Escala	Consecuencia Probable (% valor manejado)
1	Muy Alta	> 0.66 %
2	Alta	0.35 % – 0.66 %
3	Media	0.17 % – 0.35 %
4	Baja	0.03 % – 0.17 %
5	Muy Baja	< 0.03 %

Tabla 6.12 – Nivel de Riesgos

B. Evaluación de Riesgos

En base a lo establecido en las tablas anteriores se pudo acondicionar la siguiente tabla en la cual se muestra a continuación:

	Riesgo Identificado	Tipo de Riesgo	Nivel de Probabilidad	Nivel de Consecuencia	Nivel del Riesgo
1	Sismos y terremotos.	Desastre Natural	MUY BAJA	MUY ALTA	BAJA
2	Lluvias torrenciales y huaycos.	Desastre Natural	MEDIA	ALTA	ALTA
3	Sequías y temporadas secas.	Desastre Natural	MEDIA	ALTA	ALTA
4	Transporte y envío de equipos y componentes a obra.	Periodo de los recursos	MUY ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA
5	Tiempos de entrega y fabricación de equipos de bombeo	Periodo de los recursos	ALTA	ALTA	ALTA
6	Periodos de fabricación en taller de tuberías.	Periodo de los recursos	MEDIA	MEDIA	MEDIA
7	Tiempos de montaje e instalación en campo.	Periodo de los recursos	ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA
8	Feriados y días de fiesta regional y/o nacional.	Periodo de los recursos	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
9	Cronogramas de pago a proveedores, planillas y servicios.	Costos del Proyecto	MEDIA	ALTA	ALTA
10	Valorizaciones del proyecto.	Costos del Proyecto	BAJA	ALTA	MEDIA
11	Control de gastos, pagos y penalidades.	Costos del Proyecto	ALTA	MEDIA	ALTA
12	Hitos importantes durante la instalación y montaje.	Seguridad y Salud laboral	MEDIA	MUY ALTA	ALTA
13	Trabajos complementarios de instalación.	Seguridad y Salud laboral	MEDIA	MEDIA	MEDIA
14	Problemas con los habitantes y comunidades locales.	Geopolíticos y/o Sociales	ALTA	ALTA	ALTA
15	Huelgas, paros y manifestaciones.	Geopolíticos y/o Sociales	MUY BAJA	BAJA	MUY BAJA
16	Elecciones de autoridades municipales, regionales y nacionales.	Geopolíticos y/o Sociales	BAJA	MUY BAJA	MUY BAJA
17	Autorización de licencias de construcción y/o otros.	Geopolíticos y/o Sociales	BAJA	MUY ALTA	MEDIA

Tabla 6.13 – Tabla de Evaluación de Riesgos

6.3.4. Planes de Acción

A. Planteamiento de Acciones

- Nivel de Riesgos: MUY ALTO y ALTO

	Riesgo Identificado	Tipo de Riesgo	Nivel del Riesgo	Planes de Acción
1	Lluvias torrenciales y huaycos.	Desastre Natural	ALTA	<p>Desarrollar un plan de evacuación de la zona de trabajo.</p> <p>Establecer los responsables en el proyecto para la implementación de procedimientos durante desastres producidos por lluvias y huaycos.</p> <p>Establecer los requerimientos técnicos para los equipos de manipuleo y a instalar para que puedan soportar estos tipos de eventos.</p> <p>Establecer procedimientos para la protección del personal y maquinarias de trabajo con los proveedores y sub-contratistas del proyecto.</p>
2	Sequías y temporadas secas.	Desastre Natural	ALTA	<p>Establecer los requerimientos técnicos para los equipos de manipuleo y a instalar para que puedan soportar estos tipos de eventos.</p> <p>Establecer adecuadas vías para el suministro de los equipos, materiales e insumos que garanticen una eficiencia constante del proyecto.</p>
3	Transporte y envío de equipos y componentes a obra.	Periodo de los recursos	MUY ALTA	<p>Comunicar y sustentar al cliente los destiempos producidos por este evento.</p> <p>Gestionar los tiempos de salida en almacén o taller y su llegada al área de trabajo.</p>
4	Tiempos de entrega y fabricación de equipos de bombeo	Periodo de los recursos	ALTA	<p>Coordinar constante y eficazmente con los proveedores para requerir una modificación de la planificación del proyecto.</p> <p>Visita a los proveedores y fabricantes en taller para evaluar el avance de los trabajos.</p>
5	Tiempos de montaje e instalación en campo.	Periodo de los recursos	MUY ALTA	<p>Coordinar constante y eficazmente con los subcontratistas y personal responsable para requerir una modificación de la planificación del proyecto.</p> <p>Evaluación de necesidades y avances mediante reportes e informes hacia el Jefe del Proyecto.</p> <p>Establecer adecuados procedimientos de control de calidad y construcción.</p>
6	Cronogramas de pago a proveedores, planillas y servicios.	Costos del Proyecto	ALTA	<p>Comunicar los retrasos o adelantos hacia el Jefe del Proyecto para su aprobación o rechazo.</p> <p>Pagos y servicios serán requeridos previa evaluación del trabajo.</p>

	Riesgo Identificado	Tipo de Riesgo	Nivel del Riesgo	Planes de Acción
				Trabajos adicionales serán aprobados previa aprobación del cliente.
7	Control de gastos, pagos y penalidades.	Costos del Proyecto	ALTA	Control quincenal de pagos y valorizaciones del proyecto. Reporte mensual de gastos y avance del proyecto.
8	Hitos importantes durante la instalación y montaje.	Seguridad y Salud laboral	ALTA	Reuniones de coordinación previas a los trabajos importantes a efectuar. Charlas de seguridad lideradas por los Ingenieros de Montaje responsables.
9	Problemas con los habitantes y comunidades locales.	Geopolíticos y/o Sociales	ALTA	Gestionar charlas y reuniones que permitan comunicar el impacto del proyecto, así como las ventajas y desventajas del mismo. Realizar jornadas de apoyo hacia la comunidad y población (salud, educación, comunales)

Tabla 6.14 – Planes de Acción de Riesgos de Nivel MUY ALTO y ALTO

▪ Nivel de Riesgos: MEDIO, BAJO y MUY BAJO

	Riesgo Identificado	Tipo de Riesgo	Nivel del Riesgo	Planes de Acción
1	Sismos y terremotos.	Desastre Natural	BAJA	Preparar planes de evacuación para poder mitigar accidentes fatales o severos. Establecer los responsables en el proyecto para la implementación de procedimientos durante desastres producidos por lluvias y huaycos.
2	Periodos de fabricación en taller de tuberías.	Periodo de los recursos	MEDIA	Coordinar constante y eficazmente con los contratistas para requerir una modificación de la planificación del proyecto.
3	Feridos y días de fiesta regional y/o nacional.	Periodo de los recursos	MUY BAJA	Tomar las previsiones necesarias para evitar interrupciones de las actividades del proyecto en campo para los trabajos de instalación y montaje.
4	Valorizaciones del proyecto.	Costos del Proyecto	MEDIA	Controlar los avances y los indicadores principales del proyecto, para evitar posibles retrasos y demoras en la entrega de las metas planeadas. Elaborar un plan de control, supervisión y monitoreo de los flujos de caja del proyecto.
5	Trabajos complementarios de instalación.	Seguridad y Salud laboral	MEDIA	Elaborar los procedimientos de seguridad para cada trabajo complementario a desarrollar diariamente según el plan de avance del proyecto. Reuniones de seguridad antes de los trabajos a

	Riesgo Identificado	Tipo de Riesgo	Nivel del Riesgo	Planes de Acción
				efectuar. Planificar chequeos y controles de la salud de los trabajadores, especialmente de aquellos que realicen trabajos en zonas de alto nivel de peligro.
6	Huelgas, paros y manifestaciones.	Geopolíticos y/o Sociales	MUY BAJA	Preparar los procedimientos adecuados para evitar "focos problemáticos" dentro del área de trabajo. Identificar al personal que genera problemas dentro de los proyectos, para su posible reubicación o separación del proyecto.
7	Elecciones de autoridades municipales, regionales y nacionales.	Geopolíticos y/o Sociales	MUY BAJA	Tomar las previsiones necesarias para evitar interrupciones de las actividades del proyecto en campo para los trabajos de instalación y montaje.
8	Autorización de licencias de construcción y/o otros.	Geopolíticos y/o Sociales	MEDIA	Averiguar los plazos y requisitos para el otorgamiento de las licencias respectivas para el inicio de las obras, generar las autorizaciones correspondientes para los trabajos pactados en la obra.

Tabla 6.15 – Planes de Acción de Riesgos de Nivel MEDIO, BAJO y MUY BAJO

B. Responsabilidades

	Nivel de Riesgos	Responsabilidad Directa	Informados
1	MUY ALTO	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe del Proyecto - Supervisor de Construcción - Ingeniero de Montaje Mecánico - Ingeniero de Montaje de Tuberías 	<ul style="list-style-type: none"> - Cliente
2	ALTO	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisor de Construcción - Ingeniero de Montaje Mecánico - Ingeniero de Montaje de Tuberías 	<ul style="list-style-type: none"> - Cliente - Jefe del Proyecto
3	MEDIO	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero de Montaje Mecánico - Ingeniero de Montaje de Tuberías 	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe del Proyecto - Supervisor de Construcción
4	BAJO	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero de Montaje Mecánico - Ingeniero de Montaje de Tuberías 	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe del Proyecto - Supervisor de Construcción
5	MUY BAJO	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero de Montaje Mecánico - Ingeniero de Montaje de Tuberías 	<ul style="list-style-type: none"> - Jefe del Proyecto - Supervisor de Construcción

Tabla 6.16 – Responsabilidad del Planeamiento para Riesgos en el Proyecto

CONCLUSIONES

1. Según lo establecido en el criterio de diseño para el cálculo de las bombas y tuberías se obtuvieron los siguientes valores de operación:

Bomba	Caudal m ³ /h	ADT m de fluido	NPSH _D m de fluido	BHP kW
200-PU-001/-/008	990.00	97.45	11.54	328.60
200-PU-101/102/103	1353.60	17.78	13.64	81.80

2. Las dimensiones y características de las tuberías en GRP para las condiciones de sitio y operación planteadas serán descritas bajo lo siguiente:

DN mm	D exterior mm	PN bar	e mm	Rigidez N/m ²	Línea de Diseño
500	513.00	10	6.4	2500	Línea de Impulsión
900	924.00	3	12.1	2500	Línea W-C
1100	1131.00	3	15.4	2500	Línea W-C
1600	1645.00	3	22.5	2500	Línea de Gravedad

3. Para la protección y control de la sobrepresión producida por el golpe de ariete en el sistema es requerido el uso de instrumentos de tales como válvulas de venteo, las cuales son especificadas en el acápite 5.3.3 respectivo.

4. Por otro lado, el uso de válvulas de control tales como anticipadoras de ondas (SAV) y válvulas de reductoras de presión (PCV), las cuales tendrán las siguientes características:

Válvula	Caudal m ³ /h	Presión Seteo kPa
PCV-20246A/B/C/D	1980.00	930.00
PCV-20546E	4060.80	310.40

5. Las válvulas manuales y de control a utilizar en las líneas de tuberías se especifican en el acápite 5.3.3 respectivo, destacándose las válvulas tipo mariposa y las de bola para dimensiones de tuberías adecuadas para el buen desempeño del sistema de bombeo.
6. Para planificar el estudio de ingeniería del proyecto en mención se realizó la EDT del estudio respectivo, la cual se muestra en el acápite 6.1 respectivamente (Ilustración 6.1).
7. En referencia al presupuesto estimado para el estudio, la cantidad total de horas-hombre necesarias para el estudio dan un total de 5310 horas, las cuales nos determina un costo directo operativo de \$ 165,100.00, a lo cual se suma el costo indirecto por gastos y varios en general de \$ 36,400.00, resultando un total de presupuesto de \$ 201,500.00.
8. En relación al análisis de riesgo, se han identificado básicamente los riesgos a los cuales se puede incurrir durante el desarrollo del proyecto, señalando los más riesgosos y que puedan afectar los avances en obra tales como:

	Riesgo Identificado	Tipo de Riesgo
1	Lluvias torrenciales y huaycos.	Desastre Natural
2	Sequías y temporadas secas.	Desastre Natural
3	Transporte y envío de equipos y componentes a obra.	Periodo de los recursos
4	Tiempos de entrega y fabricación de equipos de bombeo	Periodo de los recursos
5	Tiempos de montaje e instalación en campo.	Periodo de los recursos
6	Cronogramas de pago a proveedores, planillas y servicios.	Costos del Proyecto
7	Control de gastos, pagos y penalidades.	Costos del Proyecto
8	Hitos importantes durante la instalación y montaje.	Seguridad y Salud laboral
9	Problemas con los habitantes y comunidades locales.	Geopolíticos y/o Sociales

A estos riesgos se le ha asignado planes de acción inmediatos los cuales deberán ser de responsabilidad directa del Jefe del Proyecto y el Supervisor de Construcción en primera instancia.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda una adecuada protección de los equipos en el sistema de bombeo, mediante la colocación de válvulas de retención (tipo check) a la descarga que impidan el retorno del flujo producido por el golpe de ariete que puedan dañar el impulsor y rodete de las mismas.
2. Por otro lado para la protección de las líneas de tuberías es recomendable la aplicación de válvulas de venteo y válvulas de anticipación de onda y/o reductoras de presión, según se requiera, las cuales disminuyen la sobrepresión y vacío producido durante el fenómeno del golpe de ariete.
3. El diseño por golpe de ariete tiene una importancia alta para la especificación de las tuberías en el sistema de bombeo, puesto que ello puede provocar la ruptura del sistema tanto por la sobrepresión como por el colapso en vacío, siendo recomendable su estimación y cálculo.
4. Es recomendable una correcta aplicación y control en las horas estimadas para el estudio, para de esta forma poder tener un adecuado y exacto avance y de esta forma se pueda cumplir con los tiempos e hitos del proyecto. Con ello se puede asegurar un adecuado control de los gastos durante el estudio.
5. La mitigación de riesgos deberá estar basada a lo planteado en los planes de acción descritos, en especial a los riesgos que impacten en un nivel muy alto y alto durante los trabajos en obra y montaje mecánico.

BIBLIOGRAFÍA

- a. Flow of Fluids through Valves, Fittings and Pipe – Crane Co. – Nineteenth Printing - 1980
- b. Cameron Hydraulic Data – Flowserve Co. – Nineteenth Edition – First Printing
- c. Catálogo de Proveedor de Tuberías de GRP – Empresa Petroplast.
- d. Curvas de Bombas: Modelo B17H-L (3 etapas) / Modelo B17H-H (1 etapa).
- e. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMI Bok), Project Management Institute, 4th Edición.

ANEXOS

ANEXO A – Datos Técnicos de Tuberías GRP.

ANEXO B – Curvas de Operación de Bomba para la Estación de Río

ANEXO C – Curvas de Operación de Bomba para la Estación de Rebombeo

ANEXO D – Cuadro de Diámetros de las Tuberías y Presiones Admisibles.

ANEXO E – Listado de Equipos Mecánicos.

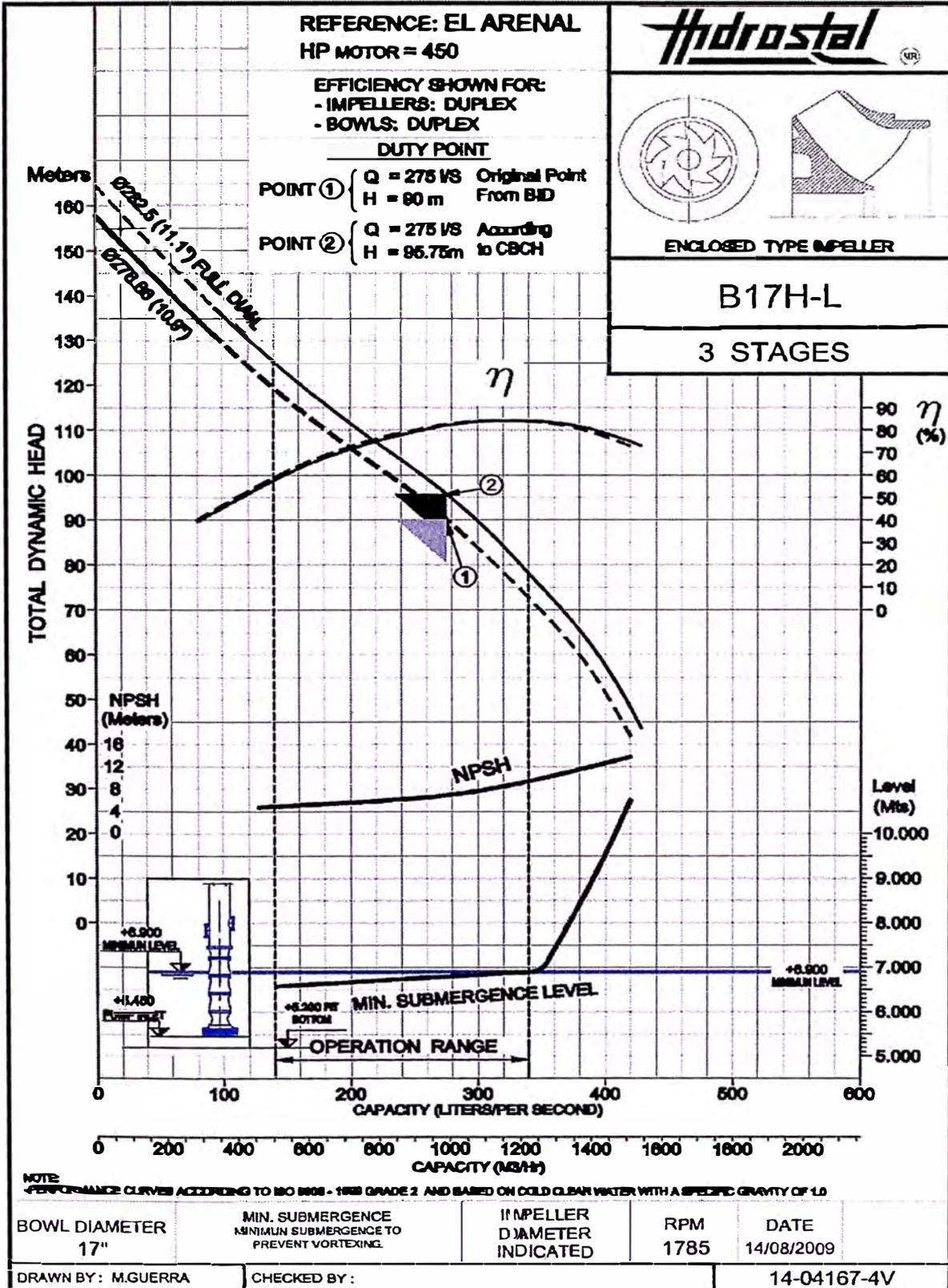
ANEXO F – Listado de Entregables y Actividades para el Estudio de Ingeniería

ANEXO A
DATOS TÉCNICOS DE TUBERÍAS GRP

DN mm	D exterior mm	Nominal			Módulo Circunf. N/mm ²	Módulo Axial N/mm ²	Módulo Deflexión N/mm ²	Línea de Diseño
		PN bar	e mm	Rigidez N/m ²				
CLASE PN 3								
900	924	3	12.1	2500	6240	1 911	12 650	Línea W-C
1100	1131	3	15.4	2500	6 080	1 762	11 479	Línea W-C
1600	1645	3	22.5	2500	5 940	1 565	11 195	Línea de Gravedad
CLASE PN 10								
500	513	10	6.4	2500	18839	4088	15702	Línea de Impulsión

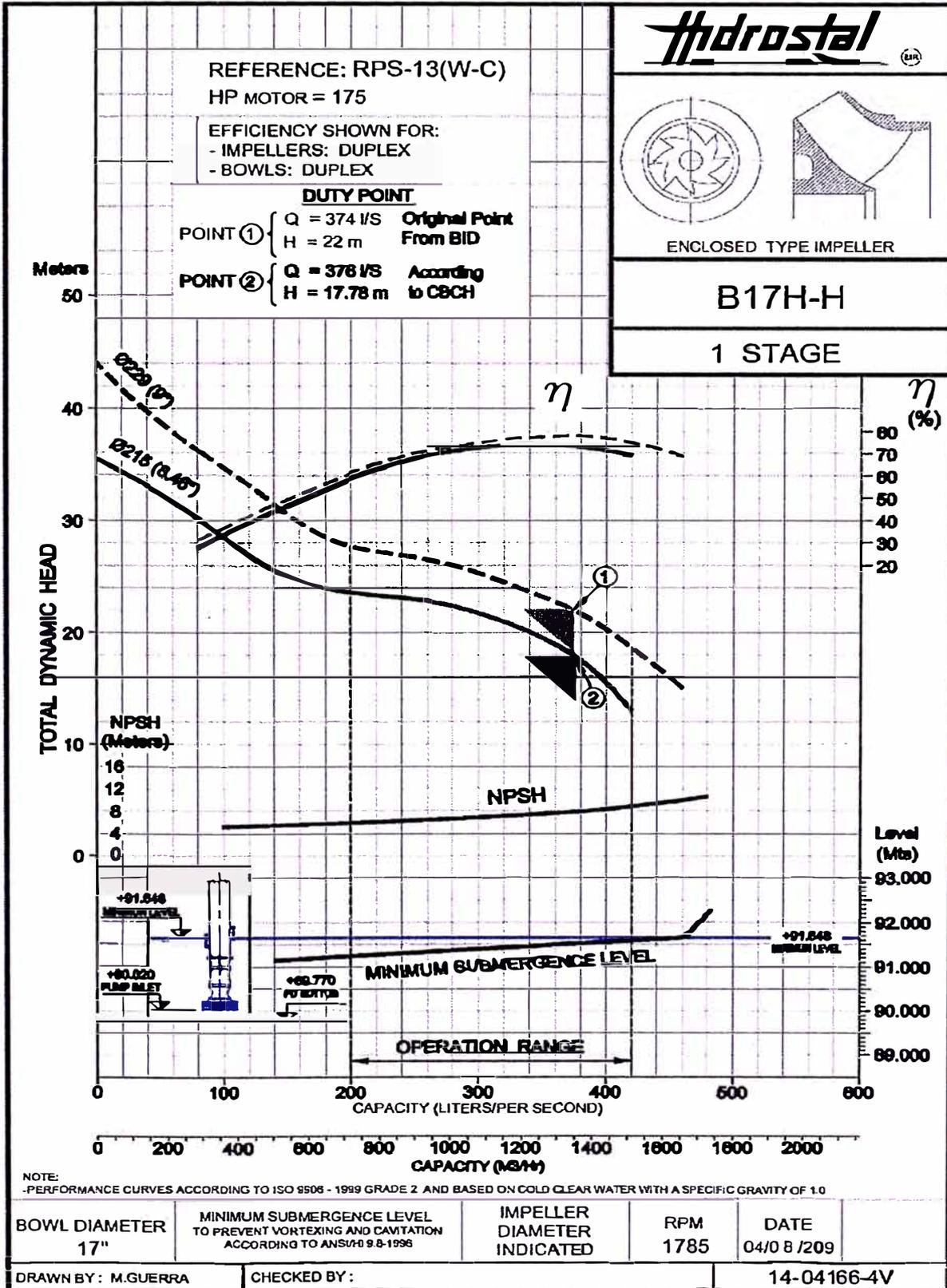
ANEXO B

CURVAS DE OPERACIÓN DE BOMBA PARA LA ESTACIÓN DE RÍO



ANEXO C

CURVAS DE OPERACIÓN DE BOMBA PARA LA ESTACIÓN DE REBOMBEO



ANEXO D
DIÁMETROS DE TUBERÍAS DE GRP Y
PRESIONES ADMISIBLES

DN mm	D ext. mm	Nominal				Caudal Máximo m ³ /h	Veloc. m/s	Presión Máxima HGL kPa	Presión Máxima Transiente kPa
		PN bar (kPa)	Transiente 1.4 PN bar (kPa)	e mm	Rigidez N/m ²				
Línea de Impulsión									
500	513	10 (1000)	14 (1400)	6.4	2500	1980.0	2.8	874.1	1344.6
Línea de Gravedad									
1600	1645	3 (300)	4.2 (420)	22.5	2500	7920.0	1.1	63.2	-
Línea W-C									
900	924	3 (300)	4.2 (420)	12.1	2500	845.0	1.3	168.8	193.8
1100	1131	3 (300)	4.2 (420)	15.4	2500	4060.8	1.2	146.1	224.2

ANEXO E
LISTADO DE EQUIPOS MECÁNICOS

Equip. N°	Descripción	Tamaño/ Capacidad	Motor / Capacidad	
			Kw / HP	RPM
Estación de Bombeo El Arenal				
200-PU-001	Bomba Vertical Tipo Turbina	990 m ³ /h, TDH = 95.75 m	336 / 450	-
200-PU-002	Bomba Vertical Tipo Turbina	990 m ³ /h, TDH = 95.75 m	336 / 450	-
200-PU-003	Bomba Vertical Tipo Turbina	990 m ³ /h, TDH = 95.75 m	336 / 450	-
200-PU-004	Bomba Vertical Tipo Turbina	990 m ³ /h, TDH = 95.75 m	336 / 450	-
200-PU-005	Bomba Vertical Tipo Turbina	990 m ³ /h, TDH = 95.75 m	336 / 450	-
200-PU-006	Bomba Vertical Tipo Turbina	990 m ³ /h, TDH = 95.75 m	336 / 450	-
200-PU-007	Bomba Vertical Tipo Turbina	990 m ³ /h, TDH = 95.75 m	336 / 450	-
200-PU-008	Bomba Vertical Tipo Turbina	990 m ³ /h, TDH = 95.75 m	336 / 450	-
200-GP-001	Grúa Semi-Pórtico	3.2 Tn	5 / 7 Ver Nota 1	-
Estación de Rebombeo RPS 13				
200-PU-101	Bomba Vertical Tipo Turbina	1353.6 m ³ /h, TDH = 17.78 m	112 / 150	-
200-PU-102	Bomba Vertical Tipo Turbina	1353.6 m ³ /h, TDH = 17.78 m	112 / 150	-
200-PU-103	Bomba Vertical Tipo Turbina	1353.6 m ³ /h, TDH = 17.78 m	112 / 150	-
200-GP-101	Grúa Semi-Pórtico	3.2 Tn	5 / 7 Ver Nota 1	-
Notas:				
1.- Valor Estimado, a ser confirmado por el proveedor del equipo.				

ANEXO F

LISTADO DE ENTREGABLES Y ACTIVIDADES DEL ESTUDIO DE INGENIERÍA

A. Planos

	Descripción	Tipo Documento
General (0)		
1	Distribución General de Equipos y Tuberías	DWG
2	Diagrama de Flujo de Procesos - El Arenal	DWG
3	Diagrama de Instrumentación y Tuberías - Leyenda y Símbolos	DWG
4	Diagrama de Instrumentación y Tuberías - El Arenal	DWG
Mecánico (1)		
5	Estándares de Mecánica	DWG
6	Arreglo General Mecánico - Estación de Río - Planta	DWG
7	Arreglo General Mecánico - Estación de Río - Secciones y Detalles	DWG
8	Arreglo General Mecánico - Estación de Rebombeo - Planta	DWG
9	Arreglo General Mecánico - Estación de Rebombeo - Secciones y Detalles	DWG
Tuberías (2)		
10	Estándares de Tuberías	DWG
11	Estándares de Soportes de Tuberías	DWG
12	Arreglo General de Tuberías - Estación de Río - Planta	DWG
13	Arreglo General de Tuberías - Estación de Río - Secciones y Detalles	DWG
14	Línea de Impulsión de Estación de Río - Planta y Perfil	DWG
15	Línea de Impulsión de Estación de Río - Detalles	DWG
16	Línea de Descarga por Gravedad - Planta y Perfil	DWG
17	Línea de Descarga por Gravedad - Detalles	DWG
18	Arreglo General de Tuberías - Estación de Rebombeo - Planta	DWG
19	Arreglo General de Tuberías - Estación de Rebombeo - Secciones y Detalles	DWG
20	Línea WC - Planta y Perfil 1/2	DWG
21	Línea WC - Planta y Perfil 2/2	DWG
22	Línea WC - Detalles	DWG
23	Estación DPS 14 - Planta, Secciones y Detalles	DWG
24	Estación DPS 15 - Planta, Secciones y Detalles	DWG
25	Estación DPS 16 - Planta, Secciones y Detalles	DWG

B. Documentos

	Descripción	Tipo Documento
	General	
1	Requisición de Materiales - Bombas Verticales	DOC
2	Requisición de Materiales - Grúa Semi Pórtico	DOC
3	Requisición de Materiales - Válvulas	DOC
4	Requisición de Materiales - Tuberías de Acero al Carbono	DOC
5	Requisición de Materiales - Tuberías de GRP	DOC
6	Requisición de Materiales - Tuberías de PVC	DOC
	Mecánico (1)	
	Listado	
7	Listado de Equipos	DOC
	Especificaciones	
8	Especificación Técnica de Bombas Verticales	DOC
9	Especificación Técnica de Grúa Semipórtico	DOC
	Tuberías (2)	
	Listado	
10	Listado de Líneas de Tuberías	DOC
	Especificaciones	
11	Especificación Técnica de Válvulas	DOC
12	Especificación Técnica de Tuberías y Accesorios - Acero al Carbono	DOC
13	Especificación Técnica de Tuberías y Accesorios - GRP	DOC
14	Especificación Técnica de Tuberías y Accesorios - PVC	DOC
	Memorias de Cálculo	
15	Cálculo Hidráulico - Bombas Verticales - Estación de Río	DOC
16	Cálculo Transitorio - Línea de Impulsión - Estación de Río	DOC
17	Cálculo Hidráulico - Bombas Verticales - Estación de Rebombeo	DOC
18	Cálculo Transitorio - Línea WC - Estación de Rebombeo	DOC
19	Análisis de Flexibilidad - Estación de Río	DOC
20	Análisis de Flexibilidad - Estación de Rebombeo	DOC
	Metrados	
21	Metrados - Estación de Río	DOC
22	Metrados - Línea de Impulsión	DOC
23	Metrados - Línea de Gravedad	DOC

	Descripción	Tipo Documento
24	Metrados - Estación de Rebombear	DOC
25	Metrados - Línea WC	DOC

C. Otros

	Descripción	Tipo Documento
1	Levantamiento de Información	ACT
2	Reuniones con el Cliente	ACT
3	Reuniones de Coordinación Interna	ACT
4	HAZOP	ACT
5	Control de Proyectos	ACT
6	Control Documentario	ACT
7	Administración	ACT

PLANOS

1. GENERALES

- a. UNI-100-0-001: Distribución General de Equipos y Tuberías
- b. UNI-100-0-002: Diagrama de Flujo de Procesos
- c. UNI-100-0-003: Leyendas y Símbolos – Diagrama de Instrumentación y Tuberías.
- d. UNI-100-0-004: El Arenal – Diagrama de Instrumentación y Tuberías

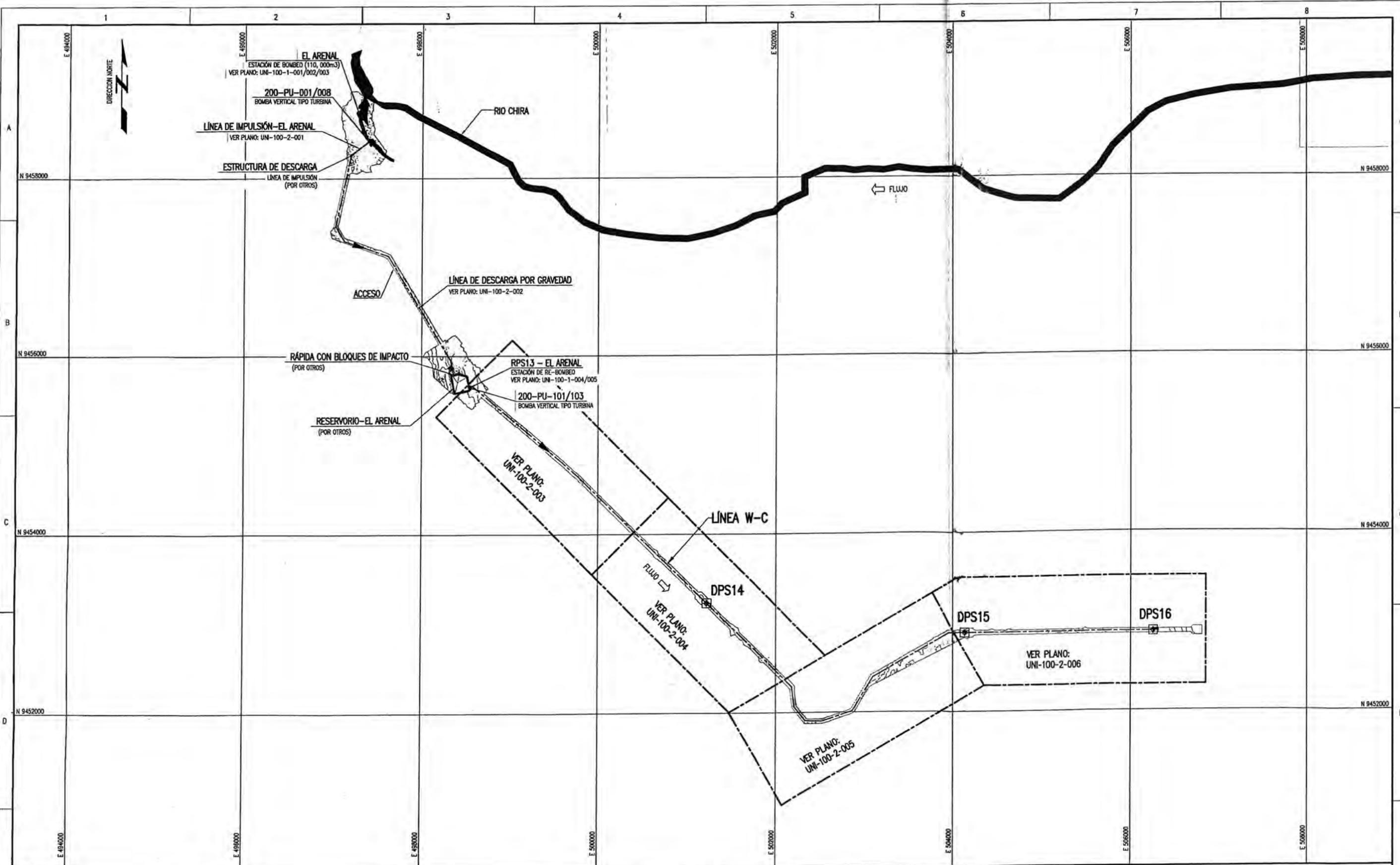
2. MECÁNICA

- a. UNI-100-1-001: Arreglo Mecánico – Estación de Río – Planta
- b. UNI-100-1-002: Arreglo Mecánico – Estación de Río – Secciones 1/2-
- c. UNI-100-1-003: Arreglo Mecánico – Estación de Río – Secciones 2/2
- d. UNI-100-1-004: Arreglo Mecánico – Estación de Rebombeo – Planta
- e. UNI-100-1-005: Arreglo Mecánico – Estación de Rebombeo – Secciones

3. TUBERÍAS

- a. UNI-100-2-001: Arreglo Tuberías – Línea de Impulsión – Planta y Perfil
- b. UNI-100-2-002: Arreglo Tuberías – Línea de Gravedad – Planta y Perfil
- c. UNI-100-2-003: Arreglo Tuberías – Línea W-C – Planta y Perfil 0+000 – 2+500 km
- d. UNI-100-2-004: Arreglo Tuberías – Línea W-C – Planta y Perfil 2+500 – 5+000 km
- e. UNI-100-2-005: Arreglo Tuberías – Línea W-C – Planta y Perfil 5+000 – 7+500 km
- f. UNI-100-2-006: Arreglo Tuberías – Línea W-C – Planta y Perfil 7+500 – 9+677 km

- g. UNI-100-2-007: Línea de Impulsión y por Gravedad – Secciones y Detalles
- h. UNI-100-2-008: Línea W-C – Secciones y Detalles
- i. UNI-100-2-009: Estándares de Tuberías – Detalles 1/2
- j. UNI-100-2-010: Estándares de Tuberías – Detalles 2/2
- k. UNI-100-2-011: Estándares de Tuberías – Soportes 1/2
- l. UNI-100-2-012: Estándares de Tuberías – Soportes 2/2



PLANTA
ESCALA 1:20,000

- 1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS (S.L.C.)
- 2. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS (S.L.C.)

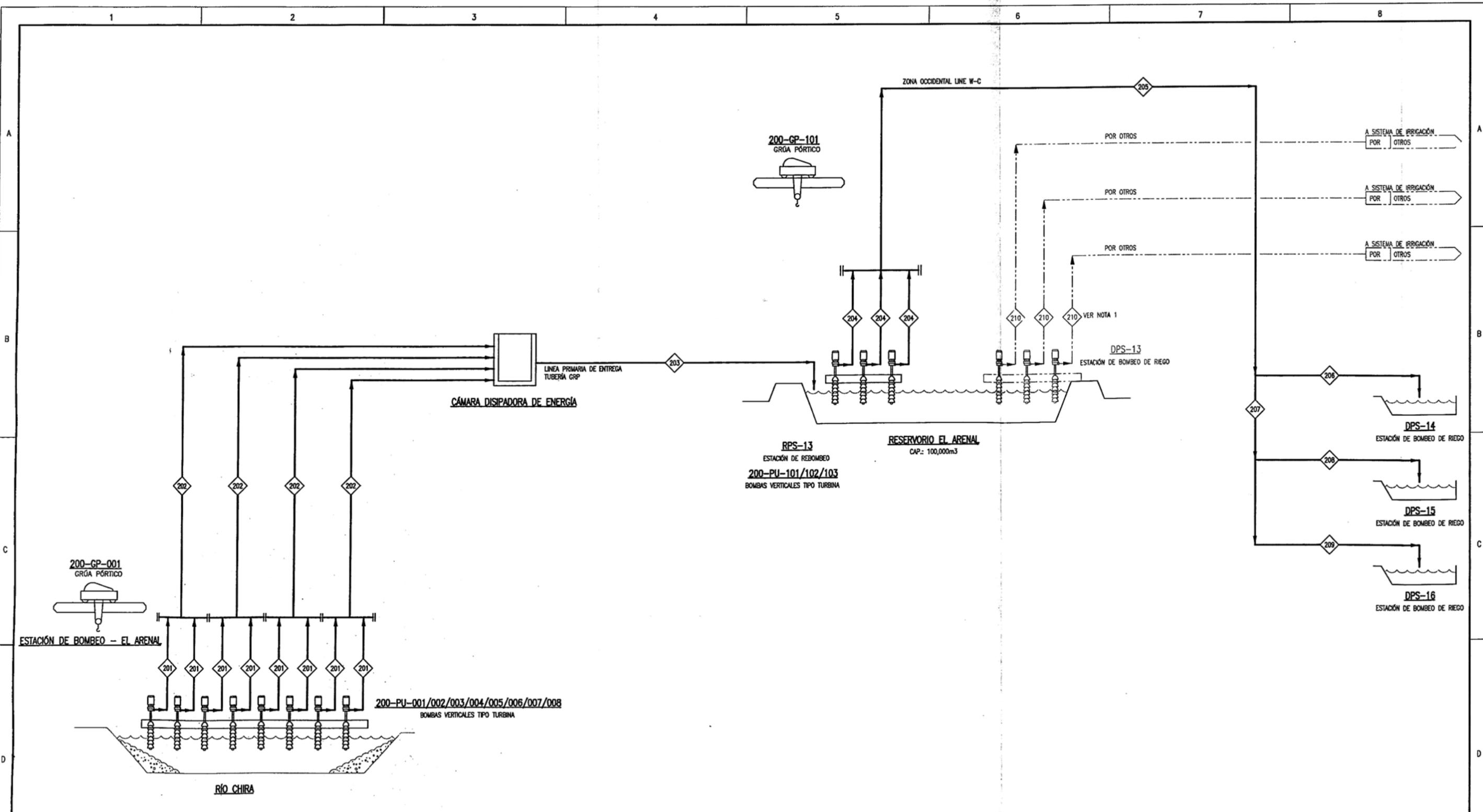
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DBL.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA		
DIBUJADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISENADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
	NOMBRE	FECHA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
EL ARENAL
DISTRIBUCIÓN GENERAL DE EQUIPOS Y TUBERÍAS

ESCALA: INDICADA PLANO: **UNI-100-0-001** REV. **0**



VER NOTA 1

NUMERO	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	
DESCRIPCION	AGUA CRUDA DE RIO	AGUA CRUDA A CÁMARA	AGUA CRUDA LINEA PRIMARIA	AGUA CRUDA RESERVORO	AGUA CRUDA LINEA W-C	AGUA CRUDA DPS-14	AGUA CRUDA	AGUA CRUDA DPS-15	AGUA CRUDA DPS-16	AGUA CRUDA	
FASE	LÍQUIDO	LÍQUIDO	LÍQUIDO	LÍQUIDO	LÍQUIDO	LÍQUIDO	LÍQUIDO	LÍQUIDO	LÍQUIDO	LÍQUIDO	
FLUJO	m ³ /hr	990	1980	7920	1353.6	4060.8	1018.8	3042	979.2	2062.8	490.8
SOLIDOS SUSPENDIDOS	ppm	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
GRAVEDAD ESPECÍFICA	Gr-Esp	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
TEMPERATURA	°C	19-31	19-31	19-31	19-31	19-31	19-31	19-31	19-31	19-31	19-31
VISCOSIDAD A 20 °C	cP	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
pH	---	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
PRESIÓN	kPa	821.2	816.2	62.4	236.6	270	188	247.4	191.7	194.5	---

LEYENDA

	FLUIDO		PROCESO PRINCIPAL		EQUIPOS		NUOVO EXISTENTE
	FLUIDO DE SERVICIO		PROCESO SECUNDARIO		EQUIPOS		FUTURO
	BYPASS DEL PROCESO		PROCESO PRINCIPAL		EQUIPOS		FUTURO
	POR OTROS		PROCESO SECUNDARIO		EQUIPOS		FUTURO

1.- SOLAMENTE PARA BALANCE, NO INCLUIDO PARA DISEÑO.

REVISION	FECHA	DESIGNADO	REVISADO	APROBADO	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						

INGENIERIA		
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA EL ARENAL.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS

ESCALA: S/E PLANO: UNI-100-0-002 REV. 0

LINES LINEAS

CONNECTION TO PROCESS OR MECHANICAL LINK
CONEXIÓN A PROCESO O ENLACE MECANICO

PNEUMATIC SIGNAL
SEÑAL NEUMÁTICA

DEDICATED ELECTRICAL SIGNAL
SEÑAL ELECTRICA DEDICADA

DIGITAL CODED SIGNAL SOFTWARE OR FIREWARE LINK
SEÑAL DIGITAL CODIFICADA

CAPILLARY TUBING (FILLED SYSTEM)
TUBO CAPILAR

HYDRAULIC SIGNAL
SEÑAL HIDRAULICA

RADIATION OR SONIC SIGNAL
RADIACIÓN & SEÑAL SONICA

IA = INSTRUMENT AIR SUPPLY
IA = SUMINISTRO AIRE PARA INSTRUMENTOS

PA = PLANT AIR SUPPLY
PA = SUMINISTRO AIRE DE PLANTA

ES

ELECTRICAL POWER SUPPLY
SUMINISTRO DE FUERZA ELECTRICA

LINE WITH INSULATION ONLY
LINEA CON AISLAMIENTO

ELECTRICAL TRACING AND INSULATION
TRACING ELECTRO Y AISLAMIENTO

STEAM TRACE AND INSULATE FOR FREEZE PROTECTION
TRACING DE VAPOR Y AISLAMIENTO

PIPING SYMBOLS SIMBOLOS DE TUBERIAS

VALVE CODE IDENTIFICACION DE VALVULAS

V2XX GLOBE VALVE
VALVULA DE GLOBO

V3XX BALL VALVE
VALVULA DE BOLA

V4XX CHECK VALVE
VALVULA DE RETENCIÓN

V5XX GATE VALVE
VALVULA DE COMPUERTA

V6XX BUTTERFLY VALVE
VALVULA DE MARIPOSA

V7XX AIR AND VACUUM VALVES FOR VERTICAL TURBINE (WELL SERVICE)
VALVULA AIRE Y VACIO PARA BOMBA VERTICAL TIPO TURBINA

V8XX CONTROL REGULATION AND RELIEF VALVES
VALVULAS DE CONTROL, REGULADORAS Y DE ALMO

V9XX COMBINATION AIR/VACUUM VALVE
VALVULA COMBINADA AIRE/VACIO

N.C. NORMALLY CLOSE
NORMALMENTE CERRADO

N.O. NORMALLY OPEN
NORMALMENTE ABIERTO

SIMBOLOGIA SIMBOLOGIA

GATE VALVE (NO: NORMALLY OPEN)
VALVULA DE COMPUERTA (NA: NORMALMENTE ABIERTA)

GATE VALVE (NO: NORMALLY CLOSE)
VALVULA DE COMPUERTA (NC: NORMALMENTE CERRADA)

CHECK VALVE
VALVULA DE RETENCIÓN

DIAPHRAGM VALVE
VALVULA DE DIAFRAGMA

BALL VALVE
VALVULA DE BOLA

BUTTERFLY VALVE
VALVULA MARIPOSA

WYE STRAINER
FILTRO TIPO Y

FLANGED JOINT
JUNTA BRIDADA

WELDED JOINT
JUNTA SOLDADA

THREADED JOINT
JUNTA ROSCADA

SOCKET WELD JOINT
JUNTA DE CASQUILLO SOLDABLE

UNION THREADED
UNION ROSCADA

UNION SOCKET WELD
UNION SOCKET WELD

COPLA VICTAULIC ESTILO 07
VICTAULIC COUPLING STYLE 07

COPLA VICTAULIC ESTILO 77
VICTAULIC COUPLING STYLE 77

MECHANICAL JOINT
JUNTA MECANICA

EXPANSION JOINT
JUNTA DE EXPANSION

PIPING SYMBOLS SIMBOLOS DE TUBERIAS

PROCESS LINES LINEAS DE PROCESO

MAIN FLOW
FLUJO DE PROCESO PRINCIPAL

SECONDARY FLOW OR SERVICE LINES
FLUJO SECUNDARIO O LINEAS DE SERVICIO

ALTERNATIVE FLOW OR INTERMITTENT
FLUJO ALTERNATIVO O INTERMITENTE

VENDOR PACKAGE
EQUIPAMIENTO O TUBERIA CONTENIDA DENTRO DEL PAQUETE DEL VENDEDOR

EXISTING
EXISTENTE

FUTURE
FUTURO

CODE FLUID IDENTIFICATION IDENTIFICACION DE FLUIDOS (SERVICIO)

DR DRAIN

IA INSTRUMENT AIR

PW PROCESS WATER

RW RIVER WATER

MATERIAL CLASS FOR STEEL PIPES CLASE DE MATERIAL PARA TUBERIAS EN ACERO

L1: WT STD

L: 0.375W

EQUIVALENCE OF MATERIAL CLASS FOR GRP PIPES EQUIVALENCIA DE CLASE DE MATERIALES PARA TUBERIAS EN GRP

GRP1: PN1

GRP3: PN3

GRP6: PN6

GRP8: PN8

GRP10: PN10

PIPING SYMBOLS SIMBOLOS DE TUBERIAS

CONNECTION SYMBOLS SIMBOLOS DE CONEXION

Nº DE CONECTOR DE P&ID

Nº DE P&ID

CONTINUACION DESDE OTRO P&ID

CONTINUACION HACIA OTRO P&ID

PIPING SYMBOLS SIMBOLOS DE TUBERIAS

CONNECTION SYMBOLS SIMBOLOS DE CONEXION

Nº DE CONECTOR DE P&ID

Nº DE P&ID

CONTINUACION DESDE OTRO P&ID

CONTINUACION HACIA OTRO P&ID

PIPE CODE IDENTIFICACION DE TUBERIAS

100-RW-12"-L1-001

AREA CODE
CODIGO DE AREA

FLUID IDENTIFICATION
IDENTIFICACION DE FLUIDOS

NOMINAL DIAMETER
DIAMETRO NOMINAL

MATERIAL CLASS
CLASE DE MATERIAL

CONSECUTIVE LINE No.
NUMERO SECUENCIAL DE LINEA

SELF ACTUATED DEVICES DISPOSITIVOS AUTOACCIONADO

FLOW FLUJO

CONTROL VALVE
VALVULA REGULADORA DE FLUJO

LEVEL NIVEL

LEVEL REGULATION WITH MECHANICAL LINKAGE
NIVEL DE REGULACION CON ARTICULACION MECANICA

PRESSURE PRESION

PRESSURE-REDUCING REGULATOR, SELF-CONTAINED
REGULADOR REDUCTOR DE PRESION, AUTOCONTENIDO.

PRESSURE-REDUCING REGULATOR, WITH EXTERNAL PRESSURE TAP
REGULADOR REDUCTOR DE PRESION, CON TOMA DE PRESION EXTERNA

BACK PRESSURE REGULATOR, SELF-CONTAINED
REGULADOR DE CONTRA-PRESION, AUTOCONTENIDO.

PRESSURE RELIEF OR SAFETY VALVE, ANGLE PATTERN, SPRING OR WEIGHT LOADED, OR WITH INTEGRAL PILOT
VALVULA DE ALMO & SEGURIDAD, TIPO ANGULO, CARGADA POR RESORTE O PESO, O CON PILOTO INTEGRAL.

VACUUM RELIEF, ANGLE PATTERN, SPRING OR WEIGHT LOAD, OR WITH INTEGRAL PILOT
VALVULA DE ALMO DE VACIO, TIPO ANGULO, CARGADA POR RESORTE O PESO, O CON PILOTO INTEGRAL.

PRESSURE/VACUUM RELIEF VALVE
VALVULA DE ALMO PRESION/VACIO

TEMPERATURE TEMPERATURA

TEMPERATURE REGULATOR FILLED SYSTEM TYPE
REGULADOR DE TEMPERATURA TIPO DE SISTEMA LLENDO

CONNECTION SYMBOLS SIMBOLOS DE CONEXION

Nº DE CONECTOR DE P&ID

Nº DE P&ID

CONTINUACION DESDE OTRO P&ID

CONTINUACION HACIA OTRO P&ID

INSTRUMENT/FUNCTIONS INSTRUMENTOS/FUNCIONES

LOCAL INSTRUMENT INCLUDING TRANSMITTER FOR SINGLE MEASURED VARIABLE
INSTRUMENTO LOCAL INCLUYENDO TRANSMISOR PARA MEDIDA DE VARIABLE SIMPLE

REAR-OF-PANEL MOUNTED INSTRUMENT
INSTRUMENTO MONTADO EN LADO POSTERIOR DE PANEL

FRONT-OF-PANEL MOUNTED INSTRUMENT
INSTRUMENTO MONTADO EN LADO FRONTAL DE PANEL

INSTRUMENT FOR TWO MEASURED VARIABLES OR MORE THAN ONE FUNCTION
INSTRUMENTO PARA MEDICION DE DOS VARIABLES O MAS DE UNA FUNCION

PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) SYSTEM FUNCTION WITH DISPLAY/ADJUSTMENTS ON CRT CONSOLE
CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC) SISTEMA DE FUNCION CON IMAGEN AJUSTE SOBRE LA CONSOLA CRT

PLC FUNCTION NOT DISPLAYED ON CRT CONSOLE
FUNCION PLC NO MOSTRADA EN CONSOLA CRT

PLC FUNCTION WITH INTERNAL SIGNAL CONDITIONING OR COMPUTATIONAL COMPONENT
FUNCION PLC CON SEÑAL INTERNA CONDICIONAL O COMPONENTE COMPUTARIZADO

PLC ALARM ON MEASURED VARIABLE OR CONTROLLER OUTPUT
ALARMA PLC EN VARIABLE MEDIDA O SALIDA AL CONTROLADOR

PLC INTERLOCK
ENCLAVAMIENTO EN EL PLC

HARDWIRED INTERLOCK
ENCLAVAMIENTO FISICO

CONVERTER (INPUT/OUTPUT)
CONVERTIDOR (ENTRADA/SALIDA)

ACTUATORS ACTUADORES

PNEUMATIC ACTUATOR
AL INDICATES AIR LOWERS
AR INDICATES AIR RAISES
ACTUADOR NEUMATICO
AL INDICA AIRE BAJO
AR INDICA AIRE ALTO

ROTAARY MOTOR (SHOWN TYPICALLY WITH ELECTRICAL SIGNAL)
MOTOR ROTATIVO (SE MUESTRA TÍPICAMENTE CON SEÑAL ELECTRICA)

CYLINDER, SINGLE ACTING
CILINDRO, SIMPLE ACCION

CYLINDER, DOUBLE ACTING ASSEMBLED WITHOUT PILOT
CILINDRO, DOBLE ACCION ENSAMBLADO SIN PILOTO

ELECTRO-HYDRAULIC ACTUATOR
ACTUADOR ELECTROHIDRAULICO

SOLENOID (RESET OPTIONAL)
SOLENOIDE (REINICIADOR OPCIONAL)

CONTROL VALVE BODIES CUERPOS DE VALVULA DE CONTROL

GLOBE
GLOBO

ANGLE
ANGULO

BUTTERFLY, DAMPER OR LOUVER
MARIPOSA, DAMPER O PERSIANA

BALL
BOLA

THREE WAY WITH MANUAL OPERATOR
F=FAIL POSITION
TRES VAS CON OPERADOR MANUAL
F=POSICION DE FALLA

FOUR WAY WITH MANUAL OPERATOR
F=FAIL POSITION
CUATRO VAS CON OPERADOR MANUAL
F=POSICION DE FALLA

DIAPHRAGM (SAUNDERS TYPE)
DIAFRAGMA

PLUS
TAPON O MACHO

UNCLASSIFIED (TYPE OF BODY IS WRITTEN IN OR ADJACENT TO)
NO CLASIFICADA (EL TIPO DEL CUERPO SE ESCRIBE EN O ADYACENTE AL SIMBOLO)

LEVEL CONTROL VALVE
VALVULA DE CONTROL DE NIVEL

PILOT OPERATOR SYSTEM
VALVULA OPERADA CON PILOTO

NOTES:
NOTAS:

FO INDICATES FAIL OPEN
FO INDICA ABIERTA EN FALLA

FC INDICATES FAIL CLOSE
FC INDICA CERRADA EN FALLA

FL INDICATES FAIL LAST
FL INDICA ULTIMA POSICION EN FALLA

FI INDICATES FAIL INDETERMINATE
FI INDICA INDETERMINADA EN FALLA
APPLIES TO VALVE BODY/ACTUATOR ASSEMBLY
APLICAR A CUERPO DE LA VALVULA/ENSAMBLE DEL ACTUADOR

ACTUATORS ACTUADORES

PNEUMATIC ACTUATOR
AL INDICATES AIR LOWERS
AR INDICATES AIR RAISES
ACTUADOR NEUMATICO
AL INDICA AIRE BAJO
AR INDICA AIRE ALTO

ROTAARY MOTOR (SHOWN TYPICALLY WITH ELECTRICAL SIGNAL)
MOTOR ROTATIVO (SE MUESTRA TÍPICAMENTE CON SEÑAL ELECTRICA)

CYLINDER, SINGLE ACTING
CILINDRO, SIMPLE ACCION

CYLINDER, DOUBLE ACTING ASSEMBLED WITHOUT PILOT
CILINDRO, DOBLE ACCION ENSAMBLADO SIN PILOTO

ELECTRO-HYDRAULIC ACTUATOR
ACTUADOR ELECTROHIDRAULICO

SOLENOID (RESET OPTIONAL)
SOLENOIDE (REINICIADOR OPCIONAL)

VARIABLES VARIABLES

TYPICAL CONNECTION - ANY VARIABLE CONEXION TIPICA - ALGUNAS VARIABLES

DIRECT CONNECTION PROCESS BLOCK
VALVE SYMBOL OPTION
CONEXION DIRECTA A PROCESO OPCION AL SIMBOLO DE VALVULA DE BLOQUEO

ELECTRICAL CONNECTION
CONEXION ELECTRICA

FILLED SYSTEM DIRECT CONNECTION
CONEXION DIRECTA, SISTEMA LLENDO

RADIATION OR SONIC SENSING
RADIACION & SENSOR SONICO

DIAPHRAGM SEAL
SELLO DE DIAFRAGMA

FLOW FLUJO

ORIFICE PLATE OR RESTRICTION ORIFICE
PLACA ORIFICIO & RESTRICCION DE ORIFICIO

VORTEX SHEDDING
VORTEX

VENTURI TUBE OR FLOW NOZZLE
TUBO VENTURI O TOBERA DE FLUJO

TURBINE OR PROPELLER TYPE PRIMARY ELEMENT
ELEMENTO PRIMARIO TIPO TURBINA

MAGNETIC FLOWMETER
FLUJOMETRO MAGNETICO

IN-LINE INSTRUMENT OTHER THAN ABOVE
INSTRUMENTO EN LINEA DIFERENTE A LOS MOSTRADOS ARRIBA.

TEMPERATURE ELEMENTS ELEMENTOS DE TEMPERATURA

SINGLE THERMOCOUPLE
TERMOCOPLA SIMPLE

RESISTANCE TEMPERATURE DETECTOR
DETECTOR DE TEMPERATURA POR RESISTENCIA

INSTRUMENT IDENTIFICATION LETTERS

FIRST LETTER	SUCCEEDING LETTERS				
	MEASURED OR INITIATING VARIABLE	MODIFIER	READOUT OR PASSIVE FUNCTION	OUTPUT FUNCTION	MODIFIER
A	ANALYSIS		ALARM		
B	BURNER, COMBUSTION			CONTROL	CLOSE
C	CONDUCTIVITY				
D	DENSITY	DIFFERENTIAL, DEVIATION			
E	VOLTAGE		SENSOR OR PRIMARY ELEMENT		
F	FLOW RATE (VOLUME)	RATIO			
G	Gauging (Dimensional)		GLASS OR VIEWING DEVICE		
H	HAND				HIGH
I	CURRENT (ELECTRICAL)		INDICATE		
J	POWER			CONTROL STATION	
K	TIME OR TIME SCHEDULE	TIME RATE OF CHANGE			LOW
L	LEVEL		LIGHT		MIDDLE, INTERMEDIATE
M	MOISTURE	MOMENTARY			
N	METAL DETECTOR				OPEN
O	TORQUE		ORIFICE RESTRICTION		
P	PRESSURE OR VACUUM		POINT (TEST) CONNECTION		
Q	QUANTITY	INTEGRATE OR TOTALIZE			
R	RADIATION		RECORD		
S	SPEED OR FREQUENCY	SAFETY		SWITCH	
T	TEMPERATURE			TRANSMITTER	
U	MULTIVARIABLE		MULTIFUNCTION		MULTIFUNCTION
V	VIBRATION			VALVE, DAMPER, LOUVER	
W	WEIGHT, FORCE		WELL		
X	UNCLASSIFIED				
Y	EVENT, STATE OR PRESENCE			RELAY, COMPUTE, CONVERT	
Z	POSITION, DIMENSION			DRIVER ACTUATOR, FINAL CONTROL ELEMENT	

MISCELLANEOUS MISCELANEOS

CENTRIFUGAL PUMP
BOMBA CENTRIFUGA

VERTICAL AXIS TURBINE PUMP
BOMBA VERTICAL TIPO TURBINA

COMBINATION AIR/VACUUM VALVE
VALVULA COMBINADA AIRE Y VACIO

POSITIVE DISPLACEMENT PUMP
BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO

SFT

SOFT STARTED
ARRANQUE SUAVE

AIR AND VACUUM VALVES FOR VERTICAL TURBINE (WELL SERVICE)
VALVULA AIRE Y VACIO PARA BOMBA VERTICAL TIPO TURBINA

BLOWER
SOPLADOR

VFD

VARIABLE FREQUENCY DRIVE
VARIADOR DE FRECUENCIA

VACUUM RELEASE VALVE
VALVULA DE VACIO

AIR COMPRESSOR
COMPRESOR DE AIRE

AIR RELEASE VALVE
VALVULA DE AIRE

NOTAS	REV.	DESCRIPCION	FECHA	DB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA	INGENIERIA	FECHA
	0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI			DIBUJADO: N. SALAZAR	14.MAR.11
											DISEÑADO: N. SALAZAR	14.MAR.11
											REVISADO 1: N. SALAZAR	14.MAR.11
											REVISADO 2: H. PINTO	14.MAR.11
											APROBADO: H. PINTO	14.MAR.11



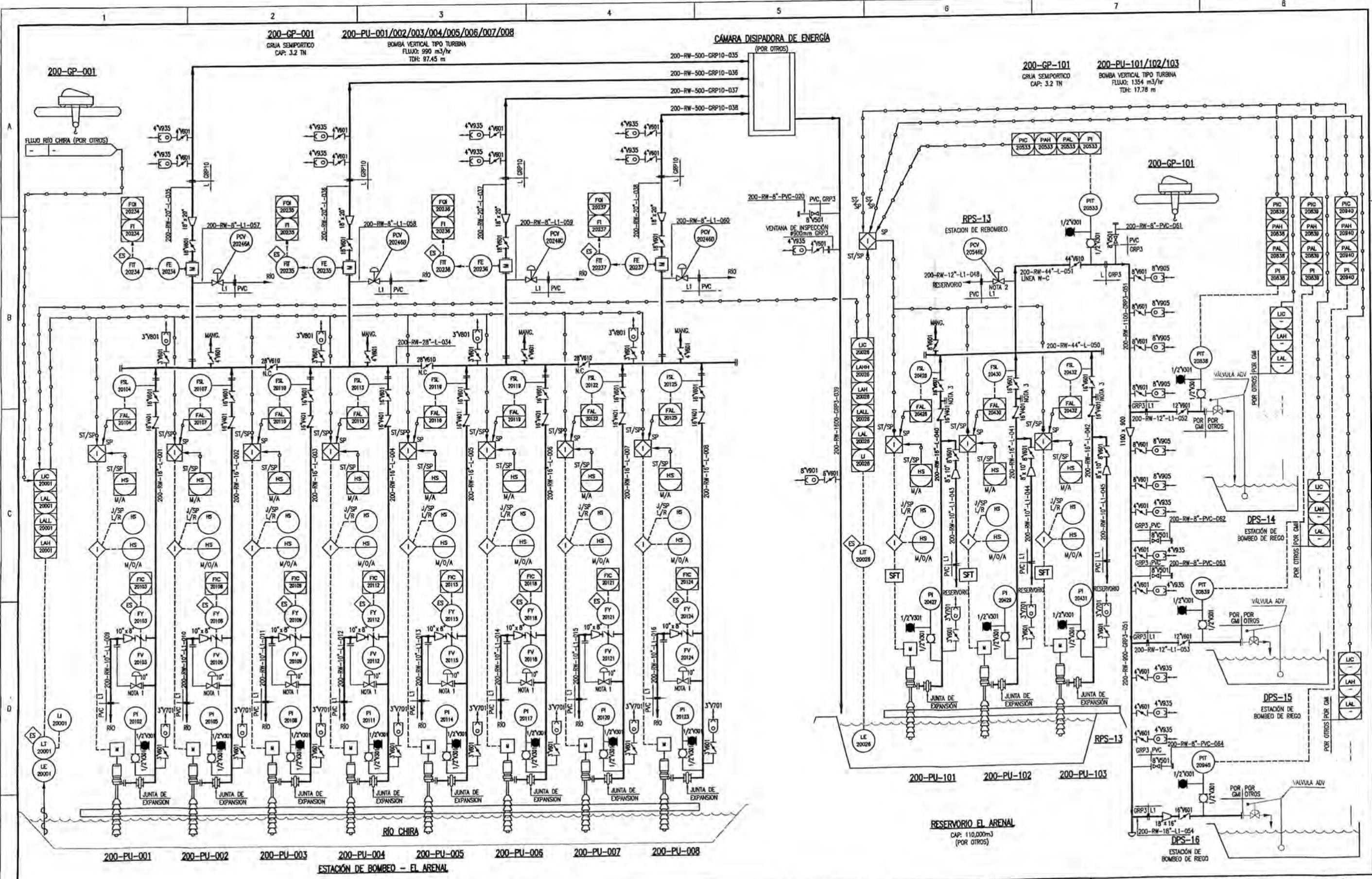
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA EL ARENAL

DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACIÓN

PLANO DE LEYENDAS Y SIMBOLOS

ESCALA: S/E PLANO: UNI-100-0-003 REV. 0



- NOTAS
1. VÁLVULA A SER INSTALADA EN EL FUTURO.
 2. VÁLVULA DE ALMO - RECORCACIÓN TIPO GLOBO PILEATA DE CONFIGURACIÓN ANGULAR.
 3. BRIDA CIEGA PARA INSTALACIÓN DE FLOMETRO PORTÁTIL.
 4. EL RESERVOIRIO Y LA CÁMARA DE DESCARGA DESARROLLADO POR OTROS.

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIBL.	DIS.	REV.	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUECENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA		
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
NOMBRE	FECHA	



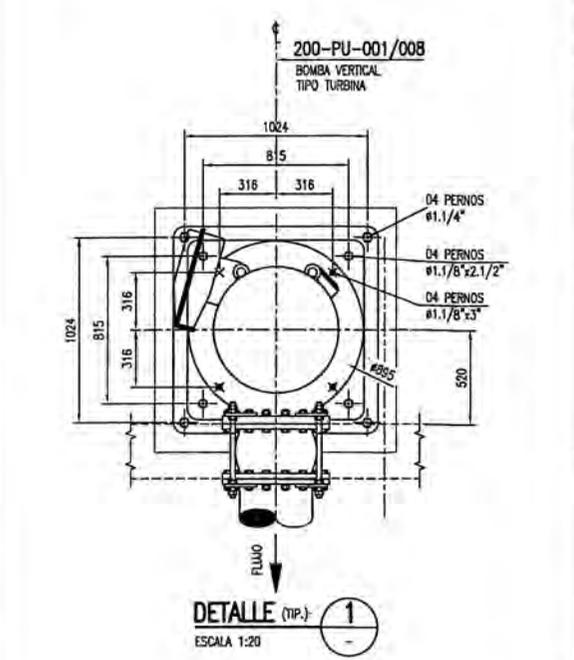
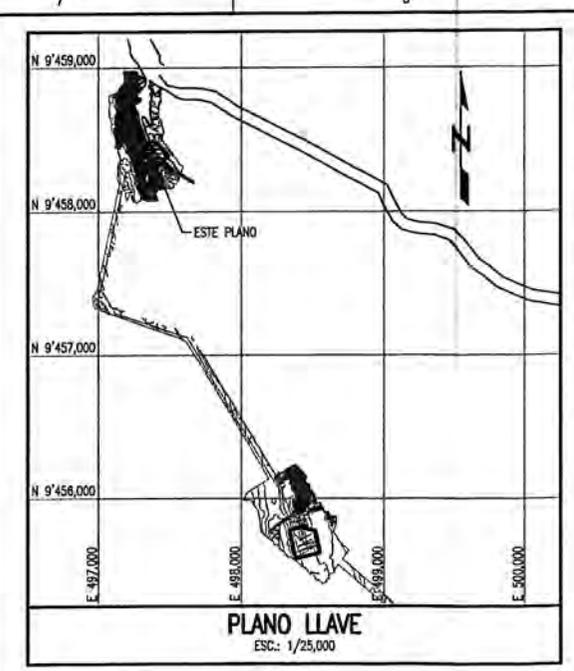
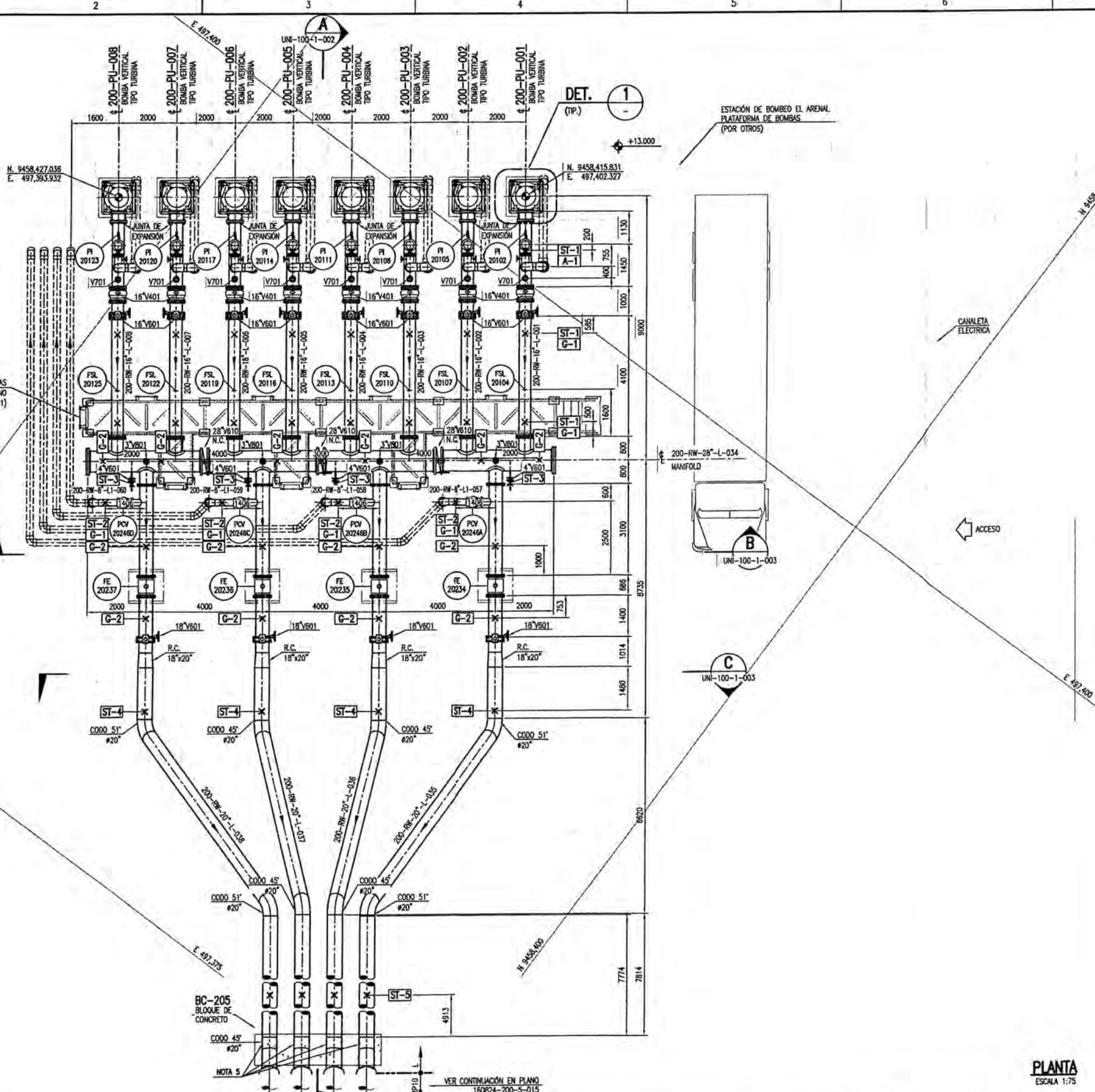
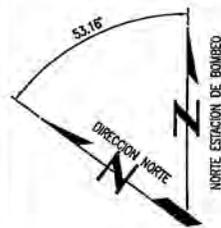
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
EL ARENAL

ESTACIONES DE BOMBEO

DIAGRAMA DE TUBERIAS E INSTRUMENTACIÓN

ESCALA: S/E PLANO: UNI-100-0-004 REV. 0



1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS (S.I.C.)
2. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS (S.I.C.)
3. EL CONTRATISTA PROPORCIONARA TODOS LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LOS SOPORTES INDICADOS.
4. LOS DETALLES DE OBRAS CIVILES Y ENCOFRADO SERA PROPORCIONADO POR OTROS.
5. PARA TUBERIAS DE ACERO ENTERRADAS, PREPARACION DE SUPERFICIE, SEGUN NORMA SSPC SP 10, SE DEBERA PROTEGER CON :
 - 01 CAPA DE ZINC ORGANICO DE 4 mils
 - 02 CAPAS DE COATIR EPOXICO DE 8 mils C/U (RECUBRIMIENTO BITUMINOSO), SEGUN NORMA ANNA C210.

NOTAS	REV.	DESCRIPCION	FECHA	DES.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA		14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	N.P.	UNI		

INGENIERIA		
DEBUCADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISENADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
	NOMBRE	FECHA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

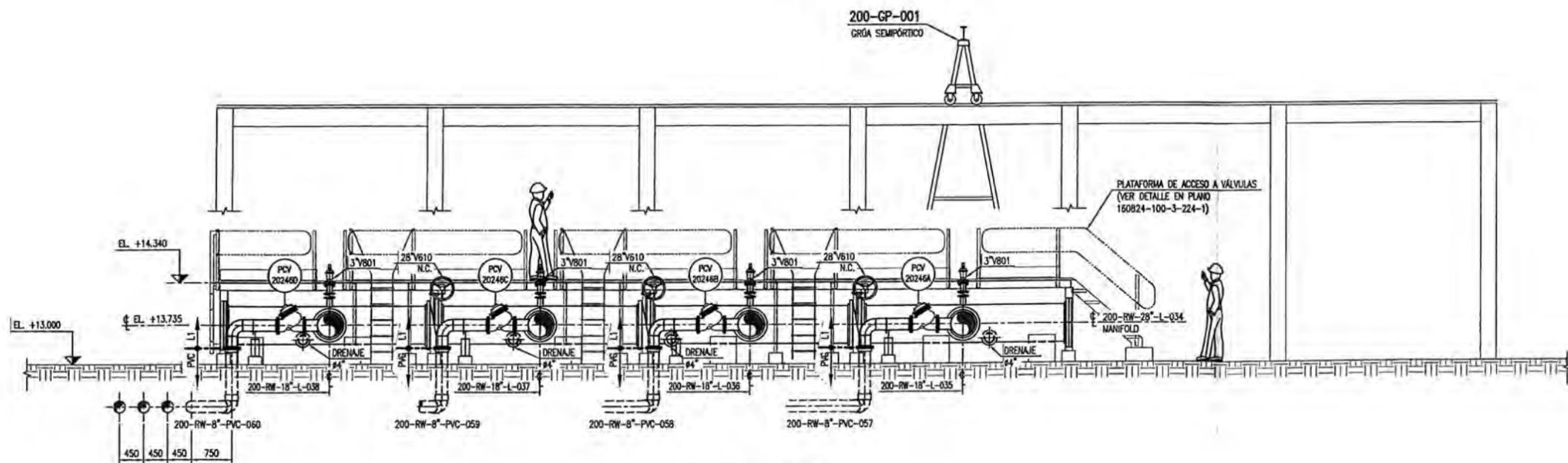
DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA

EL ARENAL

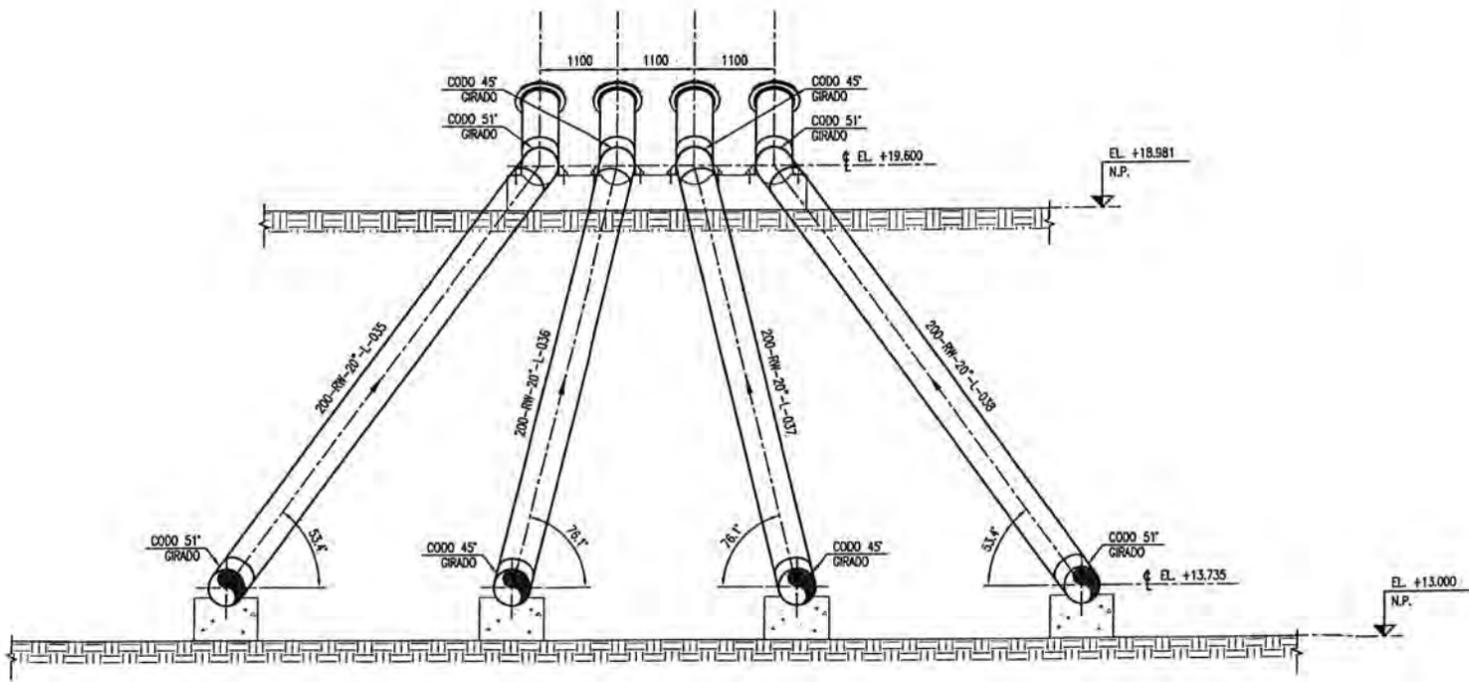
ESTACIÓN DE RÍO

AREGLO MECÁNICO - PLANTA

ESCALA: INDICADA PLANO: **UNI-100-1-001** REV. **0**



SECCION B
ESCALA 1:50 UNI-100-1-001



SECCION C
ESCALA 1:50 UNI-100-1-001

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS (S.I.C.)
2. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS (S.I.C.)
3. EL CONTRATISTA PROPORCIONARÁ TODOS LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LOS SOPORTES INDICADOS.

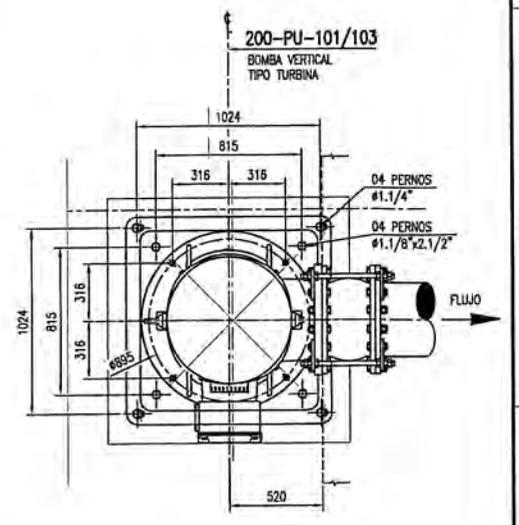
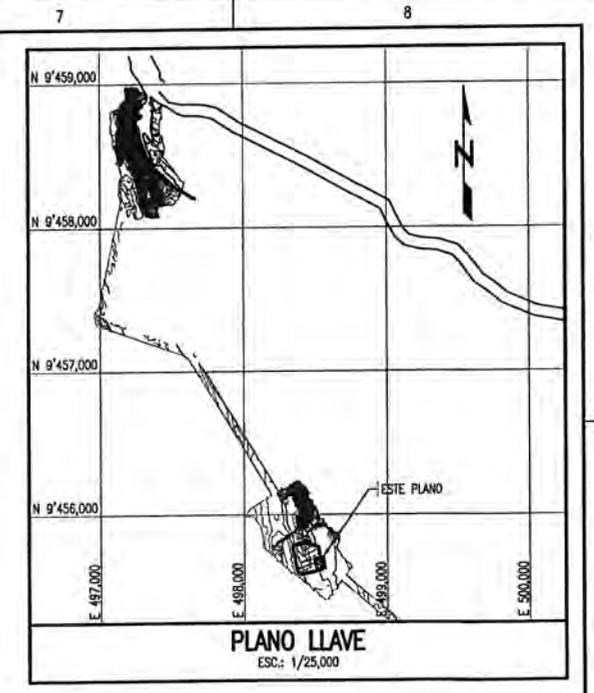
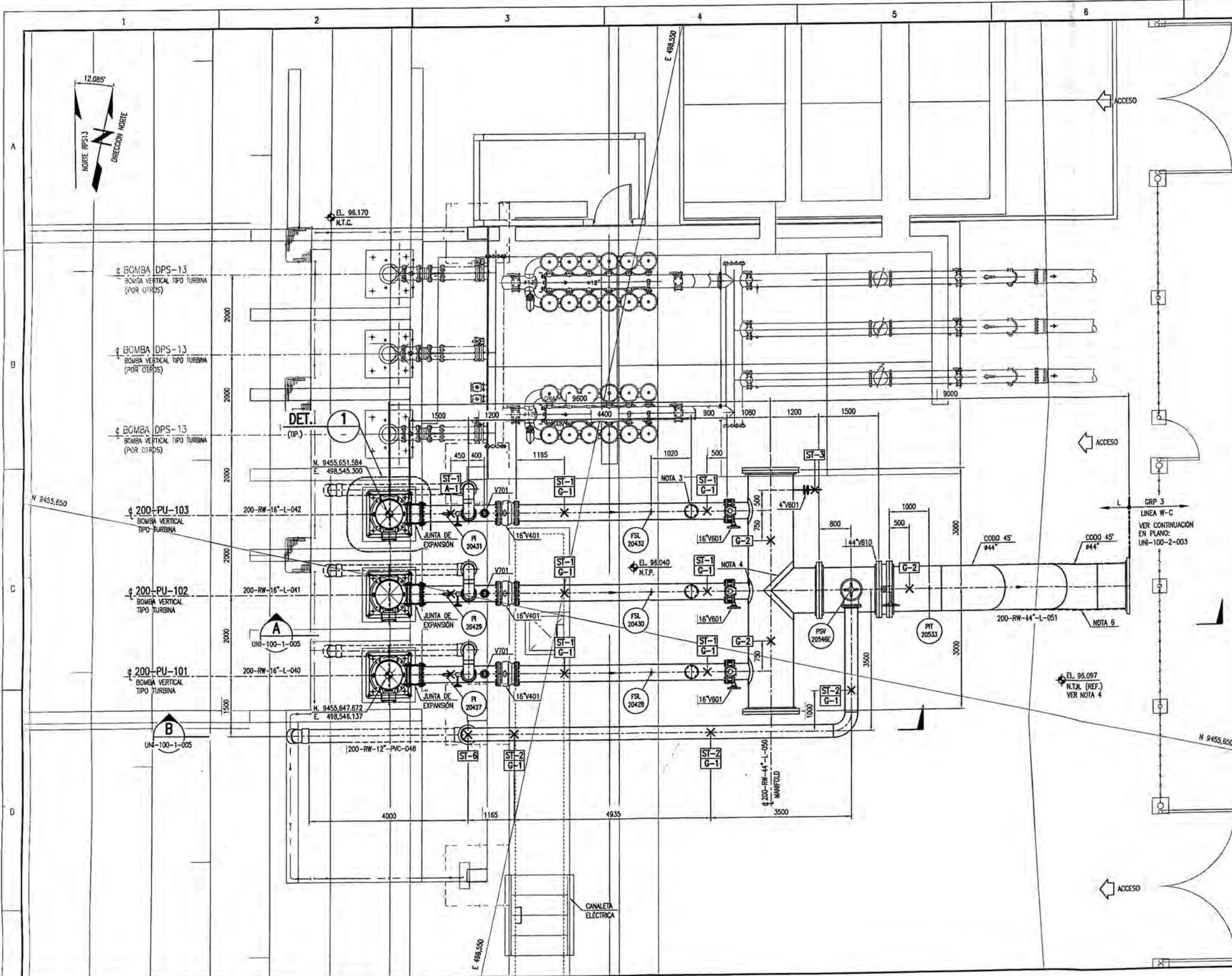
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	DS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA		
DELIBADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
NOMBRE	FECHA	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
 EL ARENAL
 ESTACIÓN DE RÍO
 ARREGLO MECÁNICO - SECCIONES 2/2

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-1-003 REV. 0



PLANTA
ESCALA 1:50

DETALLE 1
ESCALA 1:20 (TIP.)

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS (S.I.C.)
2. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS (S.I.C.)
3. ALTURA DE BRIDA DE FLUJOMETRO Y POSICION DE ALINADORES A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA.
4. EL CONTRATISTA PROPORCIONARA TODOS LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LOS SOPORTES INDICADOS.
5. PARA TUBERIAS DE ACERO ENTERRADAS, PREPARACION DE SUPERFICIE, SEGUN NORMA SSPC SP 10, SE DEBERA PROTEGER CON :
- 01 CAPA DE ZINC ORGANICO DE 4 mils.
- 02 CAPAS DE COATIR EPOXICO DE 8 mils C/U (RECURRIMIENTO BITUMINOSO), SEGUN NORMA ANNA C210.

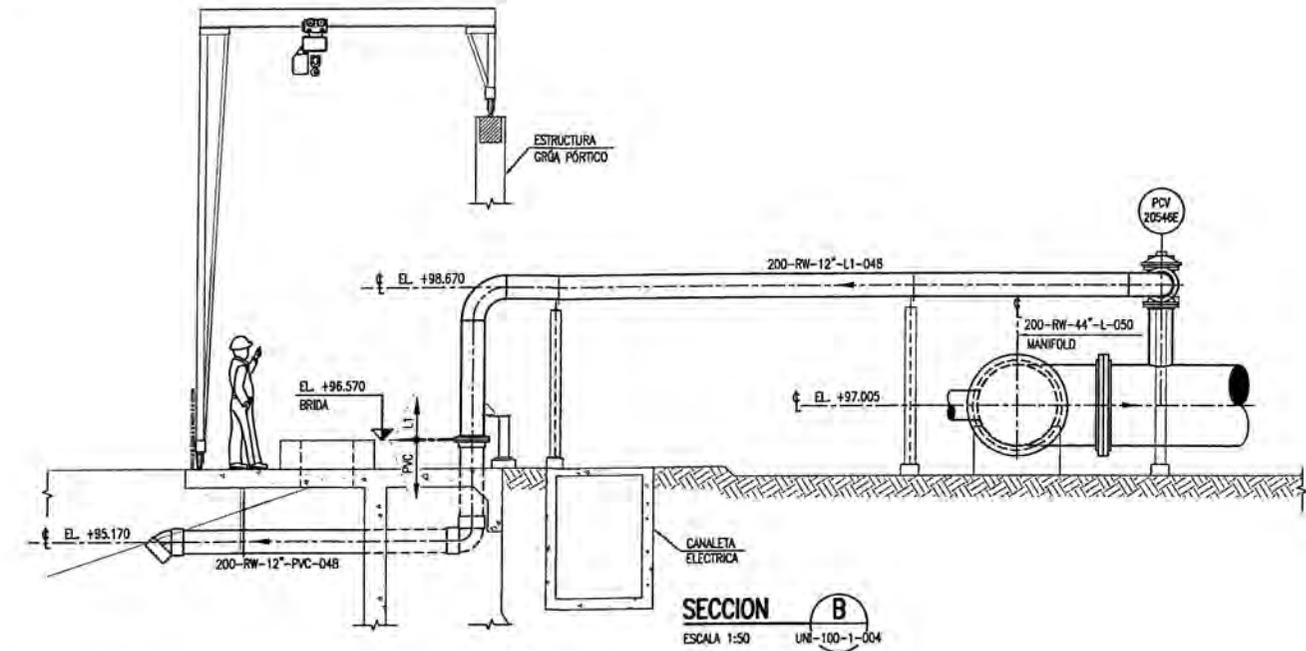
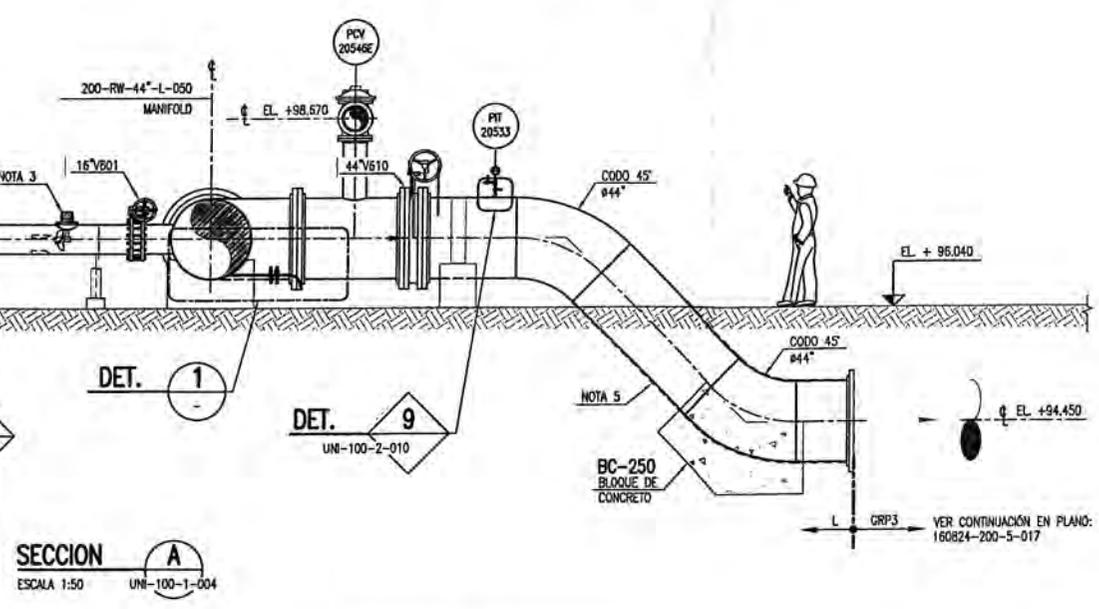
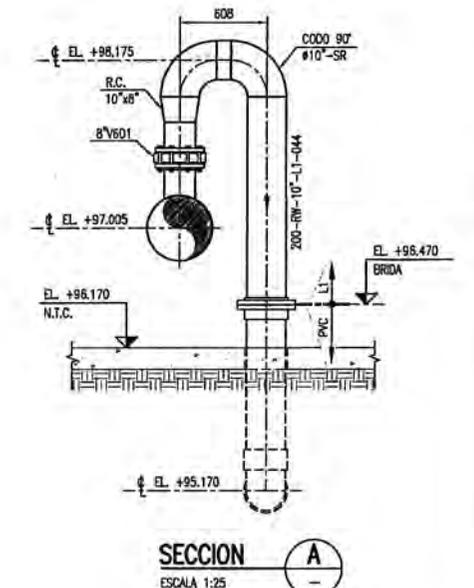
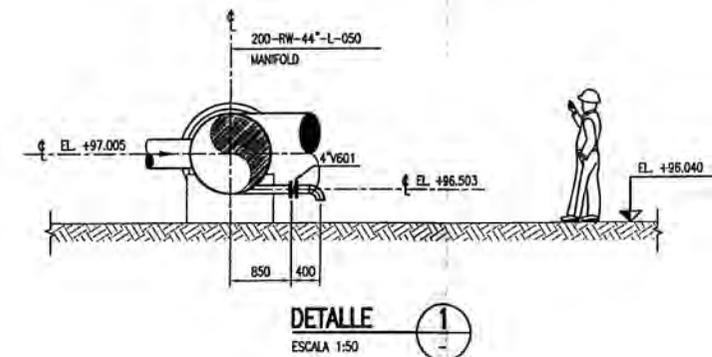
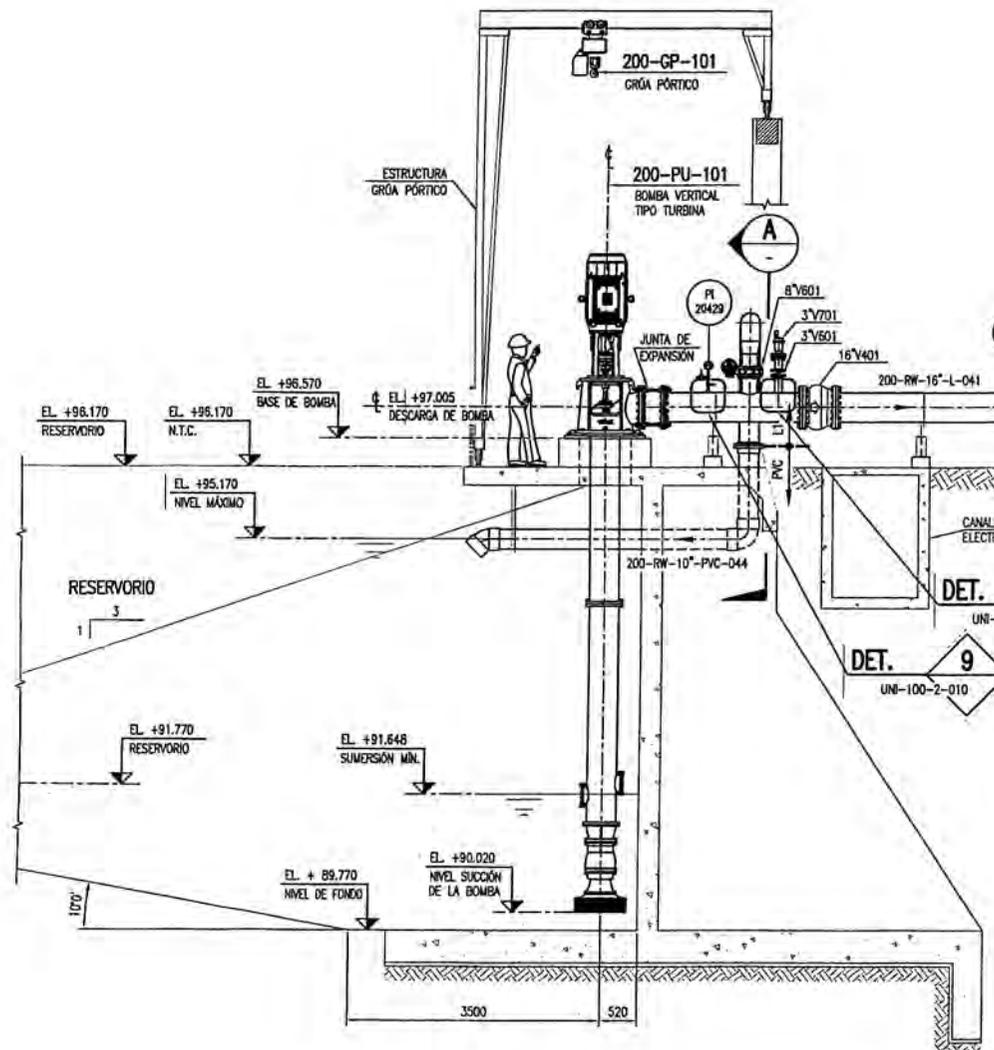
REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIR.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA		
NOMBRE	FECHA	
DEBujADO: N. SALAZAR	14.MAR.11	
DESEÑADO: N. SALAZAR	14.MAR.11	
REVISADO 1: N. SALAZAR	14.MAR.11	
REVISADO 2: H. PINTO	14.MAR.11	
APROBADO: UNI	14.MAR.11	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
EL ARENAL
ESTACIÓN DE REBOMBEO RPS13
ARREGLO MECÁNICO - PLANTA

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-1-004 REV. 0



1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS (S.I.C.)
2. TODAS LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS (S.I.C.)
3. ALTURA DE BRIDA DE FLEGUIMETRO Y POSICION DE ALMENDRORES A SER DEFINIDO POR EL CONTRATISTA.
4. EL CONTRATISTA PROPORCIONARA TODOS LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LOS SOPORTES INDICADOS.
5. PARA TUBERIAS DE ACERO ENTERRADAS, PREPARACION DE SUPERFICIE, SEGUN NORMA SSPC SP 10, SE DEBERA PROTEGER CON :
 - 01 CAPA DE ZINC ORGANICO DE 4 mils.
 - 02 CAPAS DE COATLAR EPOXICO DE 5 mils C/U (REQUERIMIENTO BITUMINOSO), SEGUN NORMA ANNA C210.

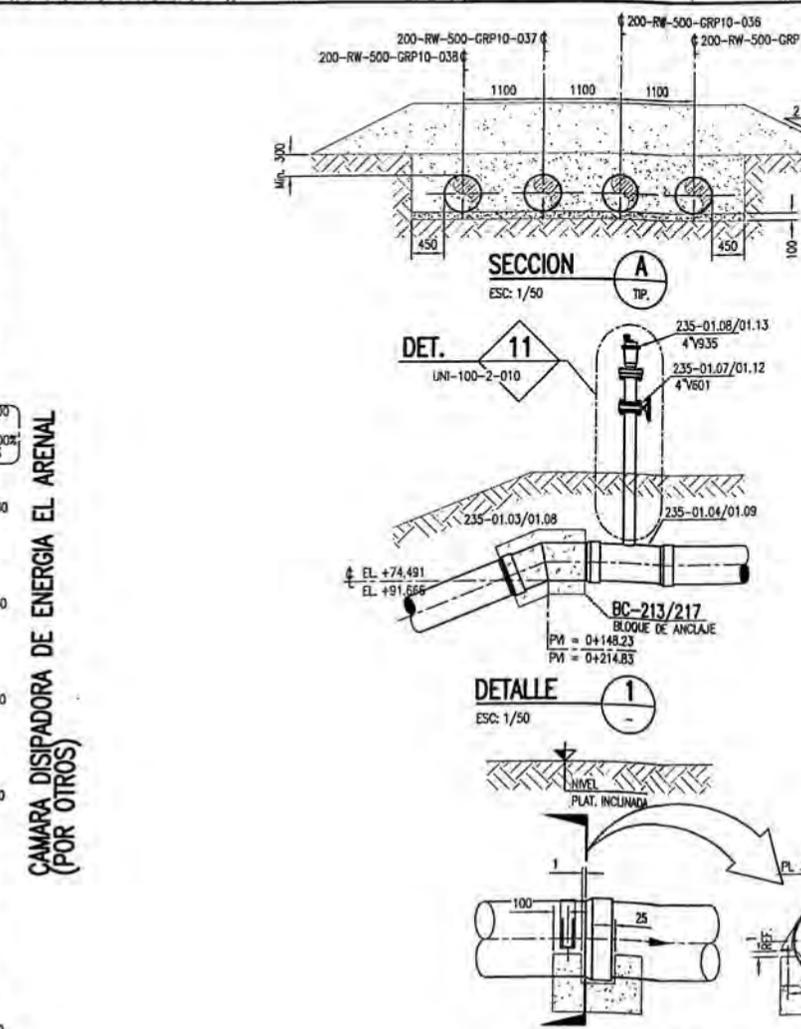
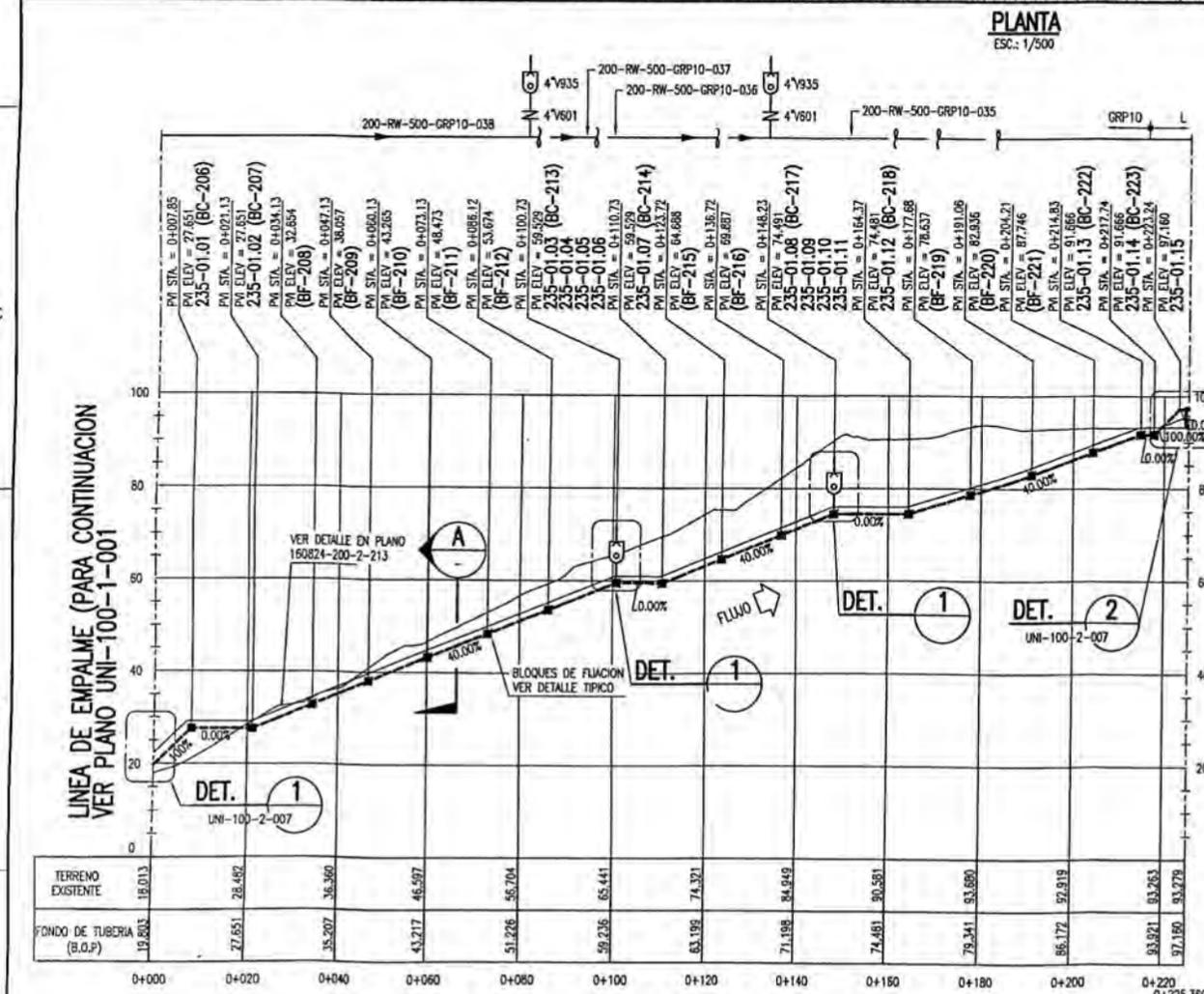
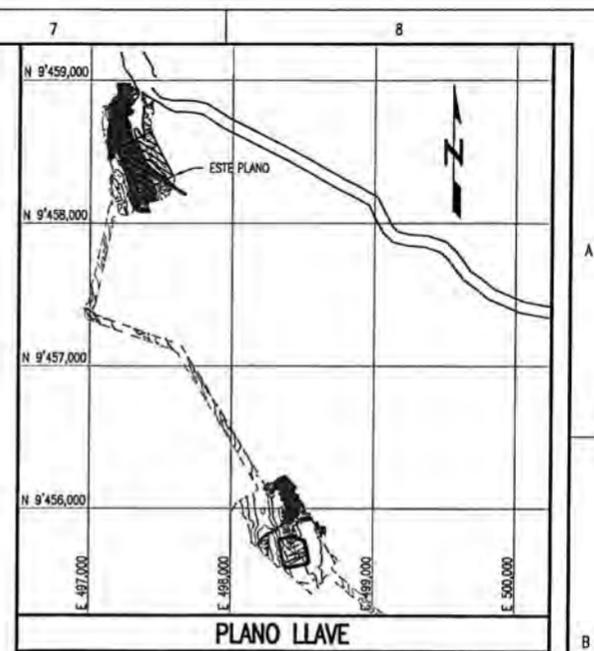
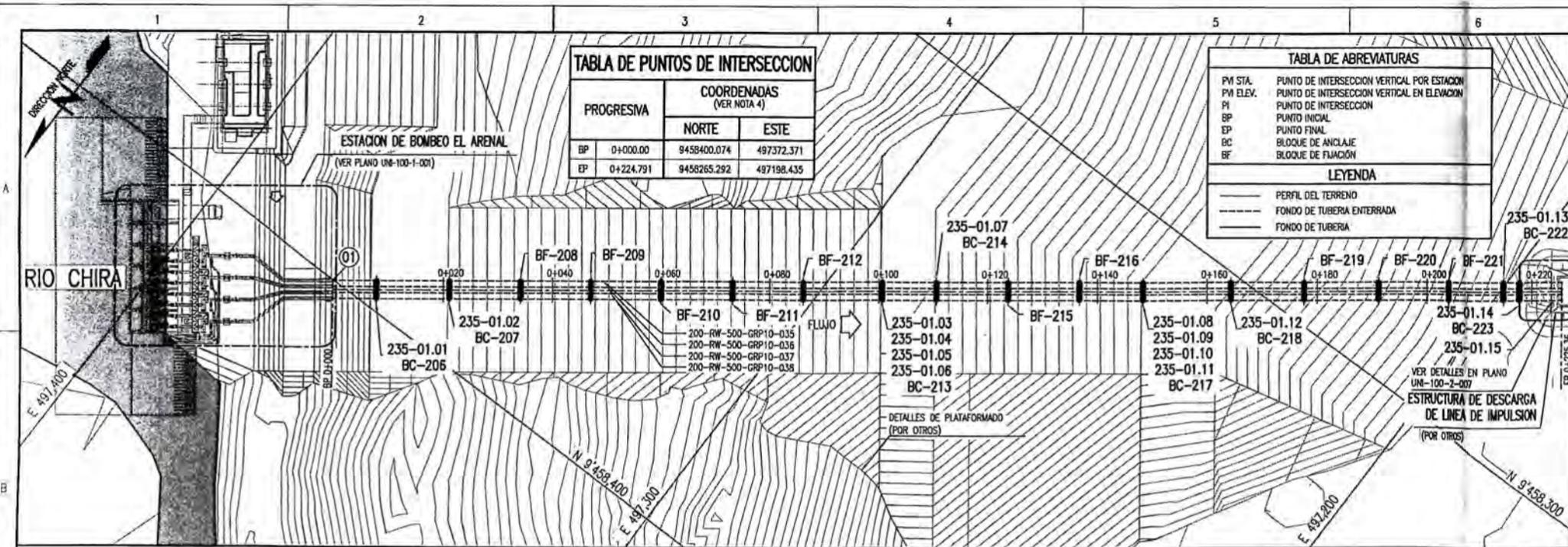
NOTAS	REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIL.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
	0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14/MAR/11	N.S.	N.S.	N.S.	K.P.	UNI		

INGENIERIA		
DIBUJADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISENADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
	NOMBRE	FECHA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
EL ARENAL
ESTACIÓN DE REBOMBEO RPS13
ARREGLO MECÁNICO - SECCIONES

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-1-005 REV. 0



CODIGO	DESCRIPCION	DIAM.	GR °	CLASE	CANTIDAD
235-01.01	CODO VERTICAL	500mm	45°	GRP10	01
235-01.02	CODO VERTICAL	500mm	21°50'	GRP10	01
235-01.03	CODO VERTICAL	500mm	21°50'	GRP10	01
235-01.04	AIR TEE	500x100mm	-	GRP10	01
235-01.05	VÁLVULA MARIPOSA	4"	-	CS	01
235-01.06	VÁLVULA DE VENTEO	4"	-	CS	01
235-01.07	CODO VERTICAL	500mm	21°50'	GRP10	01
235-01.08	CODO VERTICAL	500mm	21°50'	GRP10	01
235-01.09	AIR TEE	500x100mm	-	GRP10	01
235-01.10	VÁLVULA MARIPOSA	4"	-	CS	01
235-01.11	VÁLVULA DE VENTEO	4"	-	CS	01
235-01.12	CODO VERTICAL	500mm	21°50'	GRP10	01
235-01.13	CODO VERTICAL	500mm	21°50'	GRP10	01
235-01.14	CODO VERTICAL	500mm	45°	CS	01
235-01.15	CODO VERTICAL	500mm	45°	CS	01

LOS ACCESORIOS PARA LAS LINEAS 200-RW-500-GRP10-036, 037, 038, SERÁN LOS MISMOS DE LA LINEA 200-RW-500-GRP10-035, MOSTRADO EN LA TABLA.

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA		
DEJADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISERADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
 EL ARENAL
 LINEA DE IMPULSION
 PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-001 REV. 0

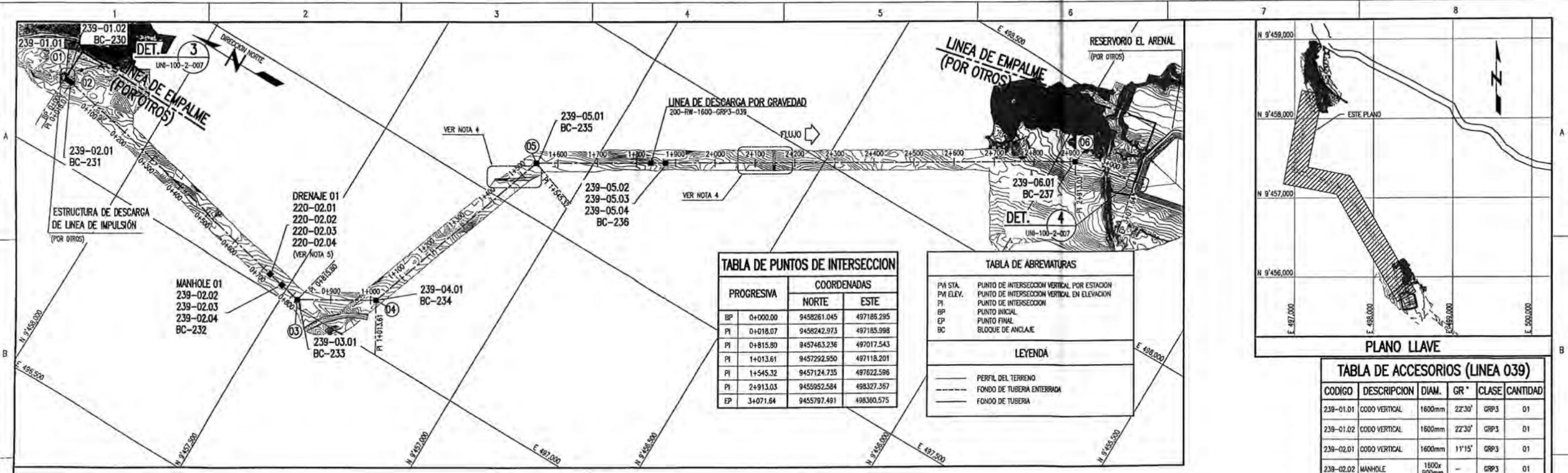


TABLA DE PUNTOS DE INTERSECCION

PROGRESIVA	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
BP 0+000.00	9458261.045	497185.295
PI 0+018.07	9458242.973	497185.998
PI 0+815.80	9457463.236	497017.543
PI 1+013.61	9457292.950	497118.201
PI 1+545.32	9457124.735	497622.586
PI 2+913.03	9455952.584	498327.357
EP 3+071.64	9455797.491	498360.575

TABLA DE ABREVIATURAS

PM STA.	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL POR ESTACION
PM ELEV.	PUNTO DE INTERSECCION VERTICAL EN ELEVACION
PI	PUNTO DE INTERSECCION
BP	PUNTO INICIAL
EP	PUNTO FINAL
BC	BLOQUE DE ANCLAJE

LEYENDA

- PERFIL DEL TERRENO
- FONDO DE TUBERIA ENTERRADA
- FONDO DE TUBERIA

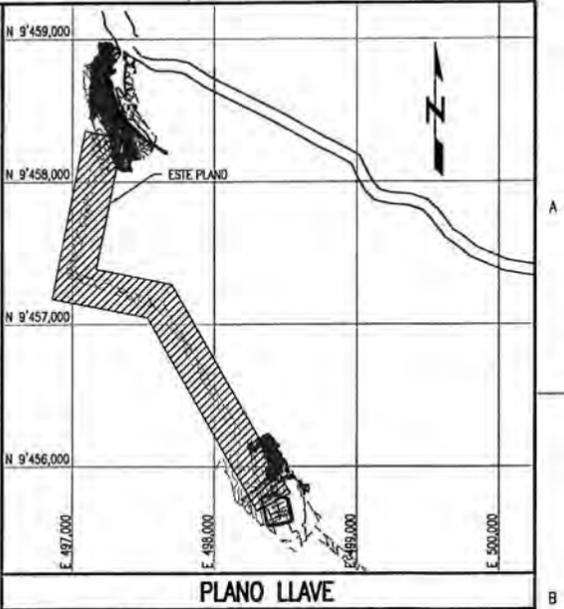
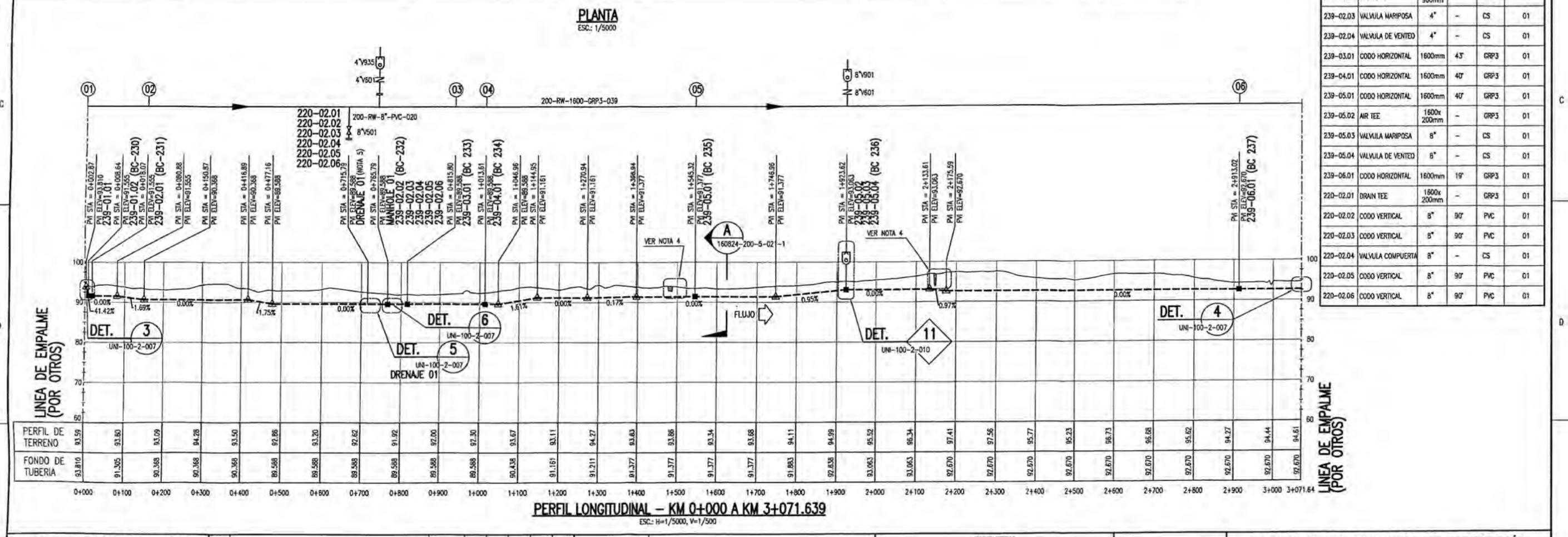


TABLA DE ACCESORIOS (LINEA 039)

CODIGO	DESCRIPCION	DIAM.	GR°	CLASE	CANTIDAD
239-01.01	CODO VERTICAL	1600mm	22'30'	GRP3	01
239-01.02	CODO VERTICAL	1600mm	22'30'	GRP3	01
239-02.01	CODO VERTICAL	1600mm	11'15'	GRP3	01
239-02.02	MANHOLE	1500x900mm	-	GRP3	01
239-02.03	VALVULA MARIPOSA	4"	-	CS	01
239-02.04	VALVULA DE VENTED	4"	-	CS	01
239-03.01	CODO HORIZONTAL	1600mm	43'	GRP3	01
239-04.01	CODO HORIZONTAL	1600mm	40'	GRP3	01
239-05.01	CODO HORIZONTAL	1600mm	40'	GRP3	01
239-05.02	AIR TEE	1600x200mm	-	GRP3	01
239-05.03	VALVULA MARIPOSA	8"	-	CS	01
239-05.04	VALVULA DE VENTED	8"	-	CS	01
239-06.01	CODO HORIZONTAL	1600mm	19'	GRP3	01
220-02.01	DRAIN TEE	1600x200mm	-	GRP3	01
220-02.02	CODO VERTICAL	8"	90'	PVC	01
220-02.03	CODO VERTICAL	8"	90'	PVC	01
220-02.04	VALVULA COMPUERTA	8"	-	CS	01
220-02.05	CODO VERTICAL	8"	90'	PVC	01
220-02.06	CODO VERTICAL	8"	90'	PVC	01



- NOTAS**
1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.) Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS (S.I.C.).
 2. INFORMACION TOPOGRAFICA DE ACUERDO AL ULTIMO LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.
 3. RELLENAR CRUCES CON ZANJAS ABANDONADAS Y NO IDENTIFICADAS ANTES DE EXCAVACION.
 4. SE DEBERA IDENTIFICAR EN CAMPO LOS PLANTOS ADECUADOS PARA EL DESALDO DEL DRENAJE.

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DEL.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA

DEBILADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
	NOMBRE	FECHA

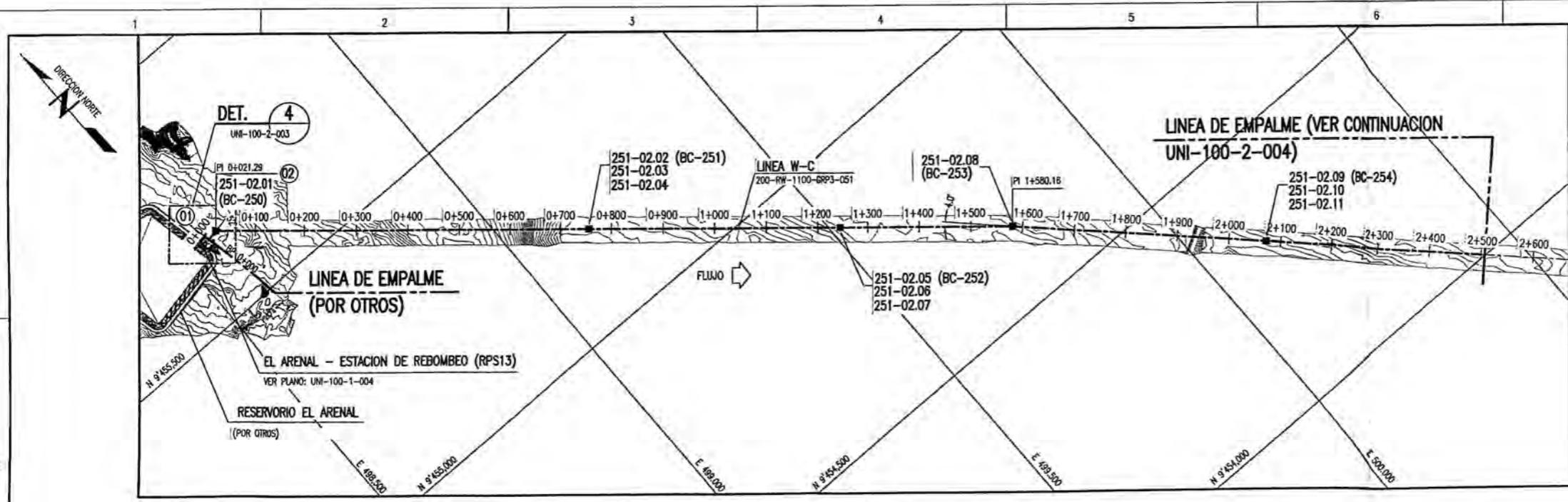
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA EL ARENAL

LINEA DE DESCARGA POR GRAVEDAD

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-002 REV. 0



PLANTA
ESC. 1/5000

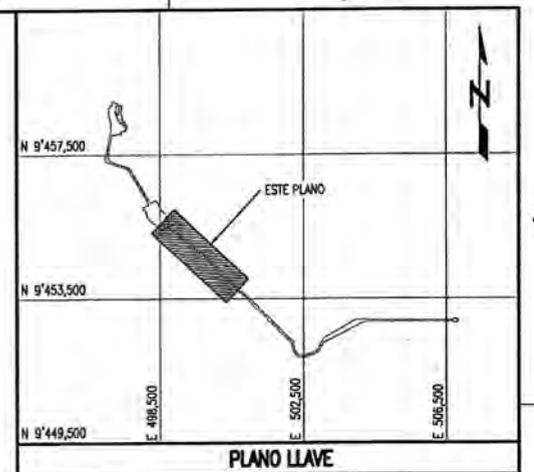


TABLA DE ABREVIATURAS

PM STA.	ESTACION DEL PUNTO VERTICAL DE INTERSECCION
PM ELEV.	ELEVACION DEL PUNTO VERTICAL DE INTERSECCION
PI	PUNTO DE INTERSECCION
PC	PUNTO DE INICIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PUNTO FINAL DE CURVA HORIZONTAL
BP	PUNTO INICIAL
FP	PUNTO FINAL
CV	CORDO VERTICAL
CH	CORDO HORIZONTAL
BC	BLOQUE DE ANCLAJE

LEYENDA

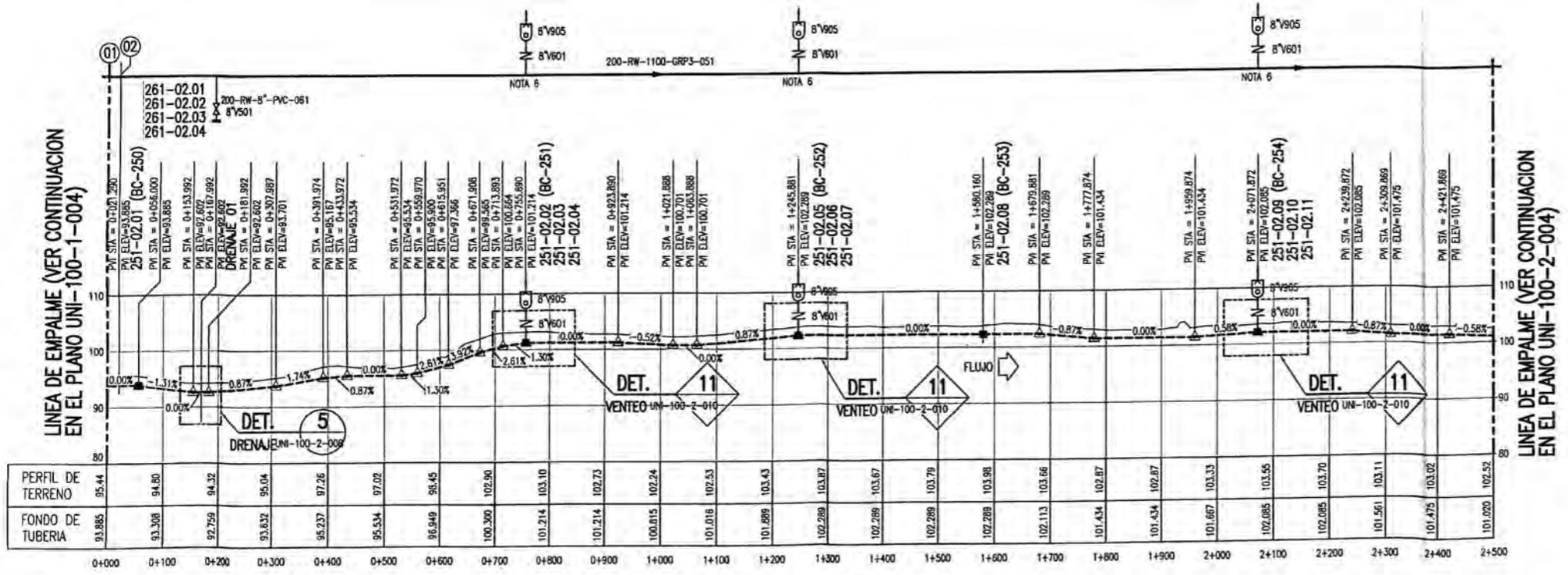
- PERFIL DE TERRENO
- TUBERIA ENTERRADA
- ACCESO

TABLA DE CURVAS HORIZONTALES

PROGRESIVAS	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
BP	0+000.00	9455653.5244
PI	0+021.290	9455657.9819
PT	1+580.160	9454648.5668

TABLA DE ACCESORIOS Y VALVULAS

CODIGO	DESCRIPCION	DIAM.	GR	CLASE	CANT.
251-02.01	CORDO HORIZONTAL	1100mm	52'	GRP3	01
251-02.02	AIR TEE	1100x200mm	-	GRP3	01
251-02.03	VALVULA MARIPOSA	8"	-	CS	01
251-02.04	VALVULA DE VENTEO	8"	-	CS	01
251-02.05	AIR TEE	1100x200mm	-	GRP3	01
251-02.06	VALVULA MARIPOSA	8"	-	CS	01
251-02.07	VALVULA DE VENTEO	8"	-	CS	01
251-02.08	CORDO HORIZONTAL	1100mm	4'	GRP3	01
251-02.09	AIR TEE	1100x200mm	-	GRP3	01
251-02.10	VALVULA MARIPOSA	8"	-	CS	01
251-02.11	VALVULA DE VENTEO	8"	-	CS	01
261-02.01	DRAIN TEE	1100x200mm	-	GRP3	01
261-02.02	VALVULA COMPUERTA	8"	-	CS	01
261-02.03	CORDO VERTICAL	8"	-	PVC	01
261-02.04	CORDO VERTICAL	8"	-	PVC	01



PERFIL LONGITUDINAL - KM 0+000 - KM 2+500
ESC.: H=1/5000, V=1/300

- TODAS LAS COORDENADAS Y ELEVACIONES ESTAN EN METROS Y LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.)
- SE DEBE CONSIDERAR TERRAPLEN MIN. 0.70 Y MAX. 1.0m DONDE TUBERIA ESTE EXPUESTA Y DONDE SE REQUIERA.
- TRAZO DE TUBERIA EN PLANTA Y UBICACION DE DPS Y DEFINIDA POR EL CLIENTE.
- TODAS LAS TUBERIAS DE GRP DEBERAN SER DE RIGIDEZ DE 2500 N/m² Y LAS UNIONES TIPO ESPIGA CAMPANA (S.I.C.)
- SE DEBE CONSIDERAR BLOQUES DE ANCLAJE EN TODOS LOS CORDOS, REDUCCIONES, TEE Y TERMINACIONES DE LINEA VER PLANO CIVIL.
- PARA DETALLES DE VALVULAS DE VENTEO VER PLANO UNI-100-2-010
- EN LAS ZONAS DE QUEBRADAS LA TUBERIA DEBE ESTAR ENTERRADA 1.0m Y EN LOS DPS ± 1.40m COMO MINIMO, 50m ANTES Y DESPUES DE CADA DPS EL CONTRATISTA DEBE VERIFICAR EN CAMPO QUE LA PARTE SUPERIOR DE LA TUBERIA QUEDA POR LO MENOS 30cm POR DEBAJO DEL TERRENO NATURAL, CASO CONTRARIO SE PROFUNDIZARA LA TUBERIA CON LA DEFLEXION PERMITIDA.

NOTAS	REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFFICIENCIA		14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

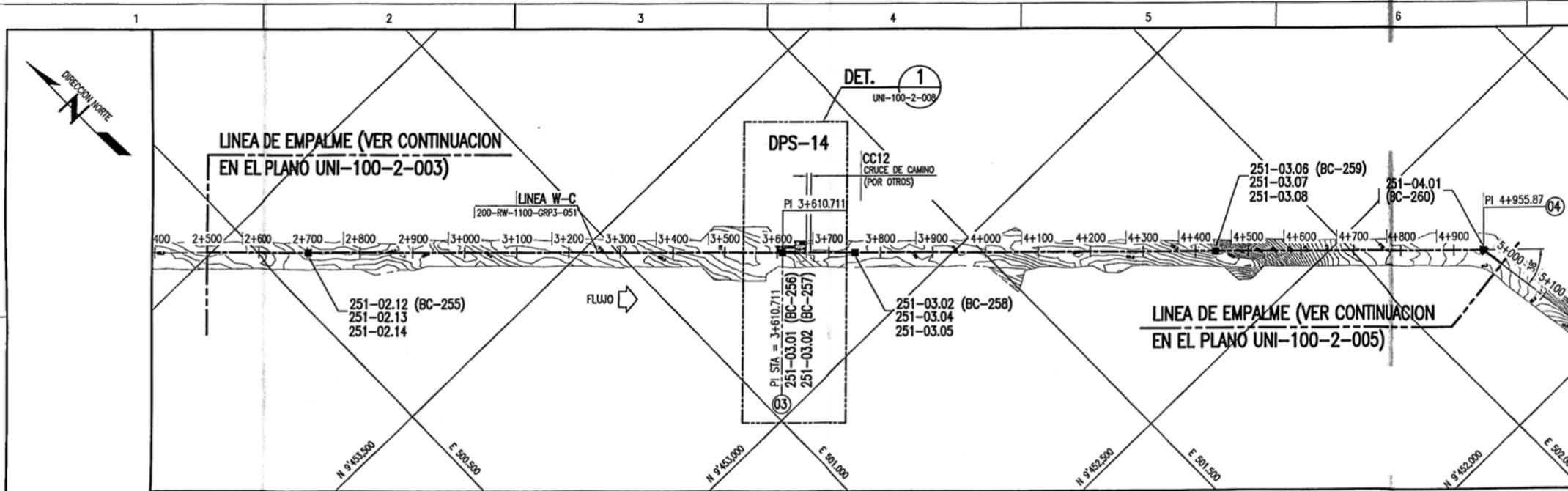
INGENIERIA

DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISEÑO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11

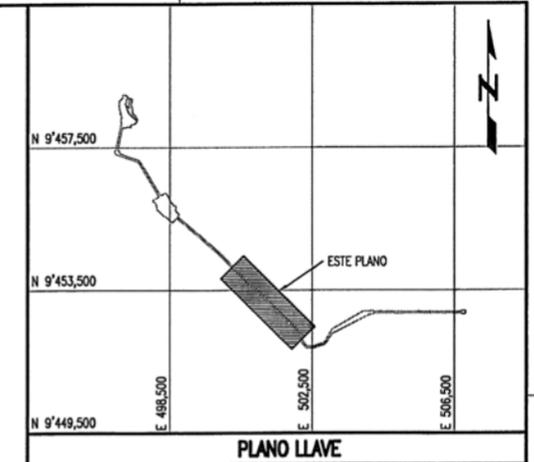


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA EL ARENAL
LINEA W-C - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 0+000 - 2+500

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-003 REV. 0



PLANTA
ESC. 1/5000



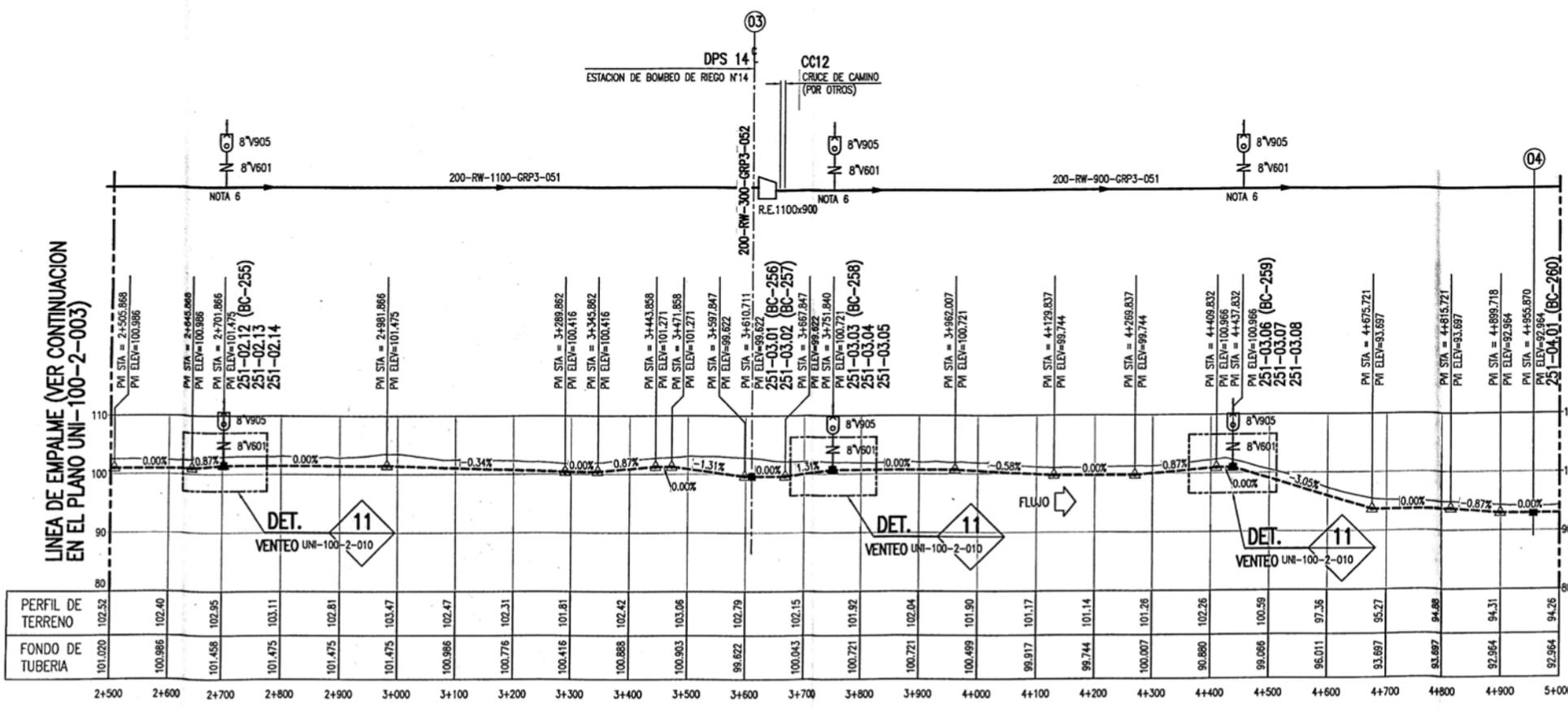
PLANO LLAVE

TABLA DE ABREVIATURAS	
PM STA.	ESTACION DEL PUNTO VERTICAL DE INTERSECCION
PM ELEV.	ELEVACION DEL PUNTO VERTICAL DE INTERSECCION
PI	PUNTO DE INTERSECCION
PC	PUNTO DE INICIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PUNTO FINAL DE CURVA HORIZONTAL
BP	PUNTO INICIAL
EP	PUNTO FINAL
CV	CODO VERTICAL
CH	CODO HORIZONTAL
BC	BLOQUE DE ANCLAJE

LEYENDA	
	PERFIL DE TERRENO
	TUBERIA ENTERRADA
	ACCESO

TABLA DE CURVAS HORIZONTALES		
PROGRESIVAS	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
PI 3+610.711	9453228.1015	501224.6385
PI 4+955.870	9452288.7600	502186.5209

TABLA DE ACCESORIOS Y VALVULAS					
CODIGO	DESCRIPCION	DIAM.	GR °	CLASE	CANT.
251-02.12	ARR TEE	1100x200mm	-	GRP3	01
251-02.13	VALVULA MARIPOSA	8"	-	CS	01
251-02.14	VALVULA DE VENTEO	8"	-	CS	01
251-03.01	TEE REDUCTORA	1100x300mm	-	GRP3	01
251-03.02	REDUCCION EXCENTRICA	1100x900mm	-	GRP3	01
251-03.03	ARR TEE	900x200mm	-	GRP3	01
251-03.04	VALVULA MARIPOSA	8"	-	CS	01
251-03.05	VALVULA DE VENTEO	8"	-	CS	01
251-03.06	ARR TEE	900x200mm	-	GRP3	01
251-03.07	VALVULA MARIPOSA	8"	-	CS	01
251-03.08	VALVULA DE VENTEO	8"	-	CS	01
251-04.01	CODO HORIZONTAL	900mm	38'	GRP3	01



PERFIL LONGITUDINAL - KM 2+500 - KM 5+000
ESC. H=1/5000, V=1/500

- 1.- TODAS LAS COORDENADAS Y ELEVACIONES ESTAN EN METROS Y LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.).
- 2.- SE DEBE CONSIDERAR TERRAPLEN MIN. 0.70 Y MAX. 1.0m DONDE TUBERIA ESTE EXPUESTA Y DONDE SE REQUIERA.
- 3.- TRAZO DE TUBERIA EN PLANTA Y UBICACION DE DPS Y DEFINIDA POR EL CLIENTE.
- 4.- TODAS LAS TUBERIAS DE GRP DEBERAN SER DE RIGIDEZ DE 2500 N/m² Y LAS UNIONES TIPO ESPIGA CAMPANA (S.I.C.).
- 5.- SE DEBE CONSIDERAR BLOQUES DE ANCLAJE EN TODOS LOS CODOS, REDUCCIONES, TEE Y TERMINACIONES DE LINEA, VER PLANO CIVIL.
- 6.- PARA DETALLES DE VALVULAS DE VENTEO VER PLANO UNI-100-2-010.
- 7.- EN LAS ZONAS DE QUEBRADAS LA TUBERIA DEBE ESTAR ENTERRADA 1.0m Y EN LOS DPS 1.40m COMO MINIMO, 50m ANTES Y DESPUES DE CADA DPS.
- 8.- EL CONTRATISTA DEBE VERIFICAR EN CAMPO QUE LA PARTE SUPERIOR DE LA TUBERIA QUEDA POR LO MENOS 30cm POR DEBAJO DEL TERRENO NATURAL, CASO CONTRARIO SE PROFUNDIZARA LA TUBERIA CON LA DEFLEXION PERMITIDA.

NOTAS	REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA	NOMBRE	FECHA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA		14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI				

INGENIERIA		
DIBUJADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
EL ARENAL
LINEA W-C - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
KM 2+500 - 5+000

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-004 REV. 0

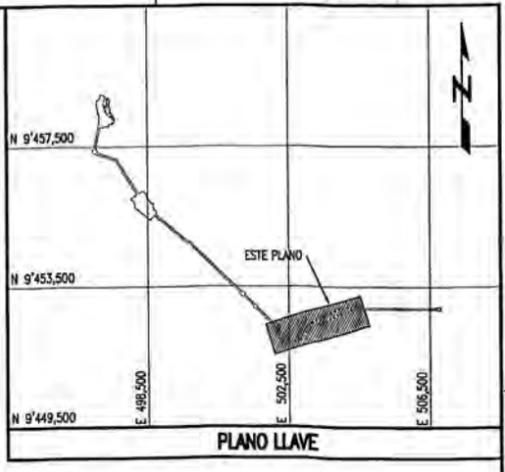
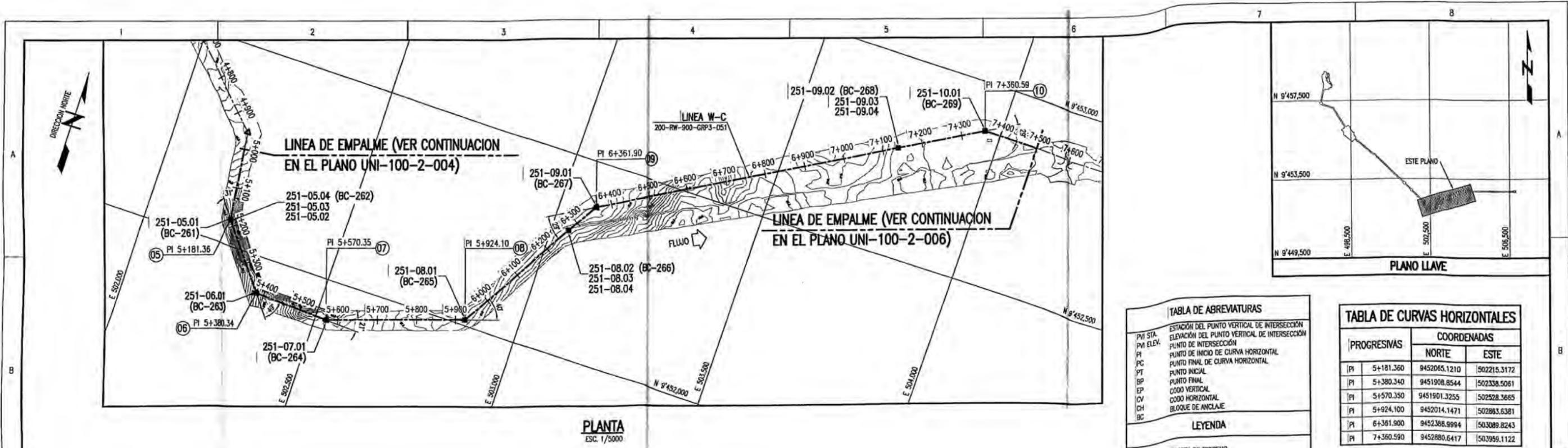


TABLA DE ABBREVATURAS

ESTACION DEL PUNTO VERTICAL DE INTERSECCION
 ELEVACION DEL PUNTO VERTICAL DE INTERSECCION
 PUNTO DE INTERSECCION
 PUNTO DE INICIO DE CURVA HORIZONTAL
 PUNTO FINAL DE CURVA HORIZONTAL
 PUNTO INICIAL
 PUNTO FINAL
 CODIGO VERTICAL
 CODIGO HORIZONTAL
 BLOQUE DE ANCLAJE

LEYENDA

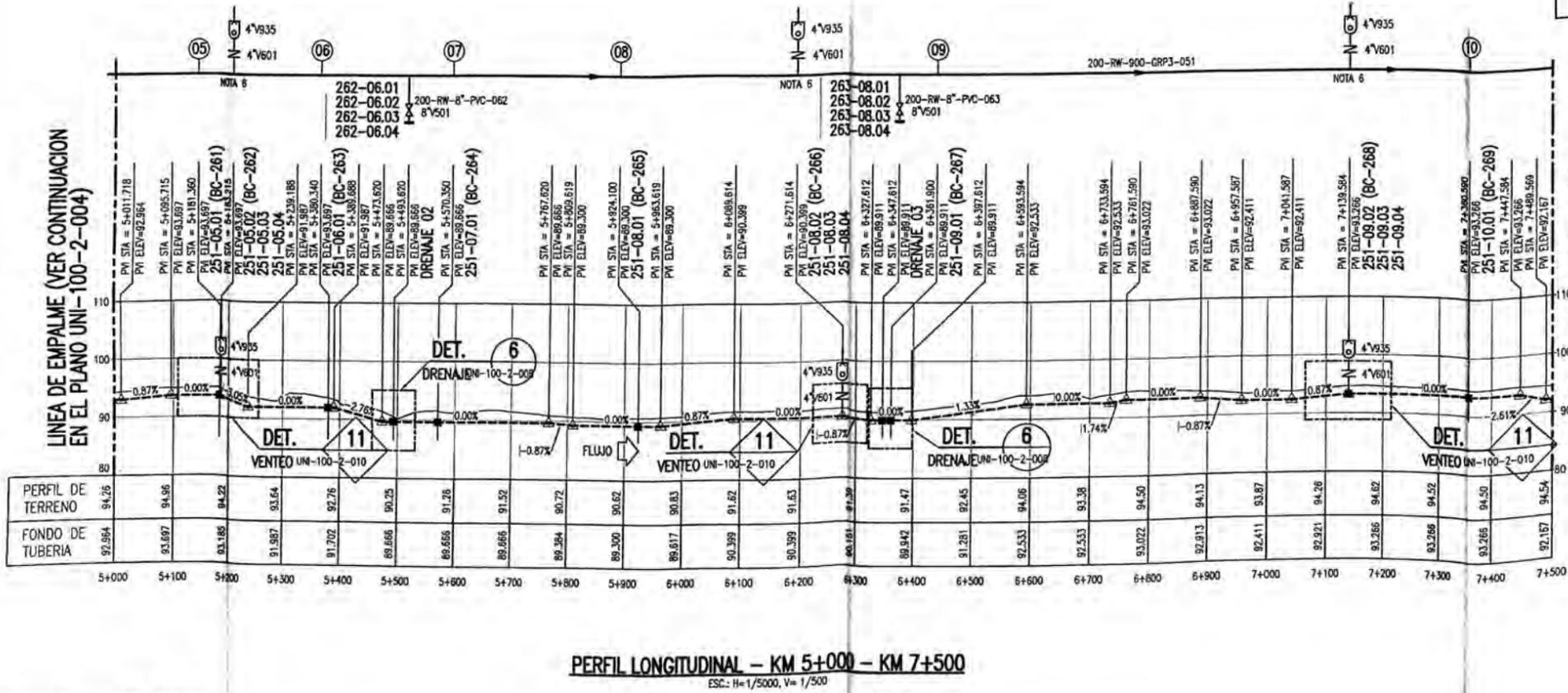
PERFIL DE TERRENO
 TUBERIA ENTERRADA
 ACCESO

TABLA DE CURVAS HORIZONTALES

PROGRESIVAS	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
PI 5+181.360	9452065.1210	502215.3172
PI 5+380.340	9451908.8544	502338.5061
PI 5+570.350	9451901.3255	502528.3655
PI 5+924.100	9452014.1471	502883.6381
PI 6+361.900	9452388.9994	503089.8243
PI 7+360.590	9452880.6417	503959.1122

TABLA DE ACCESORIOS Y VALVULAS

CODIGO	DESCRIPCION	DIAM.	GR	CLASE	CANT.
251-05.01	CODO HORIZONTAL	900mm	31'	GRP3	01
251-05.02	AIR TEE	900x100mm	-	GRP3	01
251-05.03	VALVULA MARIPOSA	4"	-	CS	01
251-05.04	VALVULA DE VENTEO	4"	-	CS	01
251-06.01	CODO HORIZONTAL	900mm	49'	GRP3	01
251-07.01	CODO HORIZONTAL	900mm	21'	GRP3	01
251-08.01	CODO HORIZONTAL	900mm	40'	GRP3	01
251-08.02	AIR TEE	900x100mm	-	GRP3	01
251-08.03	VALVULA MARIPOSA	4"	-	CS	01
251-08.04	VALVULA DE VENTEO	4"	-	CS	01
251-09.01	CODO HORIZONTAL	900mm	29'	GRP3	01
251-09.02	AIR TEE	900x100mm	-	GRP3	01
251-09.03	VALVULA MARIPOSA	4"	-	CS	01
251-09.04	VALVULA DE VENTEO	4"	-	CS	01
251-10.01	CODO HORIZONTAL	900mm	29'	GRP3	01
262-06.01	DRAIN TEE	900x200mm	-	GRP3	01
262-06.02	VALVULA COMPUERTA	8"	-	PVC	01
262-06.03	CODO VERTICAL	8"	-	PVC	01
262-06.04	CODO VERTICAL	8"	-	PVC	01
263-08.01	DRAIN TEE	900x200mm	-	GRP3	01
263-08.02	VALVULA COMPUERTA	8"	-	CS	01
263-08.03	CODO VERTICAL	8"	-	PVC	01
263-08.04	CODO VERTICAL	8"	-	PVC	01



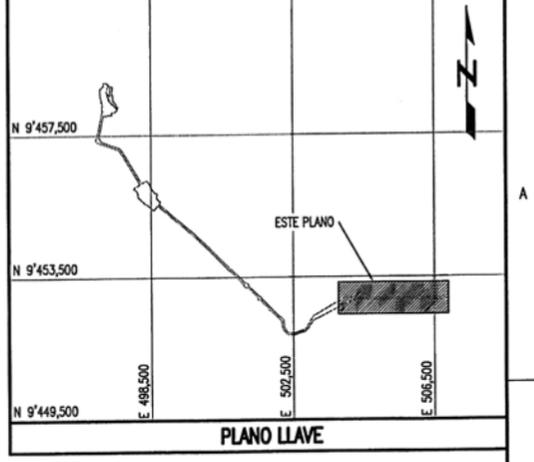
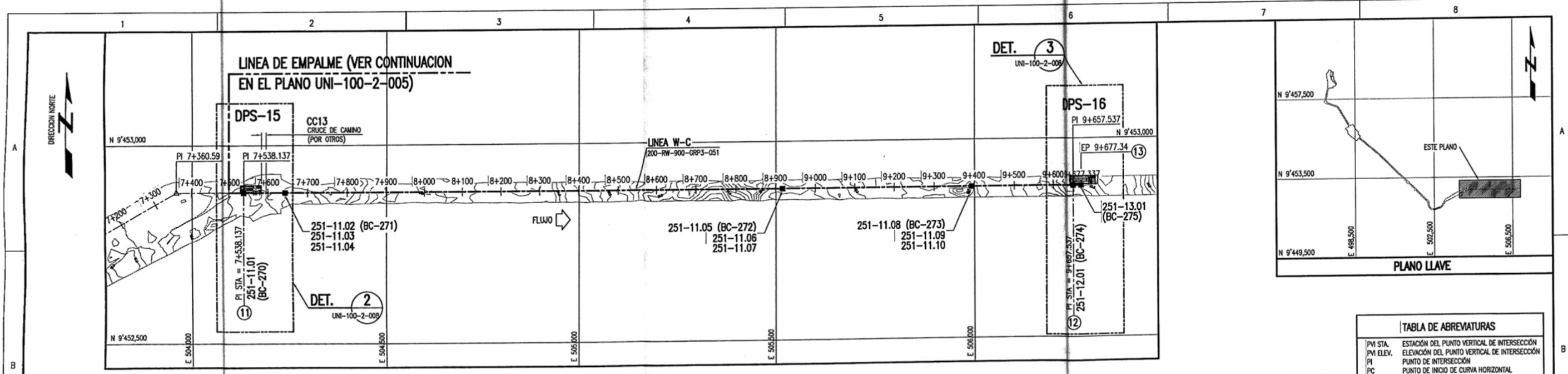
- 1.- TODAS LAS COORDENADAS Y ELEVACIONES ESTAN EN METROS Y LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.)
 2.- SE DEBE CONSIDERAR TERRAPLEN MIN. 0.70 Y MAX. 1.0m DONDE TUBERIA ESTE EXPUESTA Y DONDE SE REQUIERA.
 3.- TRAZO DE TUBERIAS EN PLANTA Y UBICACION DE DPS Y DEFINIDA POR EL CLIENTE.
 4.- TODAS LAS TUBERIAS DE GRP DEBERAN SER DE RIGIDEZ DE 2500 N/m² Y LAS UNIONES TIPO ESPIGA CAMPANA (S.I.C.)
 5.- SE DEBE CONSIDERAR BLOQUES DE ANCLAJE EN TODOS LOS CODOS, REDUCCIONES, TEE Y TERMINACIONES DE LINEA, VER PLANO CIVIL.
 6.- PARA DETALLES DE VALVULAS DE VENTEO VER PLANO UNI-100-2-010
 7.- EN LAS ZONAS DE QUEBRADAS LA TUBERIA DEBE ESTAR ENTERRADA 1.0m Y EN LOS DPS A 1.40m COMO MINIMO, 50m ANTES Y DESPUES DE CADA DPS
 8.- EL CONTRATISTA DEBE VERIFICAR EN CAMPO QUE LA PARTE SUPERIOR DE LA TUBERIA QUEDA POR LO MENOS 30cm POR DEBAJO DEL TERRENO NATURAL. CASO CONTRARIO SE PROFUNDIZARA LA TUBERIA CON LA DEFLEXION PERMITIDA.

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DB.	DS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA	INGENIERIA	FECHA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI				
										DIBUJADO: N. SALAZAR	14.MAR.11
										DISENADO: N. SALAZAR	14.MAR.11
										REVISADO 1: N. SALAZAR	14.MAR.11
										REVISADO 2: H. PINTO	14.MAR.11
										APROBADO: UNI	14.MAR.11
										HONBRE	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA EL ARENAL
 LINEA W-C - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
 KM 5+000 - 7+500

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-005 REV. 0



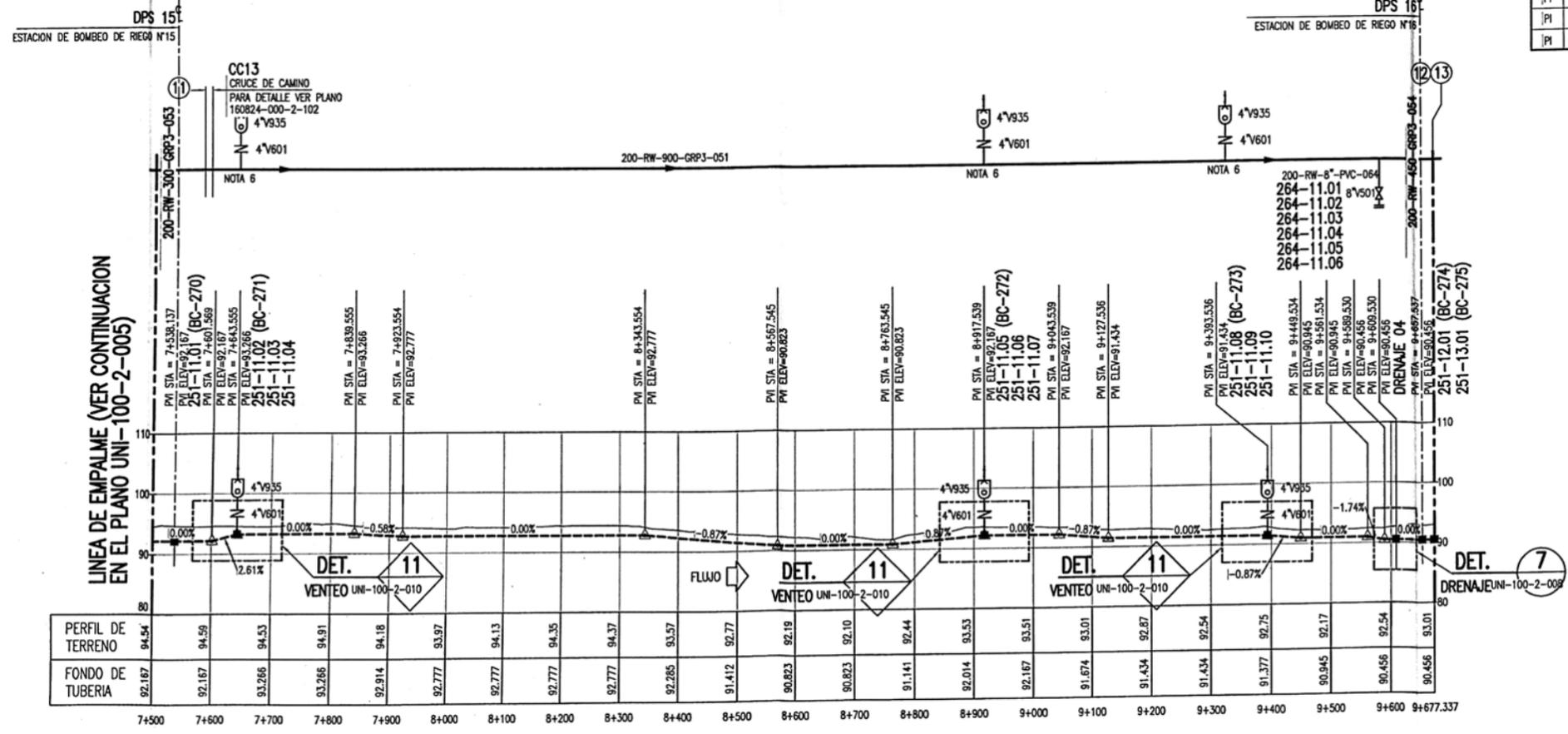
PLANTA
ESC. 1/5000

TABLA DE ABREVIATURAS	
PVI STA.	ESTACION DEL PUNTO VERTICAL DE INTERSECCION
PVI ELEV.	ELEVACION DEL PUNTO VERTICAL DE INTERSECCION
PI	PUNTO DE INTERSECCION
PC	PUNTO DE INICIO DE CURVA HORIZONTAL
PT	PUNTO FINAL DE CURVA HORIZONTAL
BP	PUNTO INICIAL
CP	PUNTO FINAL
CV	CODO VERTICAL
CH	CODO HORIZONTAL
BC	BLOQUE DE ANCLAJE

TABLA DE CURVAS HORIZONTALES		
PROGRESIVAS	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
PI 7+538.137	9452880.6416	504136.6597
PI 9+657.537	9452880.6407	506256.0605
PI 9+677.337	9452880.6407	506275.8597

LEYENDA	
	PERFIL DE TERRENO
	TUBERIA ENTERRADA
	ACCESO

TABLA DE ACCESORIOS Y VALVULAS					
CODIGO	DESCRIPCION	DIAM.	GR.	CLASE	CANT.
251-11.01	TEE REDUCTORA	900x300mm	-	GRP3	01
251-11.02	AIR TEE	900x100mm	-	GRP3	01
251-11.03	VALVULA MARIPOSA	4"	-	CS	01
251-11.04	VALVULA DE VENTEO	4"	-	CS	01
251-11.05	AIR TEE	900x100mm	-	GRP3	01
251-11.06	VALVULA MARIPOSA	4"	-	CS	01
251-11.07	VALVULA DE VENTEO	4"	-	CS	01
251-11.08	AIR TEE	900x100mm	-	GRP3	01
251-11.09	VALVULA MARIPOSA	4"	-	CS	01
251-11.10	VALVULA DE VENTEO	4"	-	CS	01
251-12.01	TEE REDUCTORA	900x450mm	-	GRP3	01
251-13.01	CAP	900mm	-	GRP3	01
264-11.01	DRAIN TEE	900x200mm	-	GRP3	01
264-11.02	VALVULA COMPUERTA	8"	-	CS	01
264-11.03	CODO VERTICAL	8"	-	PVC	01
264-11.04	CODO VERTICAL	8"	-	PVC	01
264-11.05	CODO VERTICAL	8"	-	PVC	01
264-11.06	CODO VERTICAL	8"	-	PVC	01



PERFIL LONGITUDINAL - KM 7+500 - KM 9+677.34
ESC.: H=1/5000, V=1/500

ESTACION	PERFIL DE TERRENO	FONDO DE TUBERIA
7+500	94.54	92.167
7+600	94.59	92.167
7+700	94.53	93.266
7+800	94.91	93.266
7+900	94.18	92.914
8+000	93.97	92.777
8+100	94.13	92.777
8+200	94.35	92.777
8+300	94.37	92.777
8+400	93.57	92.285
8+500	92.77	91.412
8+600	92.19	90.823
8+700	92.10	90.823
8+800	92.44	91.141
8+900	93.53	92.014
9+000	93.51	92.167
9+100	93.01	91.574
9+200	92.87	91.434
9+300	92.54	91.434
9+400	92.75	91.377
9+500	92.17	90.945
9+600	92.54	90.456
9+677.337	93.01	90.456

- TODAS LAS COORDENADAS Y ELEVACIONES ESTAN EN METROS Y LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.).
- SE DEBE CONSIDERAR TERRAPLEN MIN. 0.70 Y MAX. 1.0m DONDE TUBERIA ESTE EXPUESTA Y DONDE SE REQUIERA.
- TRAZO DE TUBERIA EN PLANTA Y UBICACION DE DPS A DEFINIR POR EL CLIENTE.
- TODAS LAS TUBERIAS DE GRP DEBERAN SER DE RIGIDEZ DE 2500 N/m² Y LAS UNIONES TIPO ESPINA CAMPANA (S.I.C.).
- SE DEBE CONSIDERAR BLOQUES DE ANCLAJE EN TODOS LOS CODOS, REDUCCIONES, TEE Y TERMINACIONES DE LINEA. VER PLANO CIVIL.
- PARA DETALLES DE VALVULAS DE VENTEO VER PLANO UNI-100-2-010.
- EN LAS ZONAS DE QUEBRADAS LA TUBERIA DEBE ESTAR ENTERRADA 1.0m Y EN LOS DPS A 1.40m COMO MINIMO, 50m ANTES Y DESPUES DE CADA DPS.
- EL CONTRATISTA DEBE VERIFICAR EN CAMPO QUE LA PARTE SUPERIOR DE LA TUBERIA QUEDA POR LO MENOS 30cm POR DEBAJO DEL TERRENO NATURAL. CASO CONTRARIO SE PROFUNDIZARA LA TUBERIA CON LA DEFLEXION PERMITIDA.

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA		
DEBANDO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISENADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
	NOMBRE	FECHA



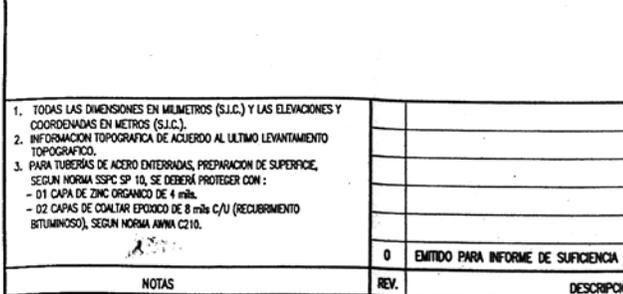
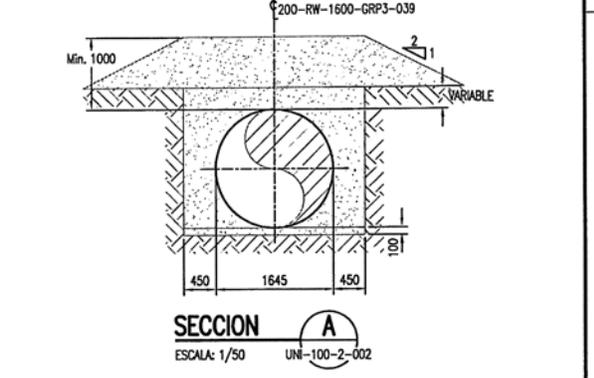
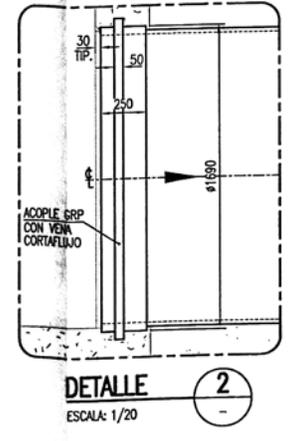
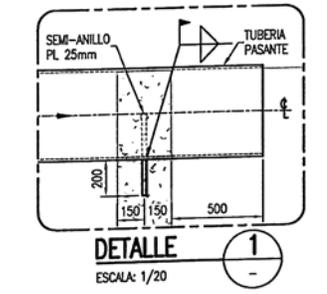
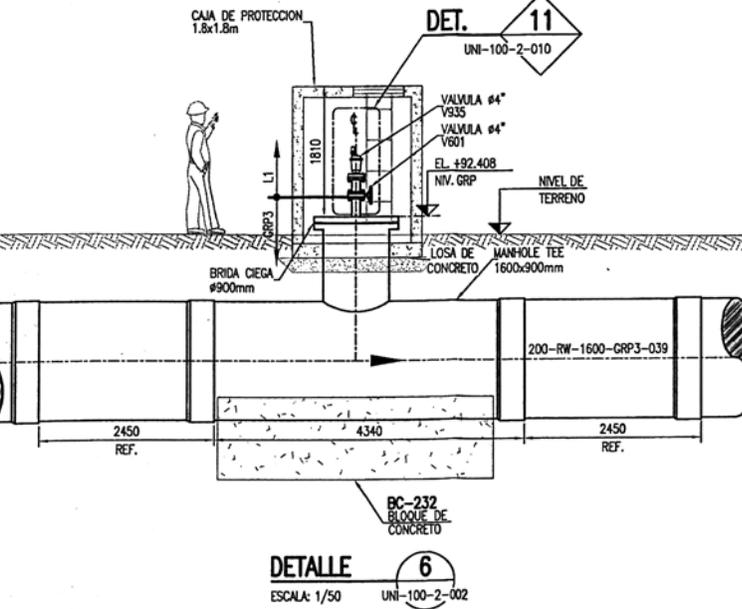
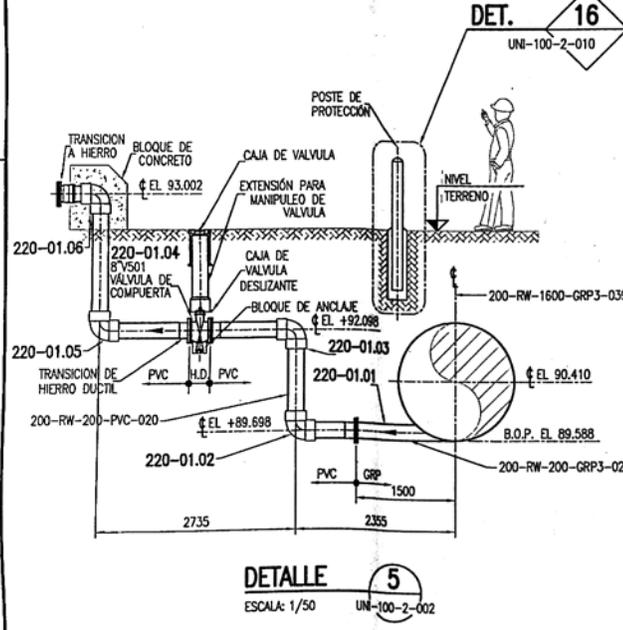
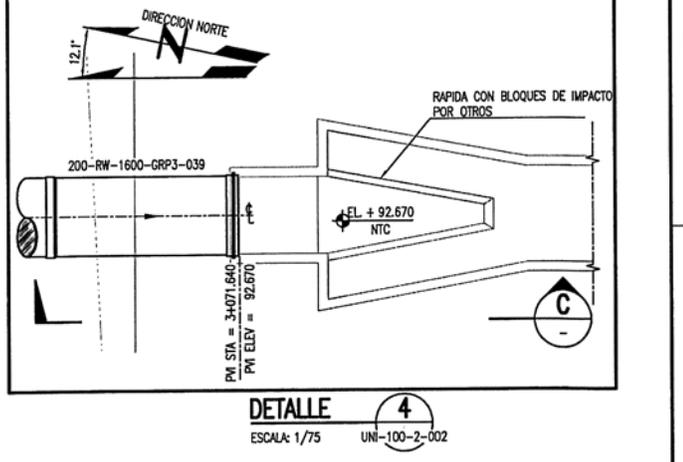
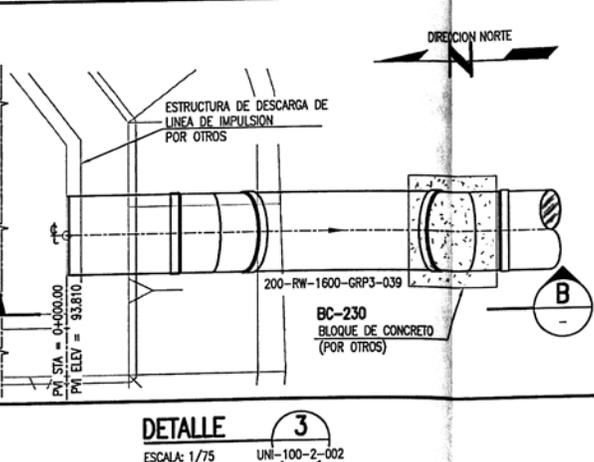
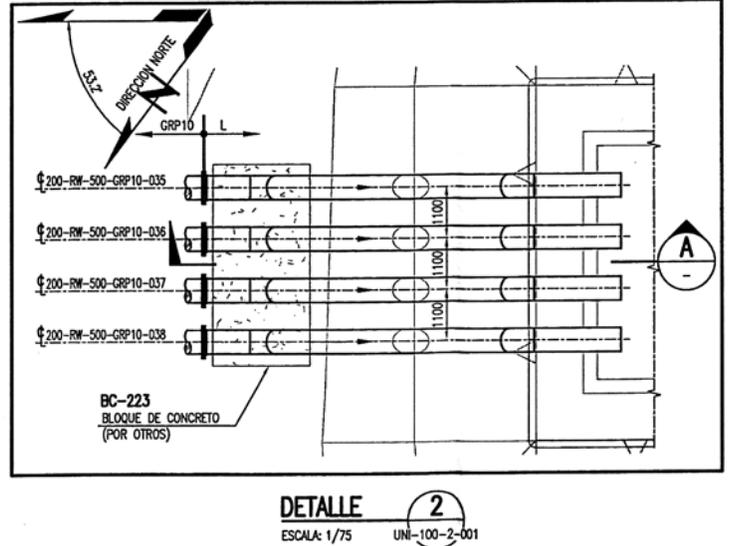
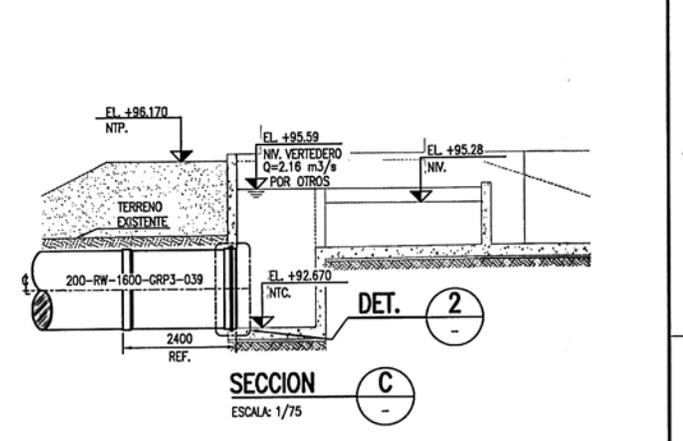
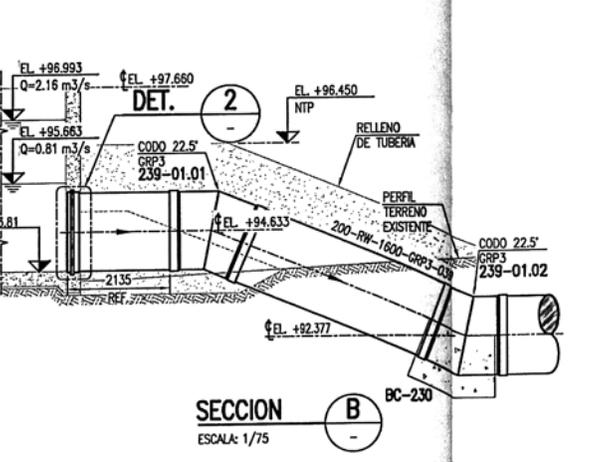
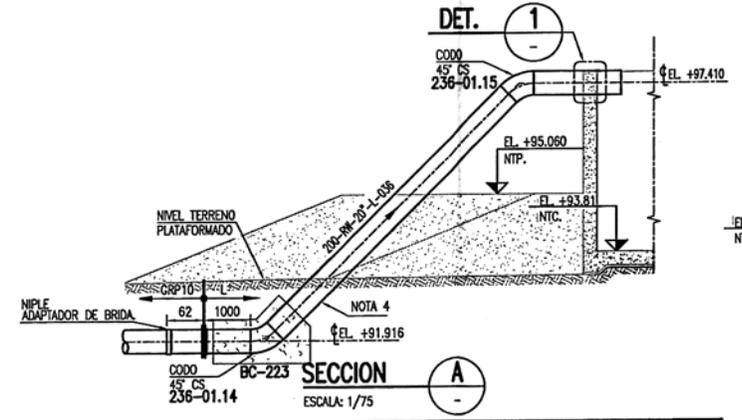
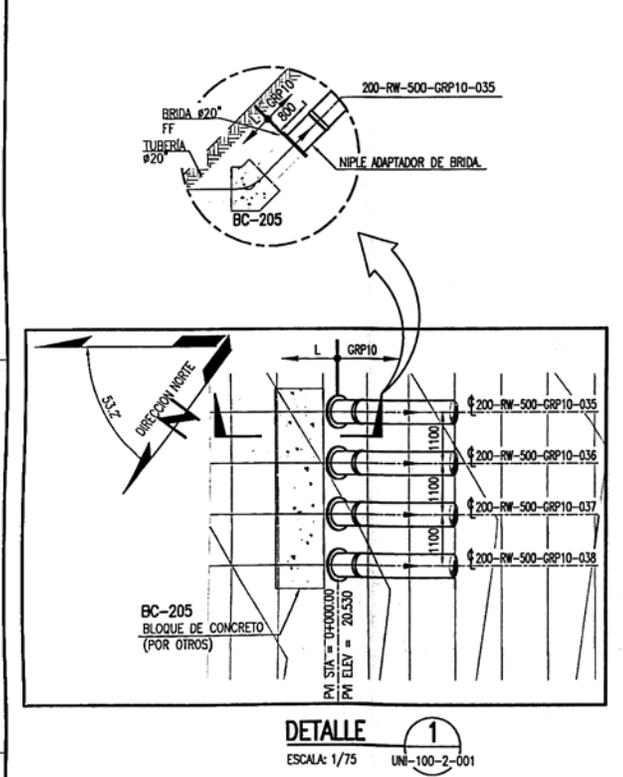
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA EL ARENAL

LÍNEA W-C - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

KM 7+500 - 9+677.34

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-006 REV. 0



1. TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.) Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS (S.I.C.).
 2. INFORMACION TOPOGRAFICA DE ACUERDO AL ULTIMO LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.
 3. PARA TUBERIAS DE ACERO ENTERRADAS, PREPARACION DE SUPERFICIE, SEGUN NORMA SSPC SP 10, SE DEBERA PROTEGER CON:
 - 01 CAPA DE ZINC ORGANICO DE 4 mils.
 - 02 CAPAS DE COATLAR EPOXIDO DE 8 mils C/U (RECUBRIMIENTO BITUMINOSO), SEGUN NORMA ANNA C210.

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA		
DIBUJADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
	NOMBRE	FECHA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
 EL ARENAL
 LINEA DE IMPULSION Y DESCARGA POR GRAVEDAD
 SECCIONES Y DETALLES
 ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-007 REV. 0

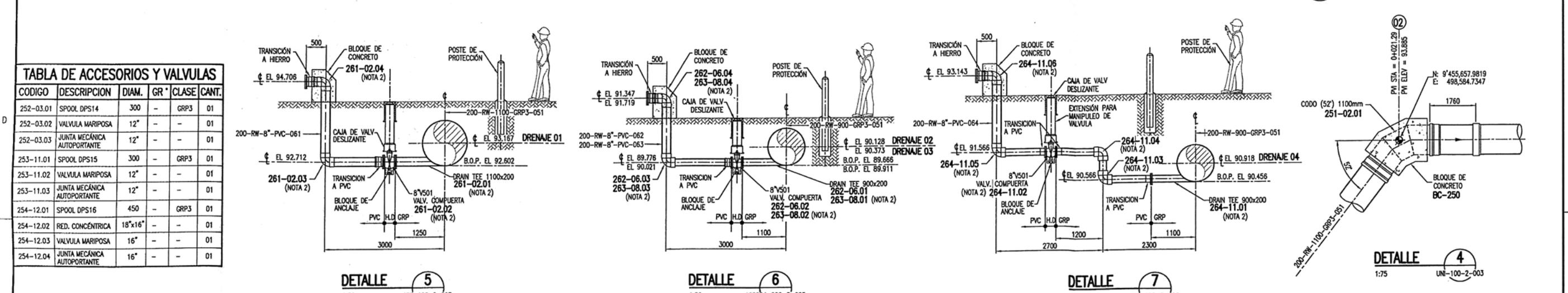
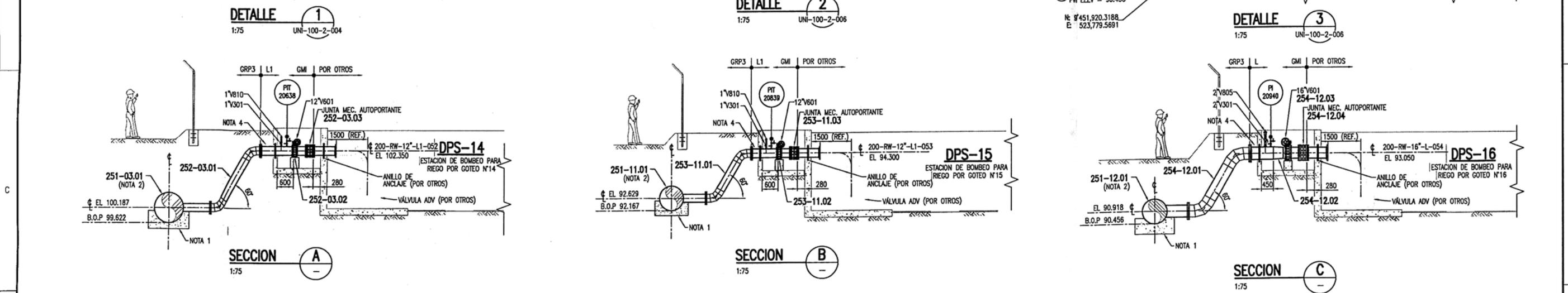
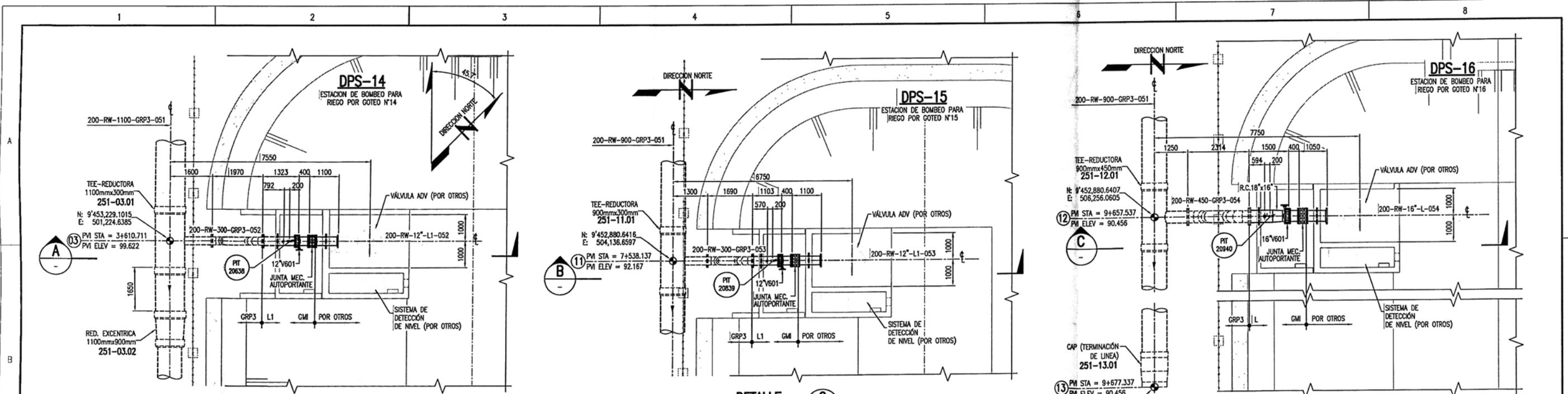


TABLA DE ACCESORIOS Y VALVULAS					
CODIGO	DESCRIPCION	DIAM.	GR	CLASE	CANT.
252-03.01	SPOOL DPS14	300	-	GRP3	01
252-03.02	VALVULA MARIPOSA	12"	-	-	01
252-03.03	JUNTA MECANICA AUTOPORTANTE	12"	-	-	01
253-11.01	SPOOL DPS15	300	-	GRP3	01
253-11.02	VALVULA MARIPOSA	12"	-	-	01
253-11.03	JUNTA MECANICA AUTOPORTANTE	12"	-	-	01
254-12.01	SPOOL DPS16	450	-	GRP3	01
254-12.02	RED. CONCENTRICA	18"x16"	-	-	01
254-12.03	VALVULA MARIPOSA	16"	-	-	01
254-12.04	JUNTA MECANICA AUTOPORTANTE	16"	-	-	01

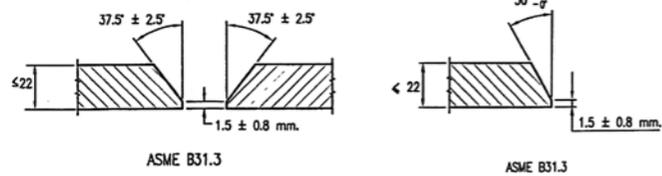
- 1.- PARA BLOQUES DE ANCLAJE, SERA ESPECIFICADO POR OTROS
- 2.- PARA CODIGOS DE ACCESORIOS VER PLANOS
- UNI-100-2-001/002/003/004/005/006.
- 3.- UNIONES ENTRE TUBERIAS GRP SERAN DE TIPO ESPIGA-CAMPANA
- 4.- PARA TUBERIAS DE ACERO ENTERRADAS, PREPARACION DE SUPERFICIE SEGUN NORMA SSPC SP 10, SE DEBERA PROTEGER CON:
 - 01 CAPA DE ZINC ORGANICO DE 4 MILAS
 - 02 CAPAS DE COATIR EPOXICO DE 8 MILAS C/U (RECUBRIMIENTO BITUMINOSO), SEGUN NORMA ANMA C210.
- 5.- LOS SPOOLS EN GRP INDICADOS TENDRAN EXTREMOS BRIDADOS, LAS DIMENSIONES DE LAS BRIDAS SERAN DE ACUERDO AL ASME B16.5
- 6.- VER ARRIBLO GENERAL DE LOS DPS14, DPS15 Y DPS16 EN PLANOS DETALLADOS POR OTROS.

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA		
DIBUJADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
NOMBRE		FECHA

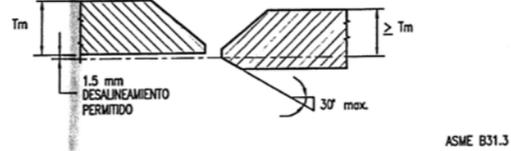


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
 EL ARENAL
 LÍNEA W-C
 SECCIONES Y DETALLES
 ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-006 REV. 0



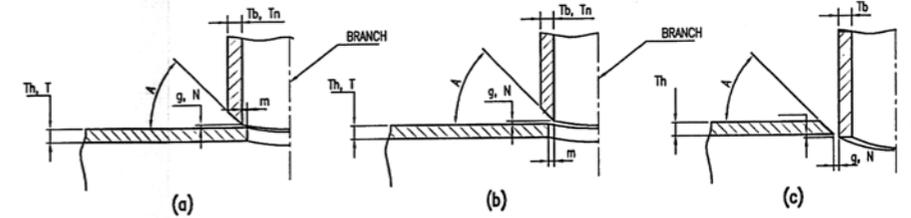
PREPARACIÓN DE JUNTA SOLDADA A TOPE

DETALLE 1



RECORTE Y DESALINEAMIENTO PERMITIDO
RECORTE DE TUBERÍA DE MAYOR ESPESOR AHUSADA PARA ALINEAR

DETALLE 2

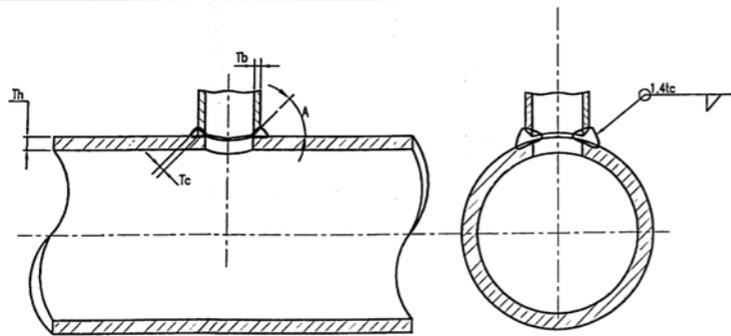


ASME B31.3 (a), (b) y (c)
g = LUZ 1.5 mm
m = MENOR DE 3 mm. 6 0.5 Tb
3 mm. 6 0.5 Tb
Tb = ESPESOR NOMINAL DE LA TUBERÍA RAMIFICADA
A = ANGULO DE BISEL SEGUN REQUERIMIENTOS DE ESTANDAR DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA

DETALLE TÍPICO DE PREPARACIÓN DE JUNTAS SOLDADAS PARA TUBERÍAS RAMIFICADAS CON PLANCHA DE REFUERZO

DETALLE 3

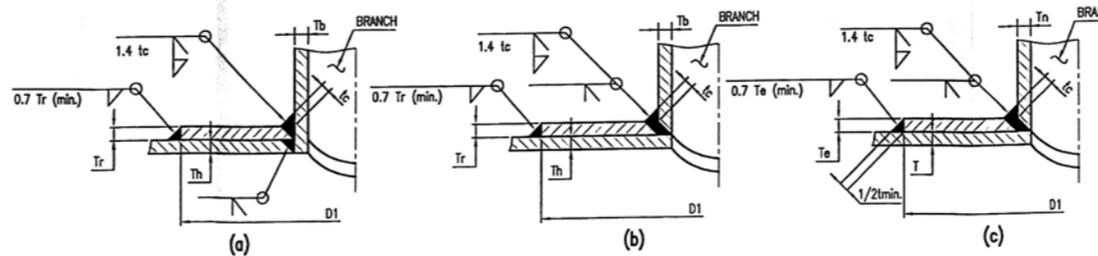
ASME SECCIÓN VIII (a) y (b)
g = LUZ 0.0 mm
m = 0.0 mm.
Tb = ESPESOR NOMINAL DE LA TUBERÍA RAMIFICADA
A = ANGULO DE BISEL SEGUN REQUERIMIENTOS DE ESTANDAR DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA



ASME B31.3
tc= MENOR DE 0.7 Tb o 6 mm
A= ANGULO DE BISEL SEGUN REQUERIMIENTOS DE ESTANDAR DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA

DETALLE TÍPICO DE SOLDADURA PARA TUBERÍAS RAMIFICADAS SIN PLANCHA DE REFUERZO

DETALLE 4



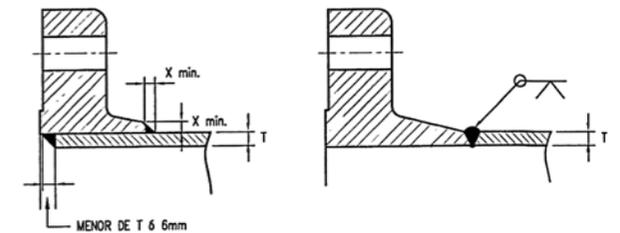
ASME B31.3 (a) y (b)
tc= MENOR DE 0.7 Tb o 6mm.

TUBERÍA PRINCIPAL D.X.	TUBERÍA SECUNDARIA D.X.	Tr ó Tc	DIAMETRO DE REFUERZO D1	CÓDIGO ASME APLICABLE
28"	16"	3/8"	24"	B31.3
28"	18"	3/8"	26"	B31.3
42"	18"	3/8"	26"	B31.3
42"	24"	3/8"	34"	SECCIÓN VIII
44"	16"	3/8"	24"	B31.3
44"	44"	3/8"	54"	SECCIÓN VIII
60"	18"	3/8"	26"	B31.3
60"	54"	3/8"	64"	SECCIÓN VIII

ASME SECCIÓN VIII (c)
tmin= EL MENOR DE 3/4" ó 6 Min. (tn, t, tc)
tc= NO MENOS QUE EL MENOR DE 1/4" ó 0,7.tmin.

DETALLE DE SOLDADURA DE REFUERZOS PARA TUBERÍAS RAMIFICADAS

DETALLE 5

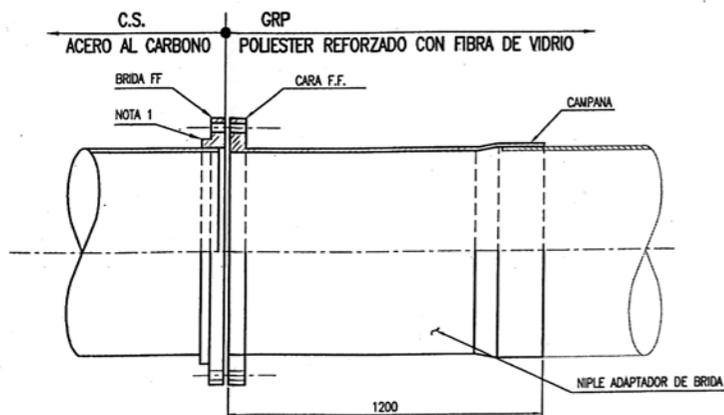


BRIDA SLIP-ON
NOTA 2

BRIDA WELDING NECK
NOTA 2

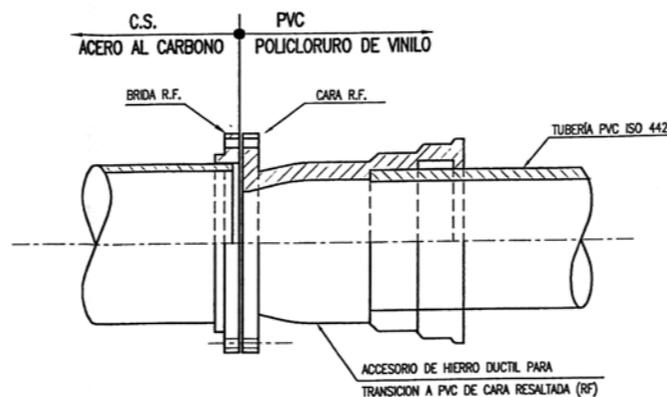
DETALLE TÍPICO DE SOLDADURA DE BRIDAS
ASME B16.5/ASME16.47

DETALLE 6



DETALLE TÍPICO DE CAMBIO DE MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO - GRP

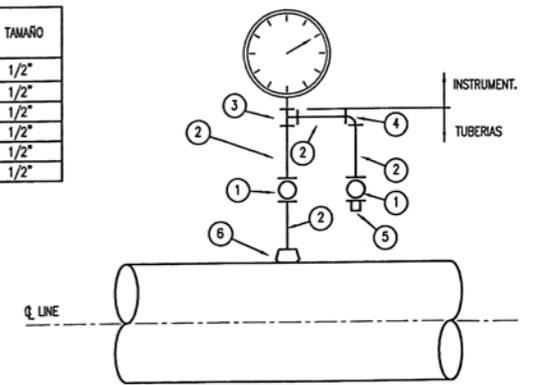
DETALLE 7



DETALLE TÍPICO DE CAMBIO DE MATERIAL DE TUBERÍA: ACERO - PVC

DETALLE 8

Nº	CANT.	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO
1	2	VÁLVULA DE BOLA	1/2"
2	4	NIPLE TBE, 3" LONG.	1/2"
3	1	TEE 300 #	1/2"
4	1	CODO 90° RL 300 #	1/2"
5	1	TAPON FNPT MACHO 300 #	1/2"
6	1	THREDOLET 3000 #	1/2"



DETALLE TÍPICO DE INSTALACIÓN DE MANOMETROS

DETALLE 9

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS (S.I.C.)
- PARA BRIDAS DE 3" HASTA 24" DE ACUERDO A ASME B16.5 Y PARA BRIDAS DE 26" HASTA 60" DE ACUERDO A ASME B16.47

REV.	DESCRIPCION	FECHA	DB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA	NOMBRE	FECHA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI				

INGENIERIA

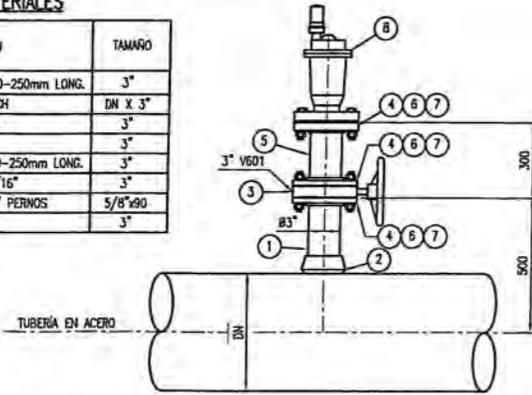
DEJADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISERADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
EL ARENAL
ESTÁNDARES DE TUBERÍAS
DETALLES 1/2
ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-009 REV. 0

LISTA DE MATERIALES

N°	CANT.	DESCRIPCIÓN	TAMARO
1	1	TUBERÍA CS WT STD-250mm LONG.	3"
2	1	WELDOLET O BRANCH	DN X 3"
3	1	VÁLVULA MARIPOSA	3"
4	3	BRIDA FF SLIP DN	3"
5	1	TUBERÍA CS WT STD-250mm LONG.	3"
6	3	EMPAQUETADURA 1/16"	3"
7	12	ESPARRAGOS +2T / PERNOS	5/8"x90
8	1	VÁLVULA DE AIRE	3"



DETALLE TÍPICO INSTALACIÓN DE VÁLVULA DE AIRE PARA BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA Y VÁLVULA DE VENDEO

DETALLE 10

INSTALACIÓN VÁLVULAS DE AIRE

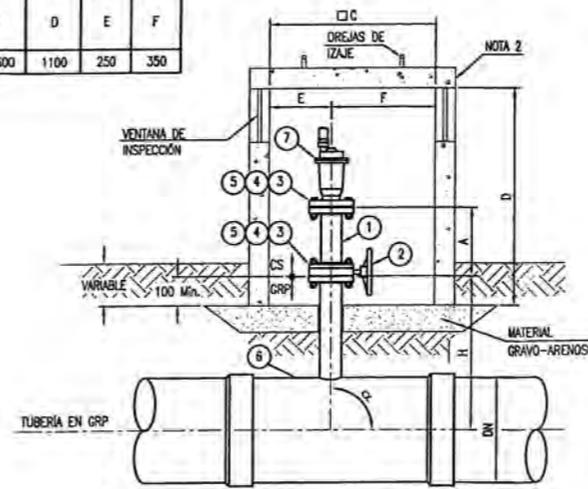
TUBERÍA DN mm.	DERIV. DN mm.	VALV. MARIPOSA VALV. DE AIRE pulg.	A	H	cc
500	100	4"	150	1000	90'
500	100	4"	150	1200	63'
800	80	3"	150	1000	90'
800	100	4"	150	1200	90'
800	150	6"	175	1500	79'
800	150	6"	175	1500	88'
900	100	4"	150	1200	90'
900	150	6"	175	1200	90'
900	200	8"	200	1200	90'
1100	200	8"	200	1300	90'
1200	150	6"	175	1400	90'
1400	200	8"	200	1500	90'
1600	200	8"	200	1700	90'

LISTA DE MATERIALES

N°	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	1	TUBERÍA CS WT STD
2	1	VÁLVULA MARIPOSA
3	2	BRIDA FF SLIP DN
4	3	EMPAQUETADURA 1/16"
5	16	ESPARRAGOS +2T / PERNOS
6	1	TEE RED. GRP / LATERAL TEE
7	1	VÁLVULA DE AIRE

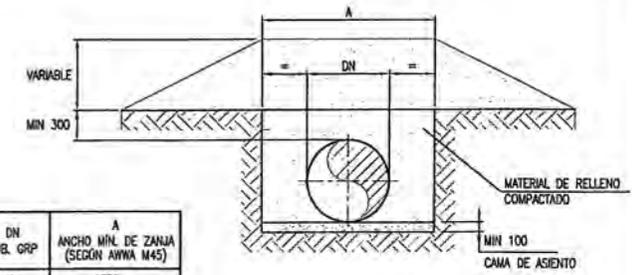
DIMENSIONES DE CAJA CONCRETO

C	D	E	F
600x600	1100	250	350



DETALLE 11

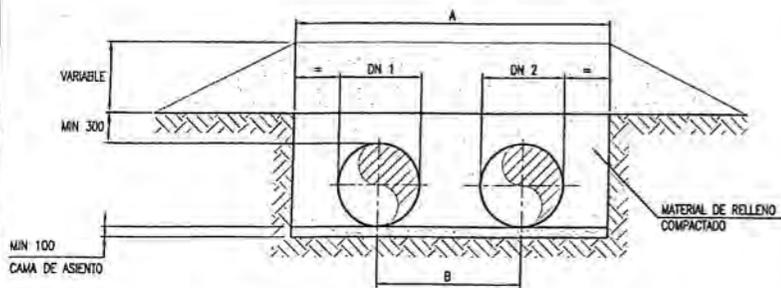
DETALLE TÍPICO DE INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE AIRE EN EL PIPELINE



DN TUB. GRP	A ANCHO MÍN. DE ZANJA (SEGÚN ANMA M45)
800	1350
900	1460
1100	1720
1200	1850
1400	2100
1600	2360

ANCHO MÍNIMO DE ZANJA PARA TUBERÍAS EN GRP ENTERRADA

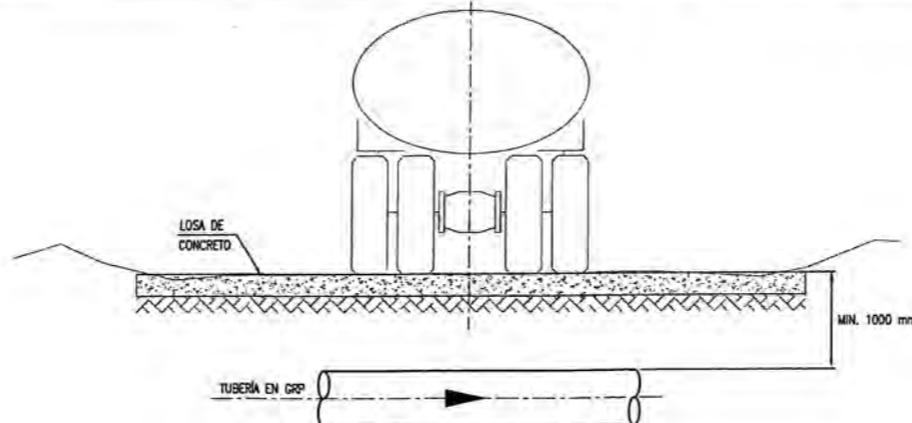
DETALLE 12



DN 1 TUB. GRP	DN 2 TUB. GRP	A ANCHO MÍN. DE ZANJA (SEGÚN ANMA M45)	B DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EJES
1400	1400	4400	2289

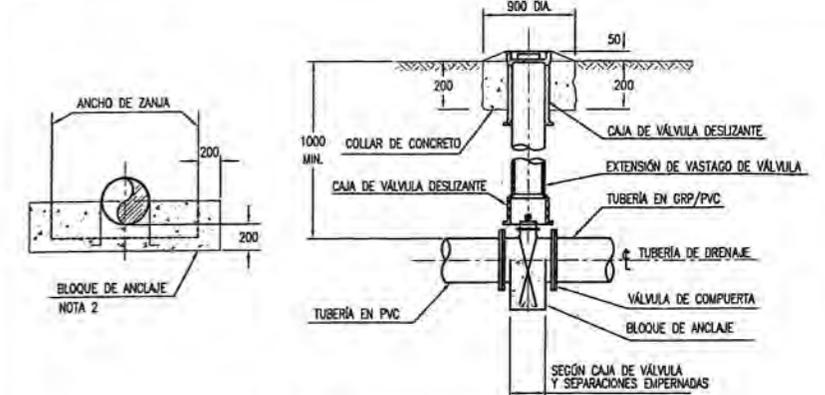
ANCHO MÍNIMO DE ZANJA Y DISTANCIA MÍNIMA ENTRE TUBERÍAS EN GRP ENTERRADAS

DETALLE 13



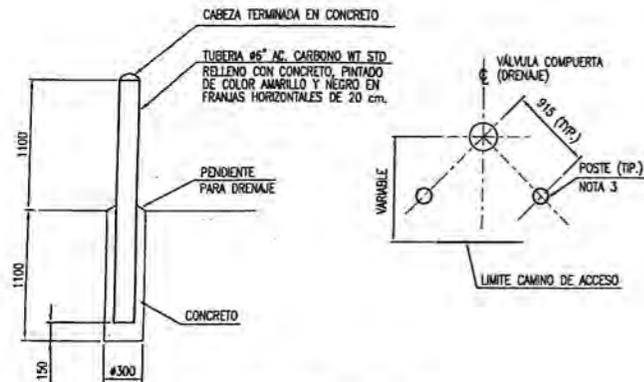
TUBERÍA EN GRP - CRUCE DE VIAS

DETALLE 14



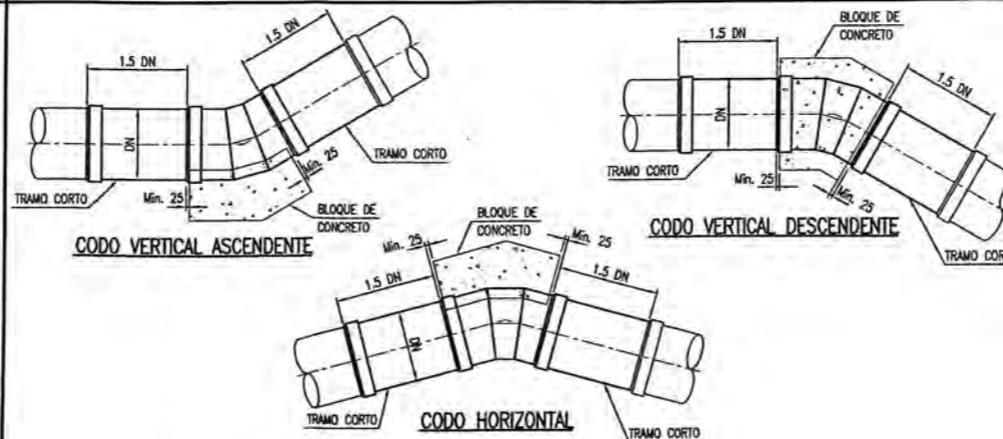
SECCIÓN TÍPICA DE CAJA DE VÁLVULA

DETALLE 15



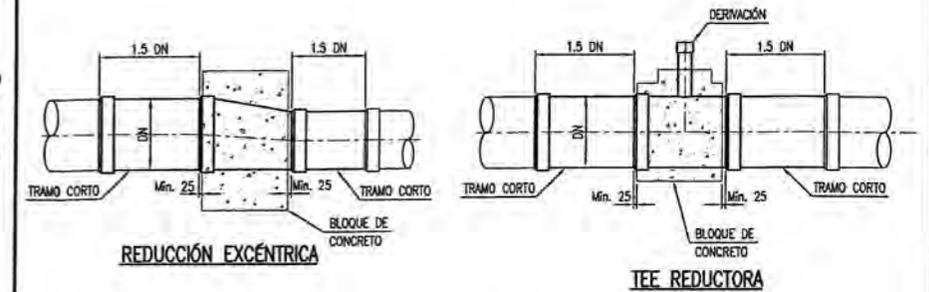
POSTE DE PROTECCIÓN

DETALLE 16



DETALLE DE INSTALACIÓN DE BLOQUES DE ANCLAJE

DETALLE 17



DETALLE DE INSTALACIÓN DE BLOQUES DE ANCLAJE

DETALLE 18

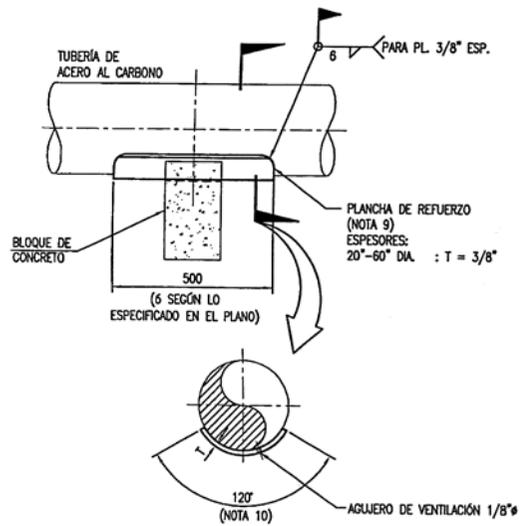
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS (S.I.C.)
- LOS DETALLES DE LA CAJA DE CONCRETO SERÁN REALIZADOS POR OTROS.
- PROVEER UN POSTE DE PROTECCIÓN A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA EN LOS PLANOS.

NOTAS	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	DIB.	DS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
	0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

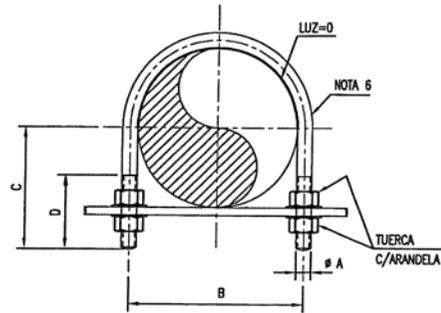
INGENIERIA		
DEBUDADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISEÑADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		
DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m ³ /h DE AGUA DEL RÍO CHIRA EL ARENAL		
ESTÁNDARES DE TUBERÍAS		
DETALLES 2/2		
ESCALA:	INDICADA	PLANO:
		UNI-100-2-010
REV.	0	

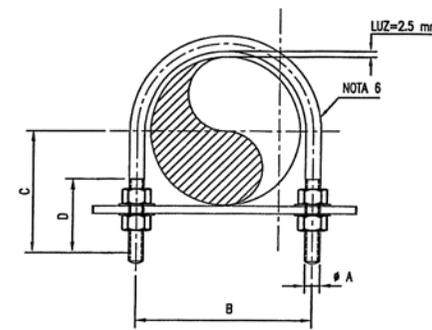


DETALLE DE PLANCHA DE REFUERZO PARA TUBERÍAS
MAYORES Ó IGUALES DE 20" DE DIÁMETRO



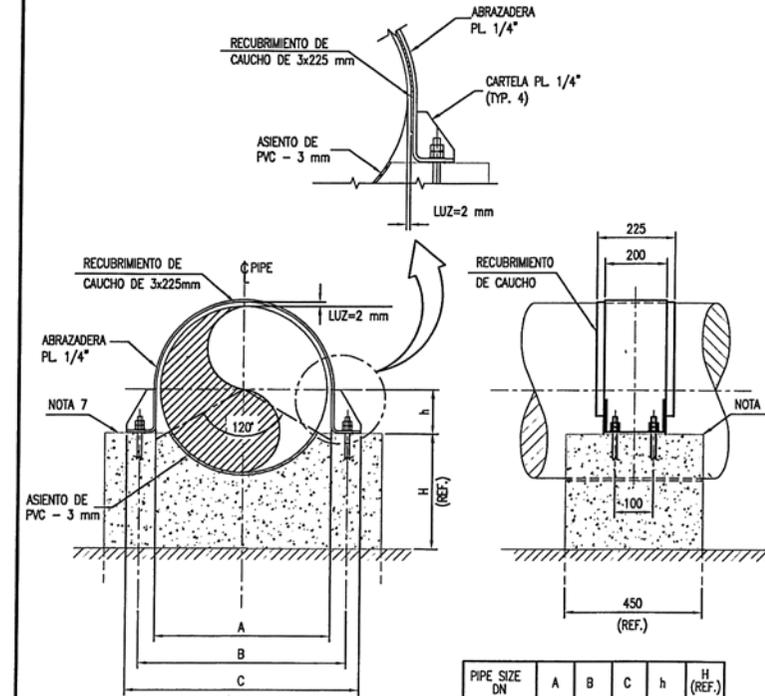
TUBERÍA D.N.	MAX. CARGA RECOMENDADA	A	B	C	D
Pulgadas	Kgs.	Pulgadas	mm	mm	mm
4	990	1/2	127	114	76
6	1640	5/8	184	156	95
8	1640	5/8	235	181	95
10	2460	3/4	292	213	102
12	3400	7/8	346	244	108
14	3400	7/8	378	260	108
16	3400	7/8	429	286	108
18	4500	1	483	321	121
20	4500	1	533	346	121
24	4500	1	635	409	156
28	4500	1	737	458	165
30	4500	1	787	483	165
32	4500	1	838	508	170

A-1
GUIA ANCLADA



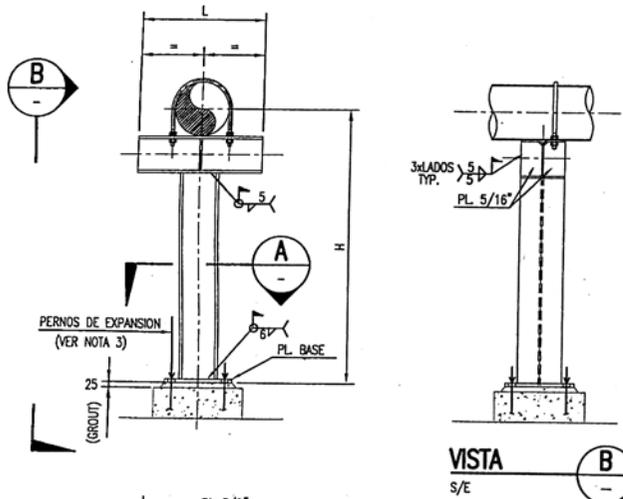
TUBERÍA D.N.	MAX. CARGA RECOMENDADA	A	B LUZ 2.5 mm	C	D
Pulgadas	Kgs.	Pulgadas	mm	mm	mm
4	990	1/2	132	114	78
6	1640	5/8	189	156	95
8	1640	5/8	240	181	95
10	2460	3/4	297	213	102
12	3400	7/8	351	244	108
14	3400	7/8	383	260	108
16	3400	7/8	434	286	108
18	4500	1	488	321	121
20	4500	1	538	346	121
24	4500	1	640	409	156
28	4500	1	742	458	165
30	4500	1	792	483	165
32	4500	1	843	508	170

G-1
GUIA



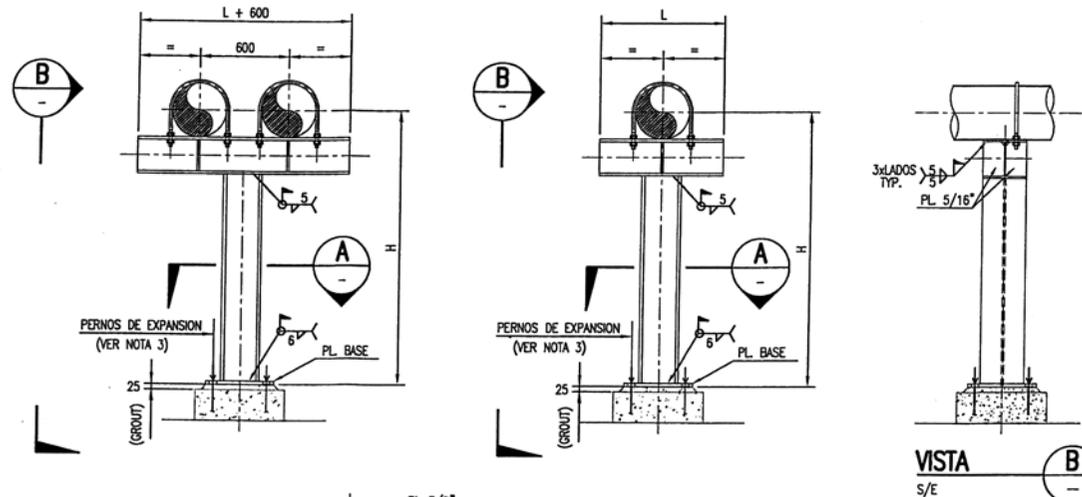
G-2
GUIA

PIPE SIZE DN	A	B	C	h	H (REF.)
18"	467	620	720	115	620
24"	620	770	870	155	780
28"	721	870	970	180	555
42"	1077	1230	1330	260	675
44"	1128	1280	1380	280	685
54"	1382	1530	1630	345	740
60"	1534	1690	1790	380	705



D.N.	VIGA	PESO Kg./m.	L	H MAX
18"	W 8 x 13	26.78	690	1000
16"	W 8 x 13	26.78	690	1000

ST-1
SOPORTE DE TUBERÍA



D.N.	VIGA	PESO Kg./m.	L	H MAX
12	W 6 x 15	22.32	530	2,800

ST-2
SOPORTE DE TUBERÍA

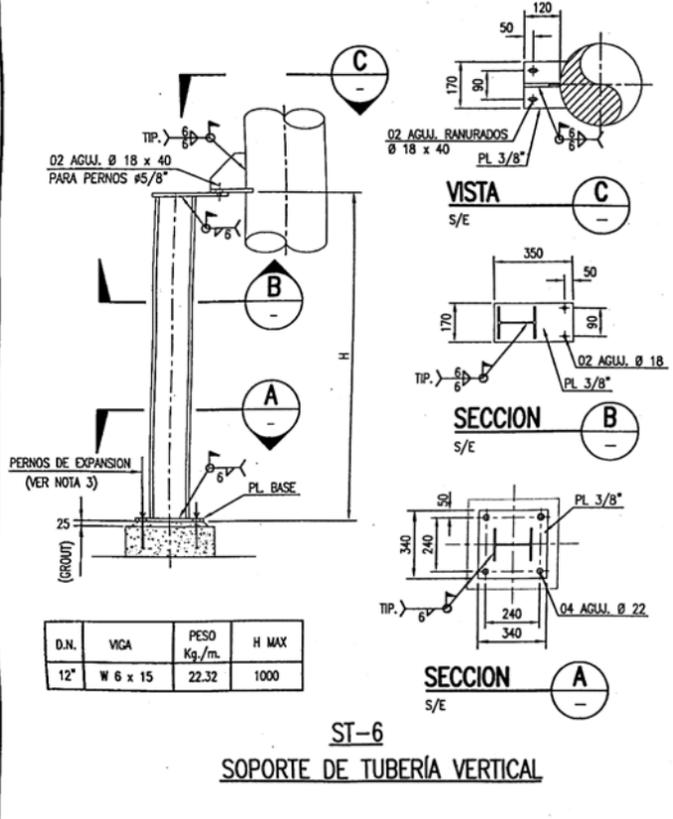
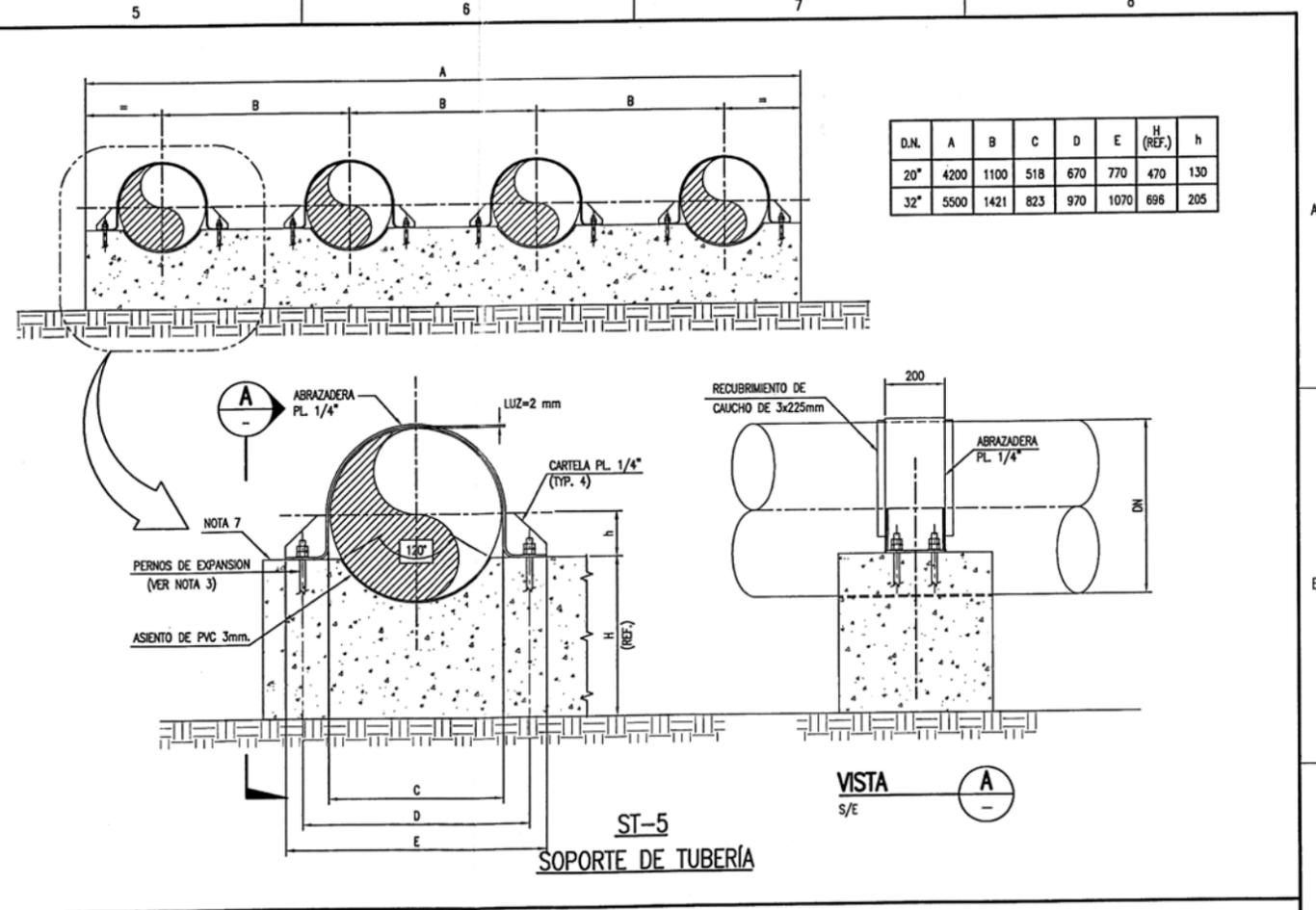
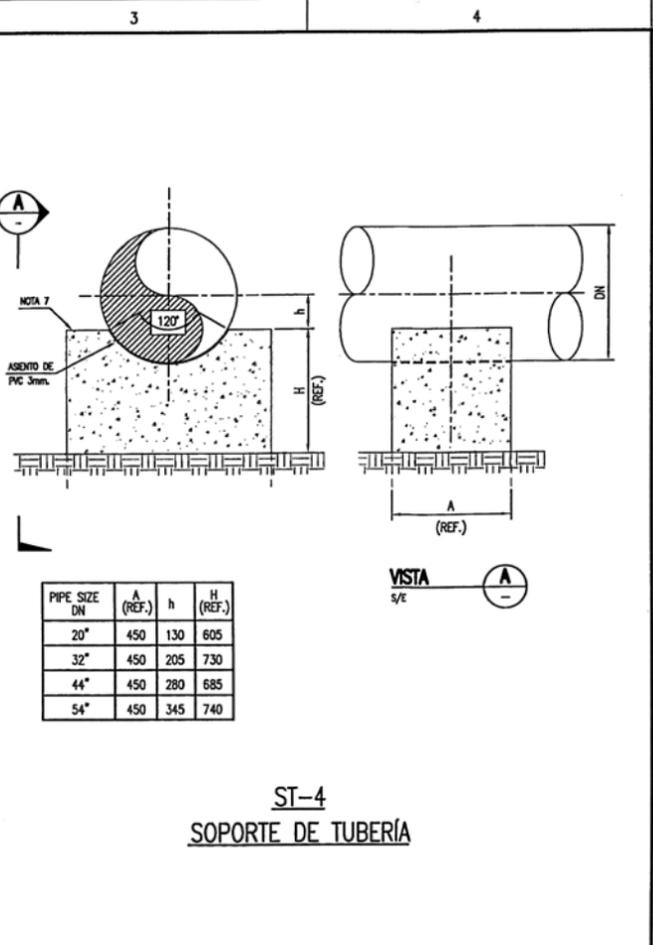
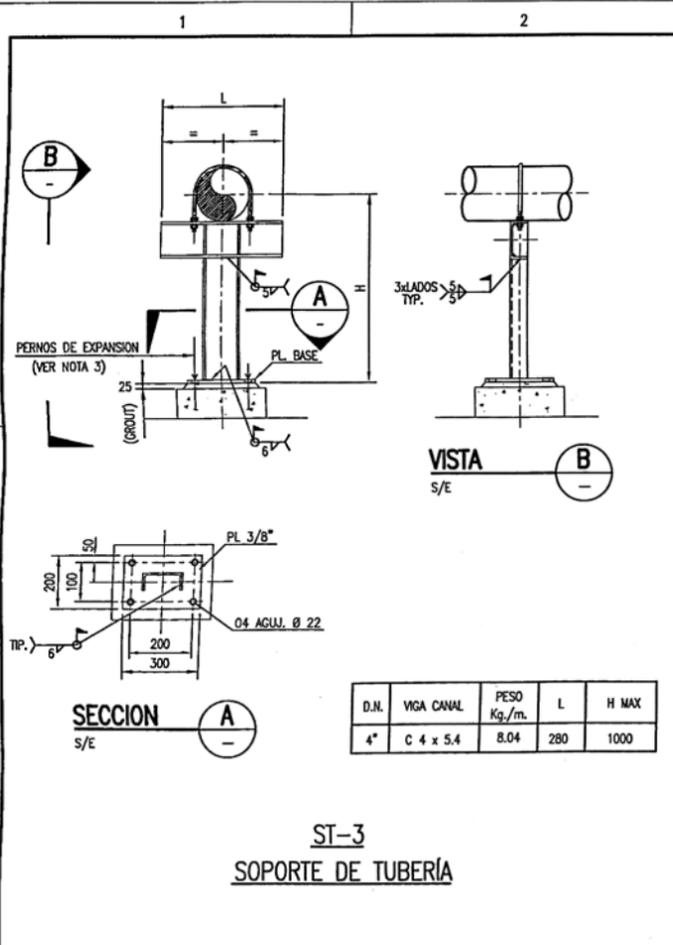
NOTAS:

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS (S.I.C.)
- TODAS LAS PLANCHAS Y PERFILES DE ACERO DEBERAN SER ASTM A-36 (S.I.C.)
- LOS PERNOS DE ANCLAJE SE MUESTRAN EN LOS PLANOS DE LA DISCIPLINA CIVIL
- LOS ELECTRODOS SERAN AWS E-70XX (S.I.C.)
- LA UBICACION DE SOPORTES Y PEDESTALES SE MUESTRAN EN LOS PLANOS DE LA DISCIPLINA MECANICA
- EL MATERIAL DE LOS U-BOLTS, ARANDELAS Y TUERCAS SERAN DE ACERO AL CARBONO GALVANIZADO EN CALIENTE SEGUN MSS TIPO 24 (REF. GRINNEL FIG.137)
- LOS SOPORTES DE TUBERIA EN CONCRETO DEBEN TENER CONCRETO PULIDO EN LA SUPERFICIE
- LAS DIMENSIONES Y DETALLES EN CONCRETO DE LOS PEDESTALES Y SOPORTES SE MUESTRAN EN EL PLANO 160824-000-2-101.
- LAS PLANCHAS DE REFUERZO SERAN DEL MISMO MATERIAL DE LA TUBERÍA Ó SIMILAR APROBADO.
- LAS TUBERÍAS MENORES A 20" UTILIZAR UNICAMENTE CUANDO SE INDIQUE EN LOS PLANOS.

NOTAS	REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA	INGENIERIA	NOMBRE	FECHA
0	EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI				DIBUJADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
											DISENADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
											REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
											REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
											APROBADO:	UNI	14.MAR.11



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
EL ARENAL
ESTÁNDARES DE TUBERÍAS
SOPORTES 1/2



NOTAS:

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS (S.I.C.)
- TODAS LAS PLANCHAS Y PERFILES DE ACERO DEBERAN SER ASTM A-36 (S.I.C.)
- LOS PERNOS DE ANCLAJE SE MUESTRAN EN LOS PLANOS DE LA DISCIPLINA CIVIL
- LOS ELECTRODOS SERAN AWS E-70XX (S.I.C.)
- LA UBICACION DE SOPORTES Y PEDESTALES SE MUESTRAN EN LOS PLANOS DE LA DISCIPLINA MECANICA.
- EL MATERIAL DE LOS U-BOLTS, ARANDELAS Y TUERCAS SERAN DE ACERO AL CARBONO GALVANIZADO EN CALIENTE SEGUN MSS TIPO 24 (REF. GRUNNEL FIG.137)
- LOS SOPORTES DE TUBERIA EN CONCRETO DEBEN TENER CONCRETO PULIDO EN LA SUPERFICIE.
- LAS DIMENSIONES Y DETALLES EN CONCRETO DE LOS PEDESTALES Y SOPORTES SE MUESTRAN EN EL PLANO 160824-000-2-101.
- PARA G-1 VER DETALLE EN EL PLANO 160824-000-5-004-1

NOTAS	REV.	DESCRIPCION	FECHA	DIB.	DIS.	REV. 1	REV. 2	APROB.	PLANO No.	PLANOS DE REFERENCIA
0		EMITIDO PARA INFORME DE SUFICIENCIA	14.MAR.11	N.S.	N.S.	N.S.	H.P.	UNI		

INGENIERIA		
DIBUJADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
DISENADO:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 1:	N. SALAZAR	14.MAR.11
REVISADO 2:	H. PINTO	14.MAR.11
APROBADO:	UNI	14.MAR.11
NOMBRE	FECHA	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
 DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE 7920 m³/h DE AGUA DEL RÍO CHIRA
 EL ARENAL
 ESTÁNDARES DE TUBERÍAS
 SOPORTES 2/2

ESCALA: INDICADA PLANO: UNI-100-2-012 REV. 0