



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería

TRABAJO FINAL

ANTEPROYECTO DE UN ACUEDUCTO PARA MONTE CASEROS, CURUZÚ CUATÍA Y SAUCE EN CORRIENTES



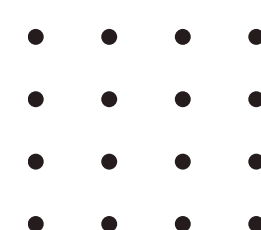
2024

AUTORES:

GIMÉNEZ, Mauricio Julián

MAIOCCHI, María Eugenia

SOSA, Marco Antonio





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

Facultad de Ingeniería

TRABAJO FINAL

ANTEPROYECTO DE UN ACUEDUCTO PARA MONTE CASEROS, CURUZÚ CUATÍA Y SAUCE EN CORRIENTES

Autores:

GIMÉNEZ, Mauricio Julián

MAIOCCHI, María Eugenia

SOSA, Marco Antonio

Tutor:

GÓMEZ, Marcelo J. M.

Asesor

PEYRANO, Jorge E.

2024



RESUMEN

El acceso al agua es una problemática mundial que afecta a más de 2.000 millones de personas, un 25% de la población mundial. Para hacer frente a esta y otras tantas problemáticas, la ONU ha propuesto 17 objetivos para el desarrollo sostenible (ODS), dentro de los cuales se encuentra el N° 6, que busca *garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*. Las metas de este objetivo cubren tanto los aspectos del ciclo del agua como los sistemas de saneamiento. Dado que el agua es un elemento crucial para el desarrollo de la vida, la consecución de este objetivo contribuirá al progreso de otros ODS, principalmente los relacionados con la salud, la educación, el crecimiento económico y el medio ambiente.

Este anteproyecto se enmarca en dicho objetivo y busca evaluar una alternativa de solución a la escasez de agua en las localidades de Curuzú Cuatiá y Sauce, abasteciendo también a Monte Caseros, mediante el estudio del río Uruguay como fuente de abastecimiento, el diseño de una planta potabilizadora y el transporte de agua tratada mediante un acueducto de aproximadamente 150km con sus equipos de bombeo, además de evaluar la viabilidad económica del proyecto.

Palabras clave: acueducto, planta potabilizadora, equipos de bombeo.

ABSTRACT

Access to water is a global problem that affects more than 2 billion people (25% of the world's population). To face this and other issues, the UN has proposed 17 Sustainable Development Goals (SDGs), including number 6, which seeks to ensure water availability and sustainable management and sanitation. This goal covers both aspects of the water cycle and sanitation systems. Since water is crucial for life development, achieving this goal will contribute to other SDGs, mainly those related to health, education, economic growth, and the environment.

This project is framed in this SDG and seeks to evaluate an alternative solution to water shortage in Curuzú Cuatiá and Sauce towns, also supplying Monte Caseros, through the study of the Uruguay River as a supply source, a water treatment plant design and treated water transport through a 150km aqueduct with its pumping equipment, in addition to evaluating its economic viability.

Keywords: aqueduct, water treatment plant, pumping equipment.



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a nuestros padres, sin quienes no hubiera sido posible estar escribiendo este trabajo. Por cumplir la difícil tarea de educarnos e incentivarnos a la formación profesional, por su amor, aliento, incondicionalidad y esfuerzo.

A nuestras familias y amigas/os, quienes nos han acompañado en el camino compartiendo logros, alentando ante las dificultades e incentivando a concluir el camino.

A nuestros compañeros, quienes, como el nombre lo indica, han significado una invaluable compañía en este recorrido, compartiéndonos desde un mate hasta las eternas noches de estudio, cursadas, aprobados, desaprobados, festejos, e innumerables anécdotas que recordaremos para siempre. Infinitas gracias a todos los que han sido parte de nuestro recorrido por la facultad.

A nuestros profesores, que han contribuido a nuestra formación no solo académica, sino personal y profesional, dándonos herramientas que llevaremos con nosotros a lo largo de toda nuestra vida profesional y de las cuales estamos plenamente agradecidos.

Gracias especiales a nuestro tutor, Ing. Marcelo Gómez, por saber guiarnos en este trabajo, al Ing. Alejandro Ruberto por alentarnos y acompañarnos, y a la cátedra de Máquinas Hidráulicas por asesorarnos y aconsejarnos para hacer de este trabajo su mejor versión.

Por último, a la Facultad de Ingeniería, a la *Universidad Nacional del Nordeste, pública y de calidad*, y a todos los que forman parte. Nos han recibido con las puertas abiertas desde el primer día, formándonos para ser buenos profesionales y enfrentar los desafíos que se encuentran dentro del desarrollo de la profesión.

Sin lugar a duda, el todo es más que la suma de las partes. Gracias



-ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Ubicación geográfica.....	14
1.2 División política y demografía	15
1.3 Clima	16
1.4 Geografía	18
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	19
2.1 Problemática planteada.....	19
2.2 Propuesta	21
3. PARÁMETROS DE DISEÑO	21
3.1 Horizonte de diseño.....	21
3.2 Estudio de la Población	22
3.2.1 Tasa geométrica decreciente	24
3.2.2 Interés compuesto	25
3.2.3 Crecimiento Aritmético	26
3.2.4 Crecimiento Exponencial	27
3.2.5 Curva Logística	28
3.2.6 Resumen.....	29
3.3 Análisis de demanda de caudal.....	32
4. ESTUDIO DE LA FUENTE DE AGUA	36
4.1. Disponibilidad de la fuente y capacidad de captación	36
4.2. Calidad de la fuente de agua	38
4.3 Accesibilidad y proximidad.....	40
5. OBRA DE TOMA Y POZO DE BOMBEO	40
5.1 Ubicación de la obra de toma.....	40



5.2 Elección del tipo de toma.....	42
5.3 Diseño y cálculo de la aducción.....	44
5.4 Diseño del terraplén de acceso	46
5.5 Recomendaciones para la obra de toma	48
6. DISEÑO DE PLANTA POTABILIZADORA	49
6.1 Emplazamiento.....	49
6.2 Proceso de potabilización	52
6.3 Diseño de las partes de la planta potabilizadora	53
7. ESTUDIO DE LA TRAZA Y PERFIL	55
7.1 Criterios de diseño	55
7.2 Descripción de la traza	59
8. CAÑERÍA DE IMPULSIÓN	62
8.1 Generalidades.....	62
8.2 Dimensionamiento hidráulico de la cañería mediante “Diámetro más económico”	63
9. SISTEMAS DE BOMBEO	76
9.1 Análisis del sistema de bombeo N° 1	78
9.1.1 Regulación del sistema.....	85
9.2 Análisis del sistema de bombeo N° 2	92
9.3 Análisis del sistema de bombeo N° 3	99
9.4 Análisis del sistema de bombeo N° 4	106
9.5 Erosión por cavitación en bombas.....	111
9.5.1 Verificación de cavitación en sistema 1	112
9.5.2 Verificación de cavitación en sistemas 2 y 4	113
9.5.3 Verificación de cavitación en sistema 3	115



9.6 Estudio del fenómeno transitorio en cañería de impulsión	116
9.6.1 Simulación del fenómeno con el programa Allievi.....	117
10. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO Y CURVA DE INVERSIÓN	132

-INDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación geográfica de la provincia de Corrientes (Fuente: Wikipedia).	14
Ilustración 2 .División política de la provincia de Corrientes (Fuente: Instituto Provincial de Estadística y Ciencia de Datos de la provincia de Corrientes).	15
Ilustración 3. Precipitación media mensual y temperaturas media máxima y media mínima de Corrientes (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional).	17
Ilustración 4. Precipitación máxima diaria y máxima mensual de Corrientes (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional).	17
Ilustración 5. Mapa físico de la provincia de Corrientes (Fuente: Instituto Geográfico Nacional).	19
Ilustración 6. Proyección de cantidad de habitantes de Curuzú Cuatía según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).	29
Ilustración 7. Proyección de cantidad de habitantes de Sauce según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).	30
Ilustración 8. Proyección de cantidad de habitantes de Monte Caseros según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).	31
Ilustración 9. Mapa de los recursos hídricos superficiales de la provincia de Corrientes (Fuente: Instituto Correntino del Agua y el Ambiente ICAA).	37
Ilustración 10. Monte Caseros, zona aledaña al río Uruguay (Fuente: Google Earth, año 2024).	41
Ilustración 11. Zona libre de inundaciones extraordinarias en Monte Caseros; Satélite: Landsat 4; BANDAS: $1.5 \cdot (B3 - B2) / (B3 + B2 + 0.5)$; fecha: 01-08-1983 (Fuente: elaboración propia).	42



Ilustración 12. Croquis de obra de toma por aducción y estación de bombeo en la margen del río (Fuente: Instituto Nacional del Agua (INA), año 2024).....	44
Ilustración 13. Mapa catastral de la posible zona de ubicación de la planta (Fuente: Elaboración propia con el programa ArcGis pro, año 2024).	51
Ilustración 14. Ubicación de la futura planta potabilizadora (Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth, año 2024).	52
Ilustración 15. Esquema de funcionamiento de una planta potabilizadora (Fuente: Gómez, M. y Méndez, G, I, 2017).	52
Ilustración 16. Curva H-Q del sistema 1 para los tres valores de HG (Fuente: Elaboración propia).....	83
Ilustración 17. Piezométrica tramo 1 (Fuente: Elaboración propia).	83
Ilustración 18. Bomba del tramo 1 (Fuente: Elaboración propia).	84
Ilustración 19. Curvas H-Q del sistema 1 y de la bomba seleccionada (Fuente: Elaboración propia).....	84
Ilustración 20. Esquema del sistema en situación de inundación con válvula reguladora (Fuente: Elaboración propia).	85
Ilustración 21. Ábaco de válvula reguladora de caudal (Fuente: Catálogo DOROT, año 2024).	87
Ilustración 22. Eficiencia válvula reguladora vs variador de velocidad (Fuente: Flygt, s/a).....	88
Ilustración 23. Curvas H-Q del sistema 1, de la bomba original y sus variantes de regulación (Fuente: Elaboración propia).	91
Ilustración 24. Curvas η -Q de la bomba y sus variantes de regulación (Fuente: Elaboración propia).....	92
Ilustración 25. Curva H-Q del sistema 2 (Fuente: Elaboración propia).	96
Ilustración 26. Piezométrica tramo 2 (Fuente: Elaboración propia).	96
Ilustración 27. Datos de la bomba seleccionada para el año 20. (Fuente: Xylect, año 2024).	97



Ilustración 28. Datos de la bomba seleccionada para el año 10. (Fuente: Xylect, año 2024).	98
Ilustración 29. Curva H-Q del sistema y de las bombas seleccionadas para el año 10 y 20. (Fuente: Elaboración propia).	98
Ilustración 30. Curva H-Q del sistema 3. (Fuente: Elaboración propia).	103
Ilustración 31. Piezométrica tramo 3 (Fuente: Elaboración propia).	103
Ilustración 32. Bomba seleccionada para el año 10. (Fuente: Xylect, año 2024).	104
Ilustración 33. Bomba seleccionada para el año 20. (Fuente: Xylect, año 2024).	104
Ilustración 34. Curvas H-Q del sistema 3 y de las bombas seleccionadas para los años 10 y 20.	105
Ilustración 35. Curva H-Q del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).	108
Ilustración 36. Piezométricas tramo 4 (Fuente: Elaboración propia).	108
Ilustración 37. Bomba seleccionada para el año 10 (Fuente: Xylect, año 2024).	109
Ilustración 38. Bomba seleccionada para el año 20 (Fuente: Xylect, año 2024).	109
Ilustración 39. Curvas H-Q del sistema 4 y de las bombas seleccionadas para los años 10 y 20 (Fuente: Elaboración propia).	110
Ilustración 40. Esquema de altura de succión (Fuente: RotorPump, año 2024).	112
Ilustración 41. Esquema de la sumergencia mínima (Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, año 2005).	114
Ilustración 42. Esquema general, tramo Estación elevadora a Planta potabilizadora (Fuente: Elaboración propia en programa Allievi).	118
Ilustración 43. Resultado gráfico de envolvente de presiones tramo 1 (Fuente: Programa Allievi).	119
Ilustración 44. Perfil e incorporación de válvulas de aire, tramo clase 6.3 de Estación elevadora a Planta potabilizadora (Fuente: Elaboración propia en programa Allievi).	120
Ilustración 45. Resultado de la envolvente con válvula de aire, tramo 1 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi).	121



Ilustración 46. Esquema general, tramo 2 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi).	121
Ilustración 47. Resultado envolvente de presiones tramo 2 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi).	122
Ilustración 48. Perfil e incorporación de válvulas de aire, tramo 2, clase 6.3 (Fuente: Elaboración propia en programa Allievi).	123
Ilustración 49. Válvulas de aire (Fuente: Dorot).	123
Ilustración 50. Resultados Alturas piezométricas con válvulas de aire, tramo 2 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi)	124
Ilustración 51. Perfil e incorporación de válvulas de aire+ ventilación, tramo 2, clase 6.3 (Fuente: Elaboración propia en programa Allievi).	125
Ilustración 52. Resultado final, tramo 2 (Fuente: Programa Allievi).	126
Ilustración 53. Esquema general, tramo 3 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi).	126
Ilustración 54. Resultado de la envolvente de presiones, tramo 3 (Fuente: Programa Allievi)	127
Ilustración 55. Perfil e incorporación de válvulas de aire, tramo 3, clase 6.3 (Fuente: Programa Allievi).	128
Ilustración 56. Resultado de la envolvente de presiones con válvulas de aire, tramo 3 (Fuente: Programa Allievi)	129
Ilustración 57. Perfil e incorporación de válvulas de aire+ ventilación, tramo 3 clase 6.3 (Fuente: Programa Allievi).	129
Ilustración 58. Resultado final, tramo 3 (Fuente: Programa Allievi).	130
Ilustración 59. Esquema general, tramo 4 (Fuente: Programa Allievi).	130
Ilustración 60. Resultados Alturas piezométricas, tramo 4 (Fuente: Programa Allievi)	131
Ilustración 61. Curva de inversión Etapa 1 (Fuente: elaboración propia).	136
Ilustración 62. Curva de inversión Etapa 2 (Fuente: elaboración propia).	136



Ilustración 63. Curva de inversión Etapa 3 (Fuente: elaboración propia)..... 137

Ilustración 64. Curva de inversión Etapa 4 (Fuente: elaboración propia)..... 137

-INDICE TABLAS

Tabla 1. Datos censales de la provincia de Corrientes (Fuente: INDEC)	23
Tabla 2. Datos censales de la localidad de Curuzú Cuatía (Fuente: INDEC).....	23
Tabla 3. Datos censales de la localidad de Sauce (Fuente: INDEC).....	23
Tabla 4. Datos censales de la localidad de Monte Caseros (Fuente: INDEC)	23
Tabla 5. Tabla resumen de tasas, localidades Curuzú Cuatía, Monte Caseros y Sauce (Fuente: elaboración propia).	25
Tabla 6. Resumen de Cantidad de habitantes según la Tasa geométrica decreciente (Fuente: elaboración propia).	25
Tabla 7. Resumen de Cantidad de habitantes según el interés compuesto (Fuente: elaboración propia).....	26
Tabla 8. Resumen de Cantidad de habitantes según el Crecimiento aritmético (Fuente: elaboración propia).	27
Tabla 9. Resumen de Cantidad de habitantes según el Crecimiento exponencial. (Fuente: elaboración propia).	27
Tabla 10. Resumen de cantidad de habitantes y proyección de Curuzú Cuatía según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).....	29
Tabla 11. Resumen de cantidad de habitantes y proyección de Sauce según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).	30
Tabla 12. Resumen de cantidad de habitantes y proyección de Monte Caseros según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).....	30
Tabla 13. Resumen de las dotaciones de consumo en cada localidad (Fuente: elaboración propia).....	34
Tabla 14. Coeficientes de caudal brindados por ENOHSA (Fuente: ENOHSA).	34
Tabla 15. Nomenclatura de los distintos caudales según ENOHSA (Fuente: ENOHSA).	35



Tabla 16. Caudales calculados característicos para el proyecto (Fuente: elaboración propia).	36
Tabla 17. Clasificación de las aguas según NB-592 (Fuente ENOHSA).	39
Tabla 18. Obras de toma existentes sobre las márgenes del río Uruguay y otros (Fuente:INA).	43
Tabla 19. Cruces/Interferencias del tramo 2 (Fuente: Elaboración propia).	60
Tabla 20. Cruces/Interferencias del tramo 3 (Fuente: Elaboración propia).	61
Tabla 21. Cálculo de VAN para el TRAMO 1 (Fuente: Elaboración propia).	66
Tabla 22. Cálculo de VAN para el TRAMO 2 (Fuente: Elaboración propia).	67
Tabla 23. Cálculo de VAN para el TRAMO 3 (Fuente: Elaboración propia).	67
Tabla 24. Cálculo de VAN para el TRAMO 4 (Fuente: Elaboración propia).	68
Tabla 25. Valores de constantes para la aplicación de la programación lineal para diámetro económico (Fuente: elaboración propia).	69
Tabla 26. Precios estimados de las actividades necesarias para la instalación de cañería a abril de 2024 (Fuente: elaboración propia).	69
Tabla 27. Resultados arrojados por el aplicativo SOLVER correspondientes al diámetro o combinación de diámetros más económicos para el TRAMO 1 (Fuente: elaboración propia).	70
Tabla 28. Resultados arrojados por el aplicativo SOLVER correspondientes al diámetro o combinación de diámetros más económicos para el TRAMO 2 (Fuente: elaboración propia).	71
Tabla 29. Diámetro adoptado para el TRAMO 2 (Fuente: elaboración propia).	72
Tabla 30. Resultados arrojados por el aplicativo SOLVER correspondientes al diámetro o combinación de diámetros más económicos para el TRAMO 3 (Fuente: elaboración propia).	73
Tabla 31. Diámetro adoptado para el TRAMO 3 (Fuente: elaboración propia).	74
Tabla 32. Resultados arrojados por el aplicativo SOLVER correspondientes al diámetro o combinación de diámetros más económicos para el TRAMO 4 (Fuente: elaboración propia).	75
Tabla 33. Velocidades de funcionamiento en el acueducto para el año 0 (Fuente: Elaboración propia).	76
Tabla 34. Velocidades de funcionamiento en el acueducto para el año 10 (Fuente: Elaboración propia).	76



Tabla 35. Datos del tramo 1 (Fuente: Elaboración propia).....	78
Tabla 36. Datos de la cañería vertical (Fuente: Elaboración propia).....	79
Tabla 37. Datos del manifold (Fuente: Elaboración propia).....	79
Tabla 38. Datos de la impulsión de PEAD (Fuente: Elaboración propia).	80
Tabla 39. Accesorios en la impulsión de PEAD (Fuente: Elaboración propia).....	80
Tabla 40. Accesorios en el MANIFOLD (Fuente: Elaboración propia).	80
Tabla 41. Accesorios en la cañería vertical (Fuente: Elaboración propia).....	81
Tabla 42. Pérdidas en la impulsión de PEAD (Fuente: Elaboración propia).....	81
Tabla 43. Pérdidas en el MANIFOLD (Fuente: Elaboración propia).	81
Tabla 44. Pérdidas en la impulsión vertical de acero (Fuente: Elaboración propia).....	82
Tabla 45. Pérdidas totales en el Tramo 1, para las distintas HG (Fuente: Elaboración propia).	82
Tabla 46. Cálculo de caída de presión en válvula reguladora de caudal (Fuente: Elaboración propia).....	86
Tabla 47. Análisis de la caída de presión en la válvula (Fuente: Elaboración propia).	86
Tabla 48. Datos para el cálculo de pérdidas del sistema 2 (Fuente: Elaboración propia).....	92
Tabla 49. Datos de la impulsión de PEAD para el cálculo de pérdidas del sistema 2 (Fuente: Elaboración propia).....	93
Tabla 50. Accesorios en la impulsión del tramo 2 (Fuente: Elaboración propia).....	93
Tabla 51. Pérdidas del tramo 2.1 (Fuente: Elaboración propia).....	94
Tabla 52. Pérdidas del tramo 2.2 (Fuente: Elaboración propia).....	94
Tabla 53. Pérdidas del tramo 2.3 (Fuente: Elaboración propia).....	95
Tabla 54. Pérdidas totales del tramo 2 (Fuente: Elaboración propia).	95
Tabla 55. Cuadro resumen valores H-Q para los años 0,10 y 20 (Fuente: Elaboración propia).	95
Tabla 56. Datos para el cálculo de pérdidas del tramo 3. (Fuente: Elaboración propia).....	99



Tabla 57. Datos de la cañería de impulsión para el cálculo de pérdidas del tramo 3. (Fuente: Elaboración propia).....	100
Tabla 58. Accesorios de la impulsión del tramo 3. (Fuente: Elaboración propia)	100
Tabla 59. Pérdidas del tramo 3.1. (Fuente: Elaboración propia).....	101
Tabla 60. Pérdidas del tramo 3.2. (Fuente: Elaboración propia).....	101
Tabla 61. Pérdidas del tramo 3.3. (Fuente: Elaboración propia).....	102
Tabla 62. Pérdidas totales del tramo 3. (Fuente: Elaboración propia)	102
Tabla 63. Cuadro resumen de los pares H-Q para los años 0, 10 y 20. (Fuente: Elaboración propia).....	102
Tabla 64. Datos para el cálculo de pérdidas del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).....	106
Tabla 65. Datos de la impulsión de PEAD para el cálculo de pérdidas del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).....	106
Tabla 66. Accesorios de la impulsión del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).	107
Tabla 67. Pérdidas totales del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).	107
Tabla 68. Cuadro resumen de los pares H-Q para los años 0, 10 y 20 (Fuente: Elaboración propia).....	108
Tabla 69. Computo Etapa 1 (Fuente: elaboración propia).	134
Tabla 70. Precio unitario Ítem "relleno y compactación" (Fuente: elaboración propia).....	134
Tabla 71. Coeficiente resumen (Fuente: elaboración propia).	135
Tabla 72. Presupuesto total (Fuente: elaboración propia).....	135



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Ubicación geográfica

Corrientes (Ilustración 1) es una de las veintitrés provincias que conforman según su división política a la República Argentina y está ubicada en el noreste del país, en la región Litoral, entre las latitudes $27^{\circ}15'$ y $30^{\circ}45'$ Sur y las longitudes $56^{\circ}30'$ y $59^{\circ}40'$ Oeste.

Se encuentra rodeada por el río Paraná al norte y oeste, río Uruguay al este y arroyo Guayquiraró y río Mocoretá al sur. Su capital es la ciudad de Corrientes, ubicada al noroeste de la provincia.



Ilustración 1. Ubicación geográfica de la provincia de Corrientes (Fuente: Wikipedia).

Entre sus límites se encuentran: al norte, Paraguay; al noreste, la provincia de Misiones; al este, Uruguay y Brasil; al sur, la provincia de Entre Ríos; y al oeste, las provincias de Chaco y Santa Fe. Con una superficie que abarca aproximadamente $88,199\text{km}^2$, Corrientes representa



más del 3% del total del territorio argentino. La ubicación estratégica de Corrientes facilita la conexión fluvial y terrestre con el resto del país y con los países vecinos. Los principales ríos, el Paraná y el Uruguay, no solo actúan como fronteras naturales, sino que también son cruciales para potenciar el transporte, el comercio, la agricultura y otras actividades de la región.

1.2 División política y demografía

La provincia (Ilustración 2) está dividida políticamente en 25 departamentos, que son las unidades administrativas más grandes dentro de esta, y se subdividen en un total de 77 municipios. Su capital es la ciudad de Corrientes, que es también el principal centro administrativo, económico y cultural.

Según el censo 2022, realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), la provincia contaba con 1.212.692 habitantes, implicando una densidad habitacional de 13,75hab/km².



Ilustración 2 .División política de la provincia de Corrientes (Fuente: Instituto Provincial de Estadística y Ciencia de Datos de la provincia de Corrientes).

La provincia se distingue por una distribución desigual de la población, concentrada en mayor medida en las áreas urbanas, más específicamente en las ciudades de Corrientes, Goya,



Mercedes, Paso de los Libres y Curuzú Cuatiá; las áreas rurales por su parte están menos densamente pobladas y la población se dedica principalmente a actividades agropecuarias.

1.3 Clima

El tipo de clima es predominantemente subtropical, caracterizado por ser cálido y húmedo, con variaciones locales debido a la influencia de la hidrografía y la topografía de la región.

Las temperaturas (Ilustración 3) presentan un comportamiento variable a lo largo del año. En verano, que abarca de diciembre a febrero, son altas, con máximas que suelen superar los 30°C y pueden llegar a los 40°C en días de extremo calor y en invierno son suaves, con mínimas que rara vez descienden los 10°C y máximas que rondan los 20°C.

Las precipitaciones en Corrientes son abundantes y están bien distribuidas a lo largo del año, con un promedio anual que varía entre 950 y 1.400mm (Ilustración 4) concentradas mayormente entre los meses de noviembre a marzo. La provincia no tiene una estación seca definida, aunque puede haber una ligera disminución de las lluvias durante el invierno.

La presencia de grandes cursos de agua, como los ríos y los numerosos esteros y lagunas, influye significativamente en la humedad y las precipitaciones de la región, particularmente los esteros del Iberá que actúan como un regulador climático, contribuyendo a la alta humedad y la formación de microclimas locales.

Los vientos predominantes son los que provienen del norte y noreste, que suelen ser cálidos y húmedos. Durante el invierno, ocasionalmente se siente la influencia de vientos del sur, conocidos como pamperos, que pueden traer aire más frío y seco.

En cuanto a variaciones regionales, en el norte de la provincia el clima tiende a ser más cálido y húmedo, con mayores precipitaciones debido a su proximidad a las selvas misioneras; en cambio, en el centro y sur, las temperaturas son más moderadas y las precipitaciones algo menos intensas, aunque siguen siendo significativas.

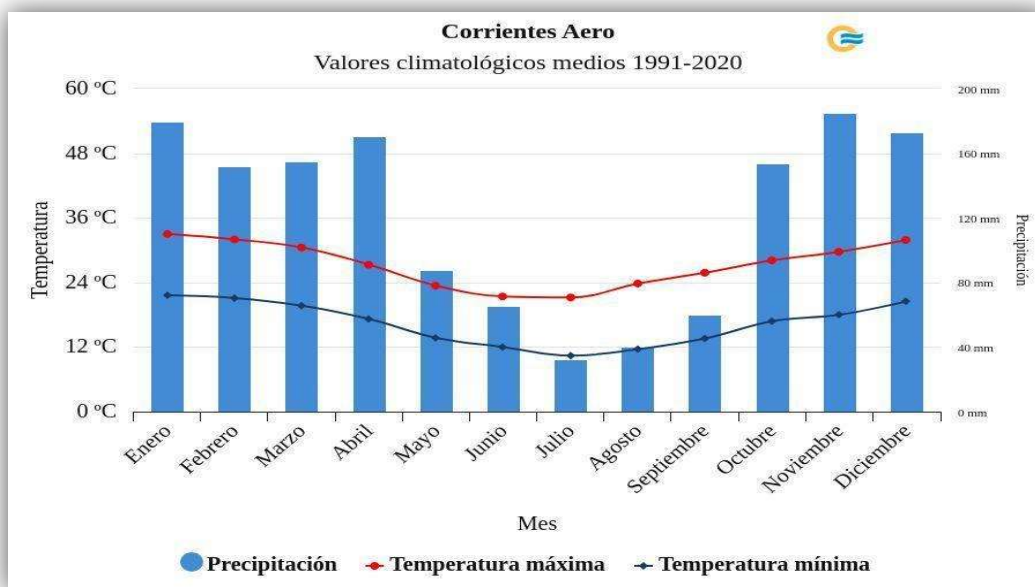


Ilustración 3. Precipitación media mensual y temperaturas media máxima y media mínima de Corrientes (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional).

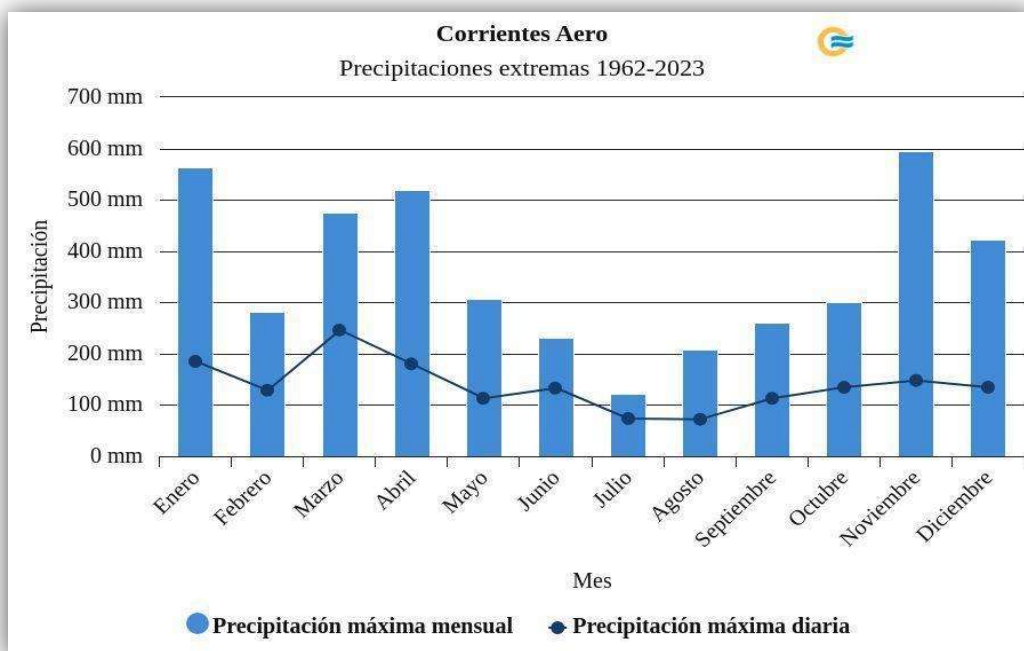


Ilustración 4. Precipitación máxima diaria y máxima mensual de Corrientes (Fuente: Servicio Meteorológico Nacional).



1.4 Geografía

La provincia se caracteriza por una geografía diversa compuesta por llanuras, esteros y numerosos cursos de agua, los cuales se pueden observar en la Ilustración 5. Su relieve es predominantemente llano, con una altitud media que difícilmente supera los 100msnm (ver plano 1-ANEXO 1). Aunque el terreno es mayormente plano, algunas ondulaciones y colinas bajas se encuentran dispersas en la región central y norte, aportando cierta variación a la llanura.

El suelo de Corrientes es principalmente arenoso y aluvial, lo que favorece la formación de humedales y esteros. Uno de los elementos más distintivos de la geografía correntina es el sistema de los ya mencionados esteros del Iberá, que abarca aproximadamente 13,000 km², convirtiéndose en uno de los ecosistemas más importantes de Argentina, y que actúan no solo como un regulador hídrico y climático, sino que también albergan una numerosa biodiversidad de flora y fauna.

El uso del suelo de la provincia está orientado principalmente a la agricultura y la ganadería, aprovechando las amplias llanuras y la abundancia de agua. Además, la silvicultura juega un papel económico significativo, con grandes áreas dedicadas a la plantación de especies como el eucalipto y el pino.



Ilustración 5. Mapa físico de la provincia de Corrientes (Fuente: Instituto Geográfico Nacional).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Problemática planteada

En los últimos años, Argentina ha enfrentado diversos desafíos, entre ellos el impacto del fenómeno de La Niña que se extendió desde el año 2020 hasta 2023, el cual se caracterizó por una disminución de las lluvias y una irregularidad en las temperaturas, cuyas consecuencias más notables están estrechamente relacionadas con la crisis hídrica desencadenada. Uno de los efectos principales ha sido la disminución de la humedad en los suelos y como resultado, la reducción del agua de infiltración y percolación, siendo esta la responsable de recargar las



reservas subterráneas de las cuales se la extrae para abastecer a localidades del interior de la provincia de Corrientes.

Una de las ciudades más afectadas fue Curuzú Cuatiá, ubicada en el centro sur de la provincia, la cual depende de sistemas de abastecimiento de agua cuya fuente son pozos perforados dentro del ejido urbano. Durante el período mencionado, numerosas fuentes de extracción se vieron afectadas, lo que imposibilitó la extracción de agua y afectó a los habitantes lugareños, provocando un estado de alerta que culminó en la declaración de “Emergencia Hídrica” por parte de las autoridades políticas. Esta situación impulsó la realización de nuevos estudios, incluyendo perforaciones adicionales, que no tuvieron éxito.

Situación análoga se vio en la localidad de Sauce, ubicada a unos 70 km aproximadamente al suroeste de Curuzú Cuatiá, donde existe una asociación vecinal de agua y saneamiento dedicada a la extracción y distribución del recurso hídrico. Los responsables de dicha asociación han compartido una situación preocupante similar a la mencionada, también marcada por varios intentos fallidos en sus esfuerzos por hallar más fuentes de abastecimiento.

La situación descripta plantea una gran preocupación para ambas localidades en lo que respecta a la disponibilidad de agua para sus habitantes, lo cual constituye una cuestión de vital importancia y una prioridad ineludible en la agenda local. Por lo tanto, la búsqueda de una fuente de abastecimiento alternativa a los pozos de captación se vuelve una necesidad para atender esta problemática.

Por otra parte, la ciudad de Monte Caseros, ubicada al sureste de la provincia sobre la margen derecha del río Uruguay, cuenta con una planta potabilizadora que incluye una obra de toma y seguida de una red de distribución. Esta planta está diseñada para garantizar el suministro de agua potable en la mayoría de los sectores de la ciudad. La obra de toma se encarga de captar agua cruda del río Uruguay, mientras que la red de distribución se encarga de transportar el agua tratada hasta los centros de consumo, asegurando así un servicio confiable para los habitantes y actividades locales.



2.2 Propuesta

Este anteproyecto tiene como objetivo evaluar una alternativa de solución, partiendo del análisis de factibilidad hidrológica del río Uruguay como fuente de abastecimiento. Se propone el diseño y cálculo de un acueducto que abastecerá a las localidades de Monte Caseros, Curuzú Cuatiá y Sauce. Dado que la planta potabilizadora actual en Monte Caseros podría no tener la capacidad suficiente para abastecer simultáneamente a las tres localidades ni posibilidad de expandirse dado que se ubica en el centro de la ciudad, se plantea el diseño de una nueva obra de toma y una planta potabilizadora que asegure el suministro de agua de manera adecuada y sostenible para un horizonte de diseño establecido. Por último, el análisis de factibilidad económica del proyecto en general.

Con esta propuesta, se pretende contribuir a los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* establecidos por la ONU para el año 2030, para ser más específicos, el objetivo número 6 "*Agua Limpia y Saneamiento*" que busca garantizar el acceso universal al agua potable y servicios sanitarios adecuados en todo el mundo. Dado que este proyecto tiene como objetivo el transporte de un recurso vital para el desarrollo humano, el diseño adecuado y óptimo se vuelve crucial, especialmente dada la relevancia social de la obra en cuestión.

3. PARÁMETROS DE DISEÑO

3.1 Horizonte de diseño

El "horizonte de diseño" se refiere al tiempo necesario para desarrollar un plan director a largo plazo, el cual debe abarcar un período lo suficientemente extenso como para asegurar el logro de todas las metas establecidas en la planificación. Por otro lado, el "período de diseño" se define como el lapso, medido en años, durante el cual el sistema y sus componentes pueden desempeñar las funciones para las cuales fueron concebidos. El concepto de "vida útil" se refiere al tiempo que una instalación puede operar sin volverse obsoleta.

El Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSa) propone los siguientes periodos de diseño para este tipo de proyectos:

- Obras Civiles: 20 años.



- Instalaciones electromecánicas: 10 años.

Teniendo en cuenta que para que para que la obra empiece a operar previamente es necesario llevar a cabo un proceso que implica la solicitud de factibilidad, la planificación y diseño, la búsqueda de financiamiento, la contratación, la construcción, los controles, la entrega de conformes a obra y finalmente la puesta en marcha, se propone como año 0 al 2028. Para las instalaciones electromecánicas el año 10 del proyecto será el 2038 y como primera medida debe evaluarse como llegarán en funcionamiento los equipos dimensionados para la demanda de caudal de este periodo. Para el año 20 del proyecto (2048), deberá evaluarse el desempeño de los equipos de bombeo para constatar si el funcionamiento de estos garantiza que se cubra el caudal necesario para la población estimada para este año de diseño; si será necesario analizar la incorporación de un nuevo sistema de bombeo, o bien, la incorporación de otro sistema de las mismas características que sirva de complemento y garantice un funcionamiento adecuado.

3.2 Estudio de la Población

Teniendo en cuenta el periodo de diseño de este tipo de proyectos, se debe estimar la población futura a servir durante dicho periodo, tanto para el año 10 (2038), como para el año 20 (2048). Para esto se recurre a una serie de métodos de proyección demográfica basados en datos censales existentes, y analizando los resultados a partir de la consideración de ciertos factores que tienen incidencia en el crecimiento poblacional, como las actividades económicas que se desarrollan y el rango promedio de edades de los habitantes, finalmente se adopta la proyección que mejor se adecúe al proyecto en cuestión.

Los métodos más utilizados son:

- ✓ Tasa media decreciente.
- ✓ Interés compuesto.
- ✓ Crecimiento aritmético.
- ✓ Crecimiento exponencial.
- ✓ Curva Logística.



Los datos utilizados en cada uno de los métodos fueron extraídos del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INDEC), más específicamente los censos de los años 2001, 2010 y 2022 tanto de la provincia de Corrientes como de las localidades de Monte Caseros, Curuzú Cuatí y Sauce.

Se presentan en las tablas 1, 2, 3 y 4 los datos de los censos mencionados:

Tabla 1. Datos censales de la provincia de Corrientes (Fuente: INDEC)

Corrientes			
Año	2001	2010	2022
Población	930.991	992.595	1.212.696
Viviendas	225957	293237	408682
Nº habitantes/vivienda.	4,12	3,38	2,97

Tabla 2. Datos censales de la localidad de Curuzú Cuatí (Fuente: INDEC)

Curuzú Cuatí			
Año	2001	2010	2022
Población	42.075	44.384	51.532
Tasa intercensal	-	0,0060	0,0125

Tabla 3. Datos censales de la localidad de Sauce (Fuente: INDEC)

Sauce			
Año	2001	2010	2022
Población	9.151	9.032	10.382
Tasa intercensal	-	-0,0015	0,0117

Tabla 4. Datos censales de la localidad de Monte Caseros (Fuente: INDEC)

Monte Caseros			
Año	2001	2010	2022
Población	33.684	36.338	45.670
Tasa intercensal	-	0,0085	0,0192



Se describe a continuación el procedimiento correspondiente a cada método mencionado:

3.2.1 Tasa geométrica decreciente

En este método, la tasa media anual para la proyección de la población se define basándose en el análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos períodos intercensales (2001-2010 y 2010-2022)

El método utiliza para la proyección futura la siguiente expresión:

$$P_n = P_0 * (1 + i)^n$$

Donde:

$$i_1 = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 ; i_2 = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

P_n = estimación de población al año n

P_0 = La población base al año 0.

i = tasa media anual de proyección.

n = número de años transcurridos entre la población base y el año de proyección.

Para definir la tasa con que se proyectará cada período, se comparan las tasas “ i_1 ” e “ i_2 ” correspondientes a los periodos intercensales mencionados; si la tasa “ i_2 ” es mayor que la tasa “ i_1 ” se toma el promedio de ambas “ i_m ”, si es menor, se adopta el valor de la tasa “ i_2 ”. Se presenta en la tabla 5 las tasas de crecimiento de cada periodo en cada localidad.



Tabla 5. Tabla resumen de tasas, localidades Curuzú Cuatí, Monte Caseros y Sauce (Fuente: elaboración propia).

Ciudad Tasa	Curuzú Cuatí	Sauce	Monte Caseros
I₁ (%)	0,006	-0,001	0,008
I₂ (%)	0,013	0,012	0,019
I_m (%)	0,009	0,005	0,014

Dados los resultados para las tres localidades, la proyección se realizó con las respectivas tasas medias i_m . Se presenta en la tabla 6 la proyección establecida para cada una de las localidades:

Tabla 6. Resumen de Cantidad de habitantes según la Tasa geométrica decreciente (Fuente: elaboración propia).

n	Año	Cantidad de habitantes		
		Curuzú Cuatí	Sauce	Monte Caseros
0	2.028	54.455	10.971	48.260
10	2.038	59.700	12.028	52.908
20	2.048	65.449	13.186	58.004

3.2.2 Interés compuesto

El método utiliza la siguiente fórmula para la proyección:

$$P_n = P_o * (1 + i)^n$$

Donde:

P_n = estimación de población

P_o = La población base correspondiente al año 0.

i = tasa media anual de proyección

n = número de años transcurridos entre la población base y el año de proyección.

En este caso, la tasa media anual i tiene el mismo valor que " i_m " del método anterior, por lo que los resultados de ambos métodos son iguales.



Se presenta en la tabla 7 los resultados de la proyección a través del método del interés compuesto:

Tabla 7. Resumen de Cantidad de habitantes según el interés compuesto (Fuente: elaboración propia).

Cantidad de habitantes				
n	i	0,0092	0,0051	0,0138
	Año	Curuzú Cuatiá	Sauce	Monte Caseros
0	2.028	54.455	10.704	49.598
10	2.038	59.700	11.264	56.910
20	2.048	65.449	11.853	65.299

3.2.3 Crecimiento Aritmético

Se estima la población futura por medio de la ecuación:

$$P_n = P_a * (1 + i * T)$$

Donde:

P_n = población del año n

P_a = último dato de población disponible.

i = tasa intercensal

T = número de años del periodo

Se presenta en la tabla 8 los resultados de la proyección mediante el método del crecimiento aritmético.



Tabla 8. Resumen de Cantidad de habitantes según el Crecimiento aritmético (Fuente: elaboración propia).

Cantidad de habitantes				
n	i	0,0092	0,0051	0,0138
	Año	Curuzú Cuatía	Sauce	Monte Caseros
0	2.028	54.388	10.957	48.201
10	2.038	59.412	11.969	52.654
20	2.048	64.436	12.981	57.106

3.2.4 Crecimiento Exponencial

La población se determina con la expresión:

$$P_n = P_a * e^{i*T}$$

Donde:

P_n = población del año n

P_a = último dato de población disponible.

i = tasa intercensal.

T = número de años del periodo

Se presenta en la tabla 9 los resultados de la proyección por el método del crecimiento exponencial.

Tabla 9. Resumen de Cantidad de habitantes según el Crecimiento exponencial. (Fuente: elaboración propia).

n	Año	Cantidad de habitantes		
		Curuzú Cuatía	Sauce	Monte Caseros
0	2.028	54.469	10.705	49.626
10	2.038	59.740	11.266	56.996
20	2.048	65.522	11.857	65.460



3.2.5 Curva Logística

El ajuste de una curva logística a una serie numérica se hace por el método de los puntos elegidos, para lo cual se toman tres puntos de la curva que estén sobre la línea de la tendencia; de este modo se obtiene un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas que permite determinar los parámetros de la curva. Para simplificar la resolución del sistema de ecuaciones, se toman tres puntos de abscisas equidistantes (tiempo) y se ubica el comienzo del tiempo (t) en el primero de ellos. La expresión de la curva logística para periodos anuales se expresa de la siguiente forma:

$$P_n = \frac{k}{1 + e^{b-a*n}}$$

Donde:

P_n = población de año n.

K = constante que representa el valor máximo de P_n , valor de saturación.

a; b = constantes que determinan la forma de la curva.

e = base de logaritmo neperiano.

n = número de años considerados

Los parámetros se obtienen de las siguientes ecuaciones:

$$K = \frac{2 * P_1 * P_2 * P_3 - P_2^2 * (P_1 + P_3)}{P_1 * P_3 - P_2^2}$$

$$b = \ln\left(\frac{K - P_1}{P_1}\right)$$

$$a = \frac{\ln \frac{(K - P_2) * P_3}{(K - P_3) * P_2}}{T}$$

**Este método no arrojó resultados para el estudio poblacional.*



3.2.6 Resumen

Se presentan en la tabla 10, tabla 11, tabla 12 y en la ilustración 6, ilustración 7 e ilustración 8 el resumen de cada método de proyección utilizado para las ciudades de Curuzú Cuatiá, Sauce y Monte Caseros respectivamente.

Tabla 10. Resumen de cantidad de habitantes y proyección de Curuzú Cuatiá según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).

Método	2001	2010	2022	2028	2038	2048
Tasa media decreciente	42.075	44.384	51.532	54.455	59.700	65.449
Interés compuesto	42.075	44.384	51.532	54.455	59.700	65.449
Crecimiento aritmético	42.075	44.384	51.532	54.388	59.412	64.436
Crecimiento exponencial	42.075	44.384	51.532	54.469	59.740	65.522

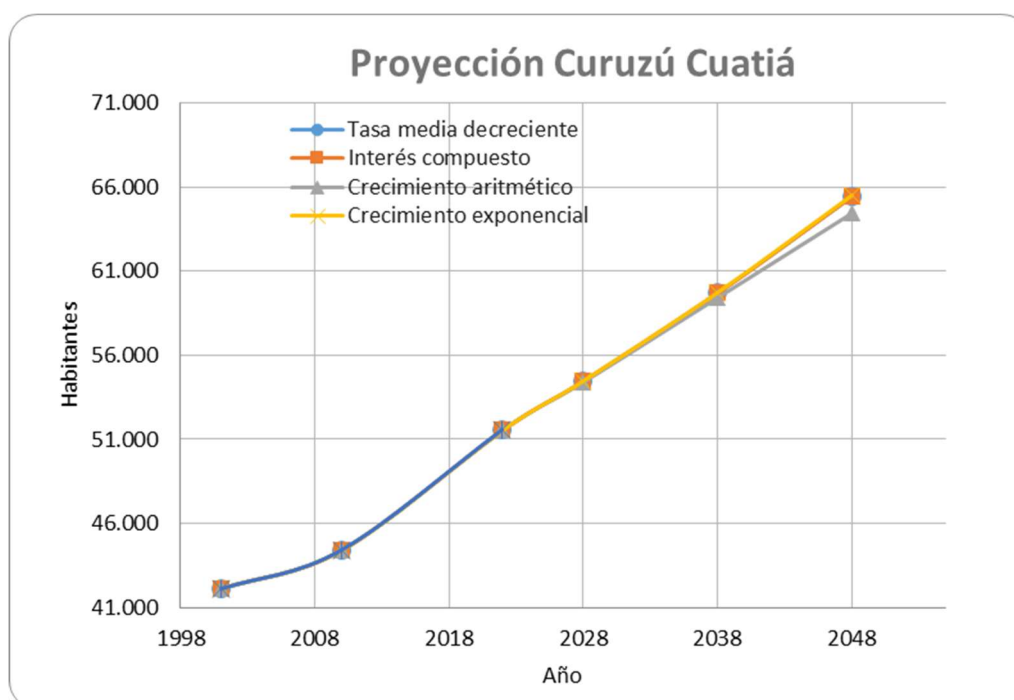


Ilustración 6. Proyección de cantidad de habitantes de Curuzú Cuatiá según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).



Tabla 11. Resumen de cantidad de habitantes y proyección de Sauce según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).

Método	2001	2010	2022	2028	2038	2048
Tasa media decreciente	9.151	9.032	10.382	10.971	12.028	13.186
Interés compuesto	9.151	9.032	10.382	10.704	11.264	11.853
Crecimiento aritmético	9.151	9.032	10.382	10.957	11.969	12.981
Crecimiento exponencial	9.151	9.032	10.382	10.705	11.266	11.857

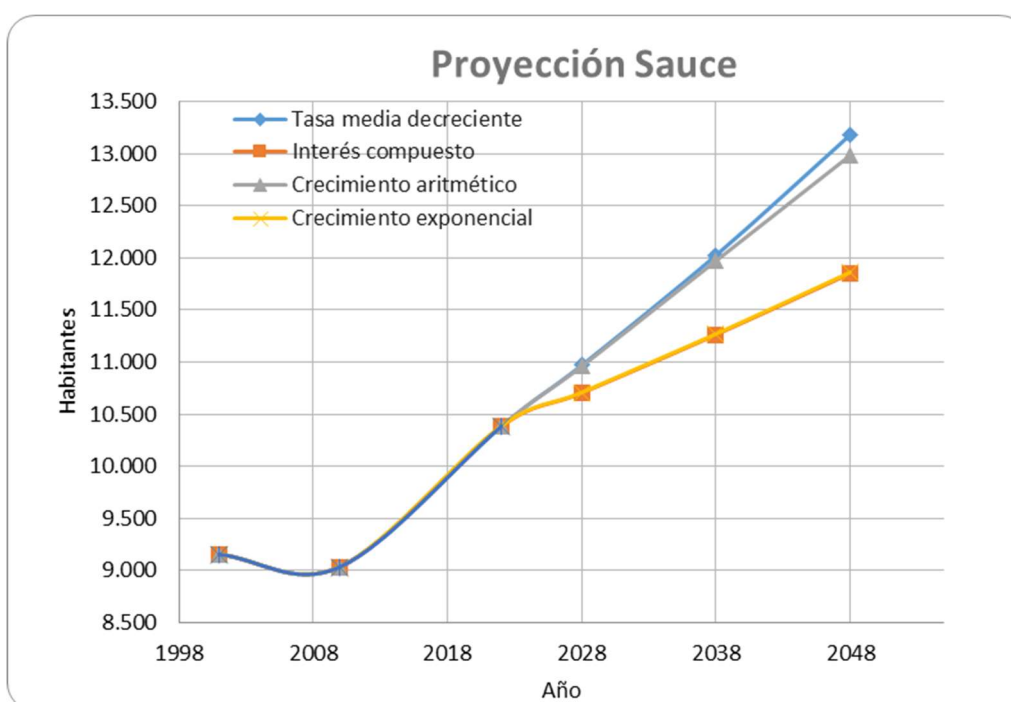


Ilustración 7. Proyección de cantidad de habitantes de Sauce según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).

Tabla 12. Resumen de cantidad de habitantes y proyección de Monte Caseros según distintos métodos (Fuente: elaboración propia).

Método	2001	2010	2022	2028	2038	2048
Tasa media decreciente	33.684	36.338	45.670	48.260	52.908	58.004
Interés compuesto	33.684	36.338	45.670	49.598	56.910	65.299
Crecimiento aritmético	33.684	36.338	45.670	48.201	52.654	57.106
Crecimiento exponencial	33.684	36.338	45.670	49.626	56.996	65.460

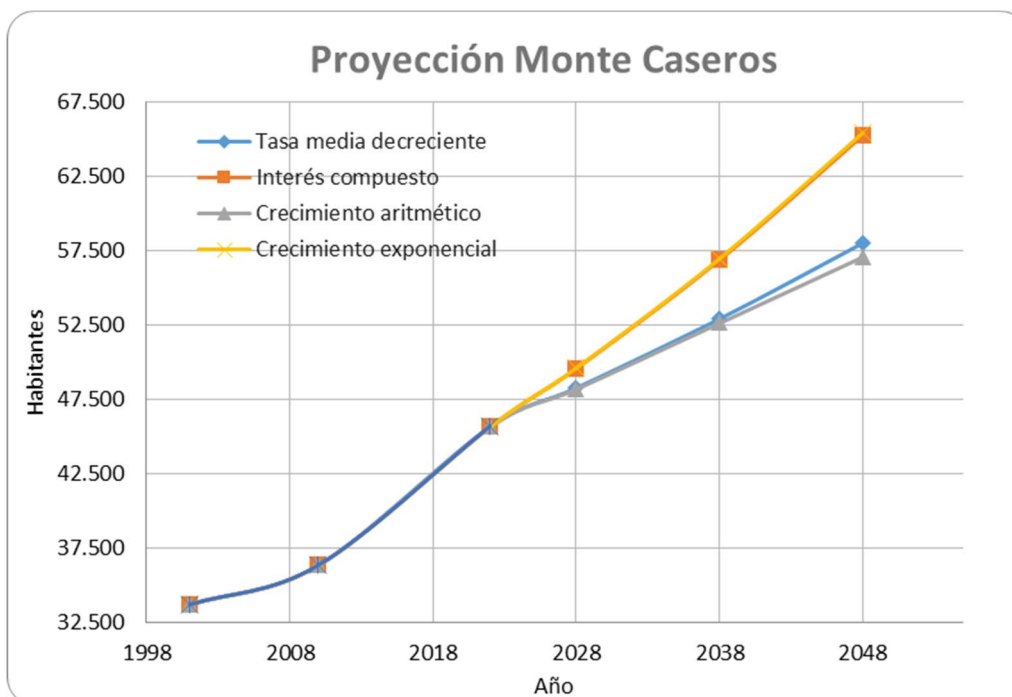


Ilustración 8. Proyección de cantidad de habitantes de Monte Caseros según distintos métodos
(Fuente: elaboración propia).

El análisis poblacional se hizo discriminando cada localidad ya que, a lo largo del proyecto, se recurrirán a los datos por separado en función de las etapas de este. Además, como se puede observar en los gráficos de tendencia (Ilustración 6, Ilustración 7 e Ilustración 8) el comportamiento de los métodos en función de la población de cada localidad es diferente.

En la localidad de Curuzú Cuatía se trabajará con la proyección estimada por el método del crecimiento aritmético, teniendo en cuenta la similitud de las líneas de tendencia de las proyecciones, se asume que sería prácticamente indistinto tomar una u otra. Para la localidad de Sauce se opta por la misma tendencia por encontrarse en un valor medio entre los resultados. Además, la tendencia de crecimiento del método continúa a la del periodo 2010-2022.

En cuanto a Monte Caseros, se toma la tasa media decreciente, método cuyo resultado arrojó una tendencia media. Nuevamente evaluando en conjunto de la misma manera que Sauce, se continúa con la tendencia de crecimiento del periodo intercensal 2010-2022.



3.3 Análisis de demanda de caudal

Cuando se analiza la dotación de consumo de agua, se deben considerar factores como:

- **Tipo de usuario:** es necesario identificar si se trata de una vivienda residencial, una industria, un establecimiento comercial, una institución educativa u otra entidad, ya que los requerimientos de consumo de agua varían significativamente según su finalidad.

- **Normativas y regulaciones:** se deben tener en cuenta las normativas locales, regionales o nacionales que puedan aplicarse al proyecto. Estas normativas establecen estándares mínimos para el consumo de agua y pueden requerir eficiencia en su uso o la reutilización del agua.

- **Eficiencia y tecnología:** evaluar y seleccionar tecnologías y equipos que minimicen las pérdidas de agua y optimicen su uso. Esto incluye dispositivos de bajo consumo en sanitarios, grifos y duchas, así como sistemas de riego eficientes, entre otros.

- **Disponibilidad y recursos hídricos:** se debe evaluar la disponibilidad de recursos hídricos en la zona. Esto implica analizar las fuentes de agua disponibles, como ríos, embalses o acuíferos, y determinar si existen limitaciones en la cantidad de agua que se puede extraer de manera sostenible.

- **Planificación futura:** al considerar la dotación de consumo de agua, es crucial la planificación a largo plazo. Esto implica anticipar el crecimiento demográfico o cambios en las actividades del lugar, asegurándose de que el sistema de suministro de agua pueda satisfacer las demandas futuras sin comprometer los recursos hídricos ni la calidad del servicio.

El agua no contabilizada es otra de las preocupaciones en la gestión del suministro de agua, incluyendo:

- **Pérdidas físicas:** incluyen fugas en cañerías, conexiones defectuosas o roturas en sistemas de distribución, tanto en redes principales como en instalaciones internas de usuarios.



- **Pérdidas comerciales:** se refieren a registros inexactos por errores de medición, facturación incorrecta, conexiones ilegales o uso no autorizado. Pueden ser resultado de prácticas de gestión deficientes o actividades ilegales.

- **Pérdidas administrativas:** relacionadas con ineficiencias en la gestión del suministro, como problemas en la gestión de inventarios, errores en la facturación y cobranza, y falta de control en la administración de recursos hídricos.

La normativa del ENOHSa propone las siguientes dotaciones para determinar el caudal de diseño:

- En el caso que se tenga conexión domiciliaria con medidor: 150 a 200 L/hab/día con un máximo de 250 L/hab/día cuando hay condiciones de clima semiárido o árido.

- En el caso que se tenga conexión domiciliaria sin medidor: 150 a 300 L/hab/día, debiendo verificarse en base a datos de campo en cada caso.

Según micromediciones tomadas por la empresa Aguas de Corrientes S.A, la dotación diaria es:

- Curuzú Cuatía: 115 L/hab/día

- Monte Caseros: 125 L/hab/día

La misma no es concesionaria del servicio en Sauce, pero existe una agrupación vecinal encargada de brindar el servicio a sus habitantes y de acuerdo con lo que se pudo constatar por llamadas telefónicas, la dotación del lugar es de aproximadamente 120 l/hab/día.

Para determinar un caudal de diseño adecuado, cumpliendo con lo que establece ENOHSa, se debe considerar que la mejora del servicio aumenta el consumo y mejora la calidad de vida, además de adicionar las consideraciones mencionadas anteriormente, como el agua no contabilizada y las pérdidas por conducción. De esta manera, se incrementarán los valores del registro de consumos actuales en un 100%, garantizando una dotación eficiente.



Las dotaciones adoptadas serán:

- Curuzú Cuatiá: 230 L/hab/día
- Monte Caseros: 250 L/hab/día
- Sauce: 240 L/hab/día

Se presenta a continuación la tabla 13 resumen:

Tabla 13. Resumen de las dotaciones de consumo en cada localidad (Fuente: elaboración propia).

Localidad	Unidades			
	L/día/hab	m ³ /día/hab	L/s/hab	m ³ /mes/hab
Curuzú Cuatiá	230	0,23	0,0027	6,9
Sauce	240	0,24	0,0028	7,2
Monte Caseros	250	0,25	0,0029	7,5

Los coeficientes de caudal son esenciales para establecer las diversas demandas del sistema en diferentes momentos del horizonte de diseño. En ausencia de registros confiables continuos, con una duración mínima de 36 meses, sobre el consumo de agua potable o las descargas cloacales, se pueden emplear los valores especificados por el ENOHSA, los cuales se presentan a continuación en la tabla 14, en función de la cantidad de habitantes de la localidad considerada.

Tabla 14. Coeficientes de caudal brindados por ENOHSA (Fuente: ENOHSA).

Número de hab.	$\alpha 1$	$\alpha 2$	α	$\beta 1$	$\beta 2$	β
P>15000	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42
3000<P<15000	1,4	1,7	2,38	0,7	0,5	0,35

Donde:

$\alpha 1$, relación entre el caudal medio del día de mayor consumo y el caudal medio anual.

$\alpha 2$, relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio del día de mayor consumo.



α , relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio anual.

β_1 , relación entre el caudal medio del día de menor consumo y el caudal medio anual.

β_2 , relación entre el caudal mínimo horario y el caudal medio del día de menor consumo.

β , relación entre el caudal mínimo horario y el caudal medio anual.

En la tabla 15 se encuentran las nomenclaturas de los distintos caudales utilizados para el análisis.

Tabla 15. Nomenclatura de los distintos caudales según ENOHSA (Fuente: ENOHSA).

Nomenclatura	Denominación	Definición
QAn	Caudal mínimo horario del año n.	Menor caudal instantáneo del día de menor consumo de agua potable de ese año
QBn	Caudal medio mínimo diario del año n.	Caudal medio del día de menor consumo de agua potable del año n.
QCn	Caudal medio diario del año n.	Cantidad de agua promedio consumida en el año n por cada habitante servido.
QDn	Caudal medio máximo diario del año n.	Caudal medio del día de mayor consumo de agua potable del año n.
QEn	Caudal máximo horario del año.	Mayor caudal instantáneo del día de mayor consumo de agua potable de ese año

Los caudales característicos para el diseño del acueducto son:

El caudal medio diario: $Q_{ci} = \text{Dotación} * \text{población año } i$

El caudal máximo diario: $Q_{di} = Q_{ci} * \alpha_1$

El caudal máximo horario: $Q_{ei} = Q_{ci} * \alpha$

Atendiendo a las consideraciones precedentes, los valores que resultan para este proyecto se encuentran especificados en la tabla 16.



Tabla 16. Caudales calculados característicos para el proyecto (Fuente: elaboración propia).

Localidad	n	Caudal medio de consumo de agua			Caudal máximo diario de consumo de agua QDn			Caudal máximo horario de consumo de agua Qen		
		m ³ /día	L/s	m ³ /h	m ³ /día	L/s	m ³ /h	m ³ /día	L/s	m ³ /h
Curuzú	0	12.509	145	521	16.262	188	678	24.393	282	1.016
	10	13.665	158	569	17.764	206	740	26.646	308	1.110
	20	14.820	172	618	19.266	223	803	28.900	334	1.204
Sauce	0	2.630	30	110	3.682	43	153	6.259	72	261
	10	2.873	33	120	4.022	47	168	6.837	79	285
	20	3.115	36	130	4.362	50	182	7.415	86	309
Monte Caseros	0	12.065	140	503	15.685	182	654	23.527	272	980
	10	13.227	153	551	17.195	199	716	25.793	299	1.075
	20	14.501	168	604	18.851	218	785	28.277	327	1.178
TOTAL	0	27.204	315	1.133	35.628	412	1.485	54.178	627	2.257
	10	29.764	344	1.240	38.981	451	1.624	59.276	686	2.470
	20	32.437	375	1.352	42.479	492	1.770	64.591	748	2.691

El caudal de dimensionamiento adoptado es el máximo diario, según lo indicado en la norma ENOHSa. Esto se debe a que los volúmenes de reserva en las cisternas de cada localidad permiten cubrir los picos de demanda.

4. ESTUDIO DE LA FUENTE DE AGUA

Para poder llevar a cabo la elección de una fuente hidrológica para una obra de toma se deben analizar los siguientes aspectos:

- Disponibilidad de la fuente de agua y capacidad de captación.
- Calidad de la fuente de agua.
- Accesibilidad y proximidad.

4.1. Disponibilidad de la fuente y capacidad de captación

Al momento de evaluar las distintas alternativas que existen como posibles fuentes de captación y garantizar una gestión efectiva, es imprescindible llevar a cabo un análisis del caudal, el cual debe incluir el estudio del comportamiento de la fuente y las posibles variaciones estacionales que puedan influir en ella. De esta manera se podrá entender cómo fluye el agua a lo largo del tiempo, permitiendo satisfacer las demandas de manera sostenible.

La zona en estudio cuenta con diversas fuentes disponibles para la captación de agua, principalmente los ríos Paraná y Uruguay, que poseen un caudal medio de 16.000m³/s y 4.600m³/s, respectivamente. Ambos se caracterizan por ser ríos perennes.

Por otro lado, los ríos Miriñay, Sauce, Curuzú Cuatiá y Corriente presentan un caudal medio entre 100 y 300m³/s, y estos últimos disminuyen su cauce drásticamente en períodos secos y algunos presentan un carácter intermitente, lo cual los vuelve fuentes poco confiables para la extracción de agua de manera continua en épocas de estiaje. No se mencionan las lagunas, ya que mayoritariamente se ubican dentro del Parque Nacional Iberá, donde está prohibida la extracción de recursos naturales para estos fines. Se observan los recursos hídricos de la provincia en la Ilustración 9.



Ilustración 9. Mapa de los recursos hídricos superficiales de la provincia de Corrientes (Fuente: Instituto Correntino del Agua y el Ambiente ICAA).

Se considera al río Uruguay como el más apropiado por diversas razones; en primer lugar, su disponibilidad permanente de agua con un caudal medio de alrededor de $4.600 \text{ m}^3/\text{s}$ y,



por otro lado, al analizar la distancia de las posibles trazas para la conducción del agua desde el río Uruguay hasta Curuzú Cuatiá, éstas son más cortas que la traza posible desde el río Paraná hasta Sauce.

Según ENOHSa, la obra de toma debe ser capaz de captar el caudal de diseño incluso en las condiciones más desfavorables, es decir, en períodos de estiaje; para lo cual se debe determinar el caudal mínimo disponible del curso de agua, sustentado en datos de aforos y pluviométricos. En estos términos, el caudal de la fuente debe ser al menos tres veces el caudal máximo diario previsto para el final del período de diseño (en este caso, para 2048). Esta consideración asegura que la obra de toma no afecte negativamente al ecosistema del río y que la captación de agua se realice de manera sostenible para evitar la sobreexplotación de la fuente hidrológica.

Atendiendo a las exigencias de la normativa, se ha observado que el río Uruguay en la sección Monte Caseros-Bella Unión (MC-BU) alcanza un caudal en periodos de estiaje de aproximadamente $392,400\text{m}^3/\text{h}$, valor que supera en 220 veces al caudal máximo diario del año 20 estimado para el proyecto (ver tabla 16).

4.2. Calidad de la fuente de agua

Evaluar la calidad del agua no tratada de fuentes superficiales como el río Uruguay es un proceso fundamental para garantizar la aptitud para el consumo de los habitantes a los que suministrará. Para evaluar las posibles fuentes a utilizar, se puede emplear la clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo con su calidad y requerimiento de tratamiento necesario para cumplir con las normas de potabilidad. Se muestra en la tabla 17 los requerimientos:



Tabla 17. Clasificación de las aguas según NB-592 (Fuente ENOHSA).

Característica básica	Tipo			
	A	B	C	D
DBO (mg/L) ▪ Media ▪ Máxima de cualquier muestra	< 1.5 3.0	1.5 – 2.5 4.0	2.5 – 4.0 6.0	4.0 > 6.0
Coliformes totales (NMP/100 mL) Media mensual Máximo	50 – 100 >100 (*)	100 – 5000 > 5000 (**)	5000 – 20000 > 20000 (***)	>20000 ---
pH	5 – 9	5 – 9	5 – 9	3.8 – 10.3
Cloruros (mg/L)	< 50	50 – 250	250 – 600	> 600
Fluoruros (mg/L)	< 1.5	1.5 – 3.0	>3.0	---

- (*) En menos de 5% de las muestras examinadas
(**) En menos de 20% de las muestras examinadas
(***) En menos de 5% de las muestras examinadas

Estos parámetros incluyen aspectos biológicos como la presencia de microorganismos patógenos que pueden causar enfermedades si se consumen sin tratamiento adecuado. También se deben evaluar los sólidos suspendidos que pueden afectar la claridad y la apariencia estética del agua.

Además, se debe analizar la presencia de contaminantes químicos que pueden tener efectos tóxicos y acumulativos en los ecosistemas acuáticos y en la salud humana si se encuentran en niveles elevados.

El pH del agua, su temperatura y otros parámetros fisicoquímicos también son consideraciones importantes, ya que influyen en la capacidad del agua para soportar vida acuática, disolver nutrientes y otros compuestos, y mantener un ambiente acuático equilibrado.

Debido al alcance de este proyecto y a la necesidad de recurrir a toma de muestras y estudios químicos de la fuente se establece que el río Uruguay es, en cuanto a calidad del agua, una alternativa viable debido a que ya existen sobre él importantes obras de toma que abastecen a distintas ciudades costeras que lo rodean. Entre ellas se pueden mencionar Paso de los Libres, Santo Tomé, Monte Caseros, Federación, Concordia y Salto (BR).



4.3 Accesibilidad y proximidad

La accesibilidad se refiere a la facilidad de llegar a la ubicación de la obra para realizar trabajos de construcción, mantenimiento y operación. Esto incluye la existencia y calidad de los caminos de acceso, la topografía del terreno y la cercanía a centros logísticos y urbanos, que facilitan el transporte de materiales y personal.

La proximidad se refiere a la distancia entre la obra de toma y el punto de distribución del agua. Una menor distancia no solo reduce los costos de instalación y operación de las cañerías, sino también los sistemas de bombeo necesarios para transportar el agua. Además, facilita una respuesta rápida ante emergencias, como reparaciones o ajustes operativos, lo que asegura un suministro continuo y eficiente.

5. OBRA DE TOMA Y POZO DE BOMBEO

La obra de toma es una infraestructura necesaria en este sistema de abastecimiento de agua y debe ser diseñada para extraer agua del río Uruguay y dirigirla hacia la planta de tratamiento para luego distribuirla a las localidades respectivas.

La estructura debe estar diseñada para soportar las condiciones ambientales y operativas del sitio, lo cual incluye la construcción de canales de aducción, estructuras de soporte para los canales, cribas para evitar la entrada de sedimentos, desechos, entre otros.

5.1 Ubicación de la obra de toma

La correcta elección de la ubicación de la obra de toma es crucial para el funcionamiento del sistema de abastecimiento, para lo cual debe tenerse en cuenta parámetros como accesibilidad, topografía y perfil batimétrico, entre otros. Monte Caseros y su zona aledaña (Ilustración 10) cumplen con los requisitos mencionados anteriormente, permitiendo llevar a cabo todas las actividades necesarias tanto en la fase de ejecución como en la de operación.



Ilustración 10. Monte Caseros, zona aledaña al río Uruguay (Fuente: Google Earth, año 2024).

Es primordial escoger un sitio libre de riesgos de inundaciones para asegurar un acceso continuo y seguro, para lo cual se analiza el plano de curvas de nivel (ver plano 1-ANEXO 1) en conjunto con imágenes satelitales tomadas en concordancia con los registros históricos de inundaciones para visualizar y delimitar las áreas anegadas próximas a la ribera del río, tomando como referencia la imagen satelital correspondiente al 1 de agosto de 1983, capturada 10 días después de la inundación histórica del 21 de julio de 1983, la cual resulta válida ya que se requieren entre 2 y 3 semanas para que el cauce vuelva a valores medios. Se determinó una zona libre de inundaciones que se puede apreciar en la Ilustración 11.

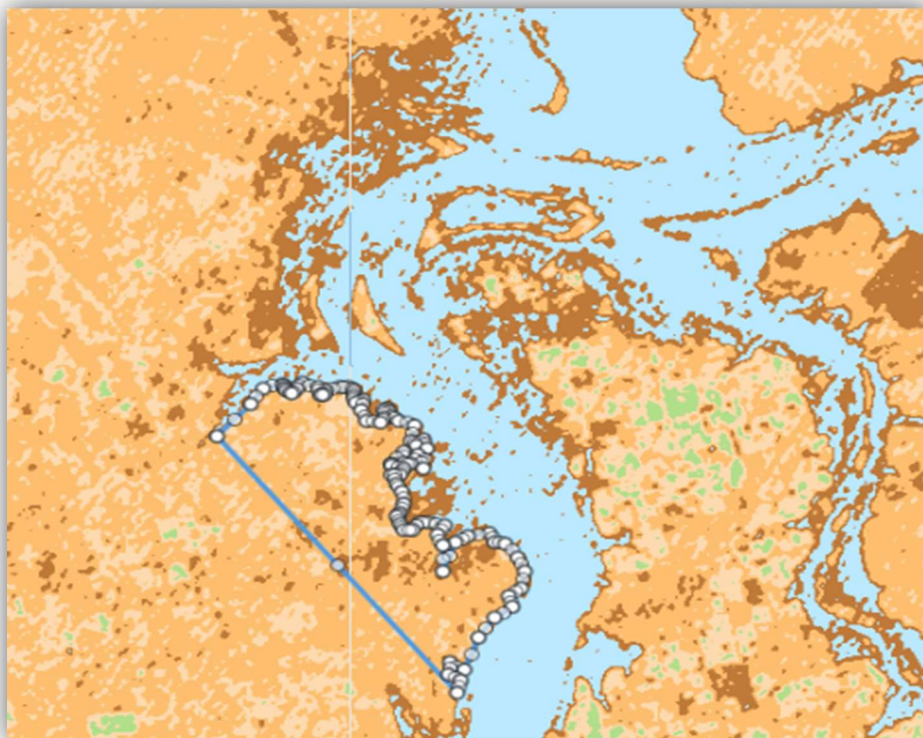


Ilustración 11. Zona libre de inundaciones extraordinarias en Monte Caseros; Satélite: Landsat 4;
BANDAS: $1.5 \cdot (B3 - B2) / (B3 + B2 + 0.5)$; fecha: 01-08-1983 (Fuente: elaboración propia).

5.2 Elección del tipo de toma

Se fundamenta en la eficiencia y el rendimiento con las que trabajan las cinco obras de toma existentes y en funcionamiento sobre las márgenes del río Uruguay (ver tabla 18), además, el río presenta un comportamiento con variaciones marcadas en lapsos breves y en épocas de crecientes arrastra objetos que pueden causar daños a las estructuras ubicadas en las riberas; por estos motivos, se ha optado por la elección de una obra de toma de aducción.



Tabla 18. Obras de toma existentes sobre las márgenes del río Uruguay y otros (Fuente:INA).



2023 – “1983-2023 – 40 años de Democracia”

Nombre de Toma	Río	Ciudad	Provincia
Formosa 1 Km 218	Paraguay	Formosa	Formosa
Formosa 207,8	Paraguay	Formosa	Formosa
Barranqueras	Riacho Barranqueras	Barranqueras	Chaco
Puerto Piray aducción/flotante	Arroyo Piray Guazú	Puerto Piray	Misiones
Monte Caseros	Uruguay	Monte Caseros	Corrientes
Santo Tomé	Uruguay	Santo Tomé	Corrientes
Paso de la Patria	Paraná	Paso de la Patria	Corrientes
Goya Toma 1	Riacho Goya	Goya	Corrientes
Goya Toma 2	Riacho Goya	Goya	Corrientes
Itatí CO.VE.SA.	Paraná	Itatí	Corrientes
Corrientes	Paraná	Corrientes	Corrientes
San Javier	San Javier	San Javier	Santa Fe
San Javier	San Javier	San Javier	Santa Fe
Guauguaychú	Guauguaychú	Guauguaychú	Entre Ríos
Concordia	Uruguay	Concordia	Entre Ríos
Colón	Uruguay	Colón	Entre Ríos
Concepción del Uruguay	Uruguay	Concepción del Uruguay	Entre Ríos
Buenos Aires Toma 1 AySA	Río de la Plata	CABA	Buenos Aires
Buenos Aires Toma 2 AySA	Río de la Plata	CABA	Buenos Aires
Quilmes/Bernal	Río de la Plata	Bernal	Buenos Aires
Toma ABSA Punta Lara	Río de la Plata	Ensenada	Buenos Aires

Estas estructuras conocidas como "cámara de bombeo directa sobre la margen", constan de una cañería de aducción introducida en el interior del río a una distancia y profundidad que permitan el ingreso del agua por una rejilla, asegurando un funcionamiento óptimo durante períodos de caudales mínimos, es decir, la captación se ubica por debajo del nivel mínimo en periodos de estiaje para asegurar que el agua sea transportada por gravedad mediante dos cañerías de igual diámetro, permitiendo la captación continua en caso de que una se encuentre fuera de servicio.

El agua cruda captada y transportada por la aducción arriba a un receptáculo denominado “pozo de aducción” que deberá tener el espacio y la profundidad suficientes para que las bombas en servicio puedan impulsar el agua no tratada a la planta potabilizadora, como se observa en la Ilustración 12.

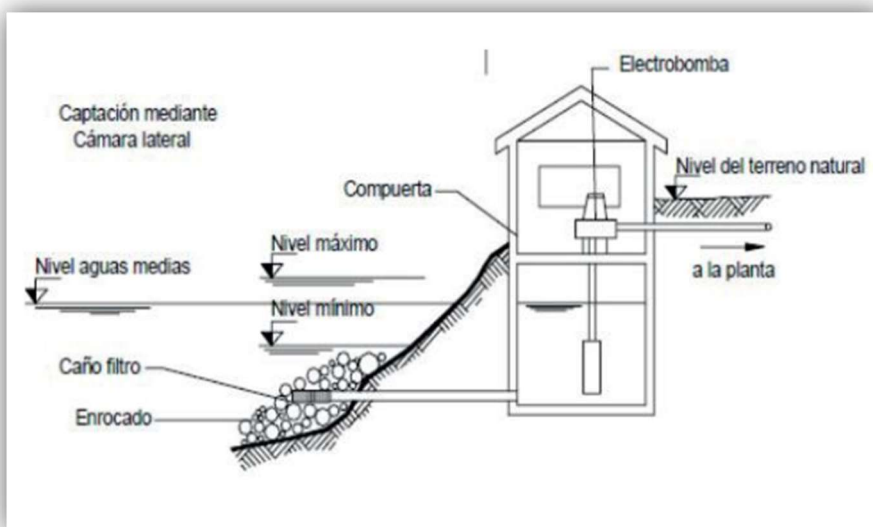


Ilustración 12. Croquis de obra de toma por aducción y estación de bombeo en la margen del río
(Fuente: Instituto Nacional del Agua (INA), año 2024).

5.3 Diseño y cálculo de la aducción

Como se mencionó en 4.1, la obra de toma debe ser capaz de captar el caudal de diseño al final del periodo estipulado aún en las condiciones más desfavorables, asimismo el caudal de la fuente en dichas condiciones debe ser como mínimo el triple del caudal máximo diario establecido al año 20 (2048).

Para el diseño de la aducción se recurrió a los datos batimétricos y los registros históricos de la sección Monte Caseros – Bella Unión brindados por la consultora Consulbaires, los cuales permitieron visualizar el mínimo minimorum del río, que, según los registros del año 1945 habría alcanzado un valor de -0,25 m en la escala hidrométrica, es decir 32,18 msnm.

Por su parte, en dicha sección el río Uruguay posee un ancho total de 1400 metros; teniendo esto en cuenta y considerando una revancha de 20cm por debajo del mínimo minimorum para cumplir con lo expresado precedentemente, la aducción tendrá una longitud de aproximadamente 530 metros y su embocadura tendrá una cota de 31,98 msnm (ver plano 2-ANEXO 1).

El sistema de aducción estará formado por dos cañerías de PEAD de 800mm de diámetro, ambas operando a capacidad reducida como medida preventiva ante posibles



eventualidades como roturas o trabajos de mantenimiento y en caso de que una cañería esté fuera de servicio, la otra debe ser capaz de transportar el caudal diseñado para asegurar un servicio continuo sin interrupciones.

En la superficie, por encima del pozo de bombeo, se ubicará la estación de bombeo con toda la instalación necesaria para operar el sistema, incluyendo artefactos electromecánicos, tableros eléctricos, grúa pórtico, cabinas de control y otros elementos esenciales. Este espacio estará cubierto para prolongar la vida útil de los equipos y garantizar su correcto funcionamiento.

La obra debe ubicarse en un sitio que asegure la accesibilidad permanente al lugar para garantizar plena operatividad, con lo cual se deberá ubicar por encima de la cota de máxima inundación registrada, que según los datos obtenidos tiene un valor de 10,19m que datan del 21 de julio de 1983 (Cota 42,62 msnm) (ver planos 3 y 4-ANEXO 1). Según los datos topográficos de las curvas de nivel obtenidos según el Instituto Geográfico Nacional (IGN), la cota del terreno en el lugar elegido para la ubicación del pozo de bombeo es de 39 msnm, con lo cual se prevé la construcción de un terraplén de acceso.

El cálculo de la aducción y pozo de bombeo se encuentra en el ANEXO N° 2, junto a los respectivos planos. A continuación, se detallan los resultados obtenidos:

- Número de cañerías de aducción: 2**
- Longitud hasta el pozo: 520m**
- Diámetro nominal: 800mm- Clase 6- PEAD**
- Tirante en el punto de toma, analizado a partir del mínimo mínimo: 1,49m**
- Pendiente cañería de aducción hacia el pozo: 0,0004m/m**
- Cota del intradós de la cañería en la entrada del pozo: 31,26m**
- Cota del nivel dinámico mínimo de agua en el pozo: 31,26m**
- Cota del fondo del pozo: 29,56m**



-Altura del pozo: 13,4m

5.4 Diseño del terraplén de acceso

La construcción del terraplén permitirá el acceso permanente a la estación de bombeo incluso en épocas de inundación, garantizando el tránsito de diferentes vehículos, incluyendo automóviles de los operarios y un camión grúa para traslado de los equipos para mantenimiento y reparación. Esto permitirá una conexión sencilla y segura entre la planta potabilizadora y la estación de bombeo.

El terraplén constará de dos partes:

-Tramo recto.

-Tramo final.

El tramo inicial, que se extiende de manera recta desde la planta potabilizadora hasta el ensanchamiento del terraplén (zona cercana a la estación de bombeo), contempla un ancho de aproximadamente 8m, permitiendo una circulación segura para todo tipo de vehículos y la posibilidad de circulación en doble mano, destacando que a este acceso solo podrán ingresar operarios y personal exclusivo de la planta que realizan tareas de inspección, control y mantenimiento.

En el tramo final el terraplén se ensancha hasta la estación de bombeo situada a orillas del río Uruguay, permitiendo que un camión grúa pueda maniobrar libremente; este servirá como conexión entre el terraplén de suelo compactado y la plataforma de hormigón del sitio.

Sobre el lateral izquierdo del terraplén estará situada la cañería de impulsión de agua cruda hasta la planta, la cual consistirá en un caño de PEAD de 800mm; para ello se requiere un diseño y una ejecución meticulosa, lo que implica varias consideraciones técnicas y prácticas para asegurar tanto la integridad del terraplén como la protección del caño (ver planos 3 y 4-ANEXO 1).

Para el dimensionamiento del terraplén se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:



- **Cota del Terraplén:** deberá alcanzar un valor por encima de la máxima inundación registrada; por lo tanto, se adoptará cota de 44 metros, la cual se logrará mediante el relleno con suelo seleccionado y adecuadamente compactado.

- **Carga Vehicular:** debe ser diseñado para soportar las cargas de tránsito previstas, incluyendo autos y un camión grúa cargados; esto implica considerar el peso de los vehículos y la frecuencia de uso.

- **Geometría del Terraplén:** la pendiente del terraplén debe ser adecuada para garantizar tanto la estabilidad como el drenaje por lo que se recomienda una pendiente lateral de 1:3 para asegurar la estabilidad del suelo.

- **Materiales de Relleno:** la elección del material de relleno es crucial para asegurar la estabilidad y durabilidad del terraplén, para lo cual se debe utilizar suelo con buenas propiedades de compactación y drenaje. Para cumplir adecuadamente con este aspecto es necesario realizar estudios de suelo, pero debido al alcance de este proyecto se toma como referencia lo establecido por la Dirección de Recursos Forestales del Ministerio de Producción de la provincia de Corrientes, que indica que *“los suelos que caracterizan a esta zona son arenosos y ligeramente ondulados, esqueléticos y de deficiente drenaje”*. Por esta razón se deberá plantear una mejora de las características del suelo que garantice la eficiencia del drenaje, como podría ser la utilización de suelos de agregado grueso o geotextiles. Además, se recomienda llevar a cabo los controles de calidad necesarios durante el proceso de compactación para garantizar que se alcancen las densidades requeridas y de este modo, se eviten asentamientos diferenciales futuros.

- **Drenaje Superficial:** el diseño debe incluir sistemas de drenaje superficial para evitar la acumulación de agua en la superficie y la erosión, los cuales pueden ser zanjás, cunetas y canales revestidos.

- **Drenaje Subterráneo:** sistemas como tubos perforados y geotextiles pueden ser utilizados para evitar la acumulación de agua en el material de relleno.



- **Cumplimiento Normativo:** debe asegurarse que el diseño y la construcción cumplan con los reglamentos nacionales.

5.5 Recomendaciones para la obra de toma

- La boca de captación debe estar equipada con protecciones adecuadas, como rejas o láminas perforadas, para prevenir la entrada de elementos sólidos o cuerpos extraños que pueda transportar el curso de agua y, además, se debe garantizar su limpieza periódica para evitar obstrucciones que podrían dañar o bloquear el sistema durante el transporte del agua sin tratar.
- Es crucial asegurar la seguridad estructural ubicando la obra en un lecho estable y realizando verificaciones contra flotación, volcamiento y socavaciones. Deben considerarse instalaciones de alivio o descarga para enfrentar crecidas, junto con protecciones adecuadas para la navegación en el río.
- La estación de bombeo debe ser calculada estructuralmente; sin embargo, para propósitos didácticos y dentro del alcance de este proyecto, se realiza un diseño preliminar.
- Se recomienda realizar un estudio detallado sobre la hidrodinámica del río y la posible sedimentación en las orillas para evitar la ubicación de la toma en estas zonas.
- Es fundamental establecer una señalización adecuada en el sitio de la reja de entrada de agua al sistema de aducción para prevenir accidentes a embarcaciones y evitar daños estructurales que puedan interrumpir el servicio.
- En el nivel actual del anteproyecto se han identificado las partes fundamentales del terraplén. Sin embargo, para obtener un mayor nivel de detalle, se requieren estudios de suelos específicos que permitirán realizar los cálculos necesarios para determinar las capas de suelo a compactar para el tránsito de diseño correspondiente. Además, deberán analizarse elementos de seguridad pertinentes, como la iluminación, el transporte de la corriente eléctrica necesaria, barandas, entre otros, para asegurar que el terraplén sea seguro en todo momento.



6. DISEÑO DE PLANTA POTABILIZADORA

Su principal función es transformar el agua cruda proveniente de una fuente natural en agua potable segura y apta para el consumo humano, proceso que implica una serie de etapas que incluyen la captación del agua, su tratamiento mediante procesos fisicoquímicos y biológicos, la desinfección para eliminar microorganismos patógenos, y finalmente su almacenamiento para posteriormente ser distribuida a los consumidores finales.

Actualmente, Monte Caseros cuenta con su propio sistema de aducción y planta potabilizadora, la cual fue diseñada para el abastecimiento local. En ese sentido, este anteproyecto prevé la necesidad de abastecer además de la mencionada, otras dos localidades, por lo que se vuelve necesaria la construcción una nueva planta de tratamiento de mayor capacidad, sacando de servicio a la existente una vez que la proyectada se encuentre funcionando.

Por su parte, no se propone la ampliación de la planta actual ya que la misma está situada en pleno ejido urbano y las dimensiones obtenidas en el predimensionamiento indican que el espacio no es suficiente para garantizar la correcta potabilización de toda la demanda a lo largo de los años de diseño.

6.1 Emplazamiento

La ubicación de la planta potabilizadora en cercanías del río tiene una serie de ventajas, entre las que se pueden destacar:

-Acceso continuo de agua: necesita una cantidad constante de ingreso de agua cruda para operar eficientemente, al estar cerca de un río, se asegura un suministro continuo para garantizar que la planta pueda funcionar sin interrupciones.

-Reducción de costos de energía: al ubicar la planta en cercanías del río Uruguay, se está garantizando una reducción significativa de estos costos ya que se minimiza la necesidad de sistemas de bombeo complejos y cañerías de larga distancia.



-Menor inversión en almacenamiento: la planta puede reducir la necesidad de grandes infraestructuras de almacenamiento por tiempo prolongado ya que se puede trabajar con un flujo continuo de agua.

-Gestión ambiental más sostenible: una ubicación cercana al río puede tener un menor impacto ambiental en comparación con una ubicación distante, se evita la construcción de infraestructuras masivas de transporte de agua y se reduce la huella de carbono asociada con el bombeo y el transporte a larga distancia.

Se busca que el sitio sea de fácil acceso y permita la expansión futura de la planta. Para determinar la mejor ubicación, se emplearon diversas herramientas y técnicas de análisis; en primer lugar, al igual que la obra de toma, se utilizó la teledetección que consiste en el uso de imágenes satelitales para analizar el espacio y el tiempo correlacionado con la creciente máxima registrada, lo que permite delimitar cartográficamente el avance del río hacia el territorio en cuestión, identificando según registros de caudales y pluviómetros los años en donde se ponen en evidencia las áreas propensas a inundaciones o cambios en el curso del agua. El análisis realizado se puede observar en la Ilustración 11, donde se delimita la zona cercana al río que está fuera de zona de riesgo respecto a inundaciones.

Los mapas catastrales son otra herramienta de utilidad (Ilustración 13), ya que proporcionan información detallada sobre el terreno, incluyendo datos de lotes de propiedad pública y privada. Estos mapas permiten identificar áreas de fácil acceso para la instalación de la planta, así como evaluar la disponibilidad de terrenos adecuados para su expansión futura.

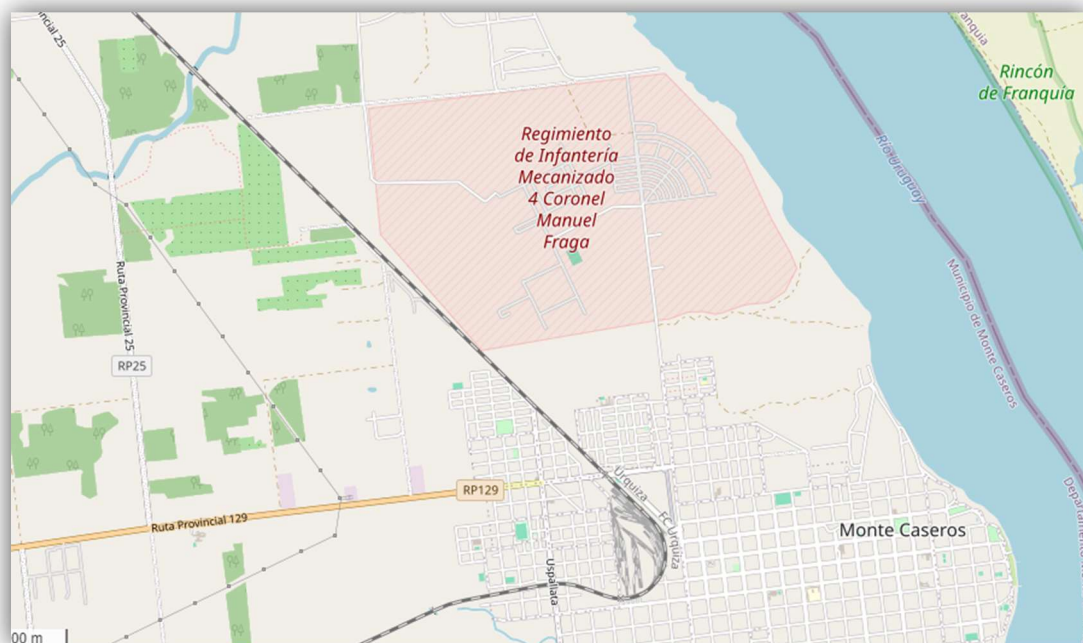


Ilustración 13. Mapa catastral de la posible zona de ubicación de la planta (Fuente: Elaboración propia con el programa ArcGis pro, año 2024).

Además, se emplearon sistemas de información geográfica (SIG) para integrar y procesar los datos geospaciales obtenidos de la teledetección, los mapas catastrales y curvas de nivel desarrolladas con puntos fijos extraídos del Instituto Geográfico Nacional (IGN) para identificar el sitio óptimo de emplazamiento de la planta, la cual se muestra en la Ilustración 14, la misma se sitúa a una cota de 44 metros nivelados y terraplenados, fuera del riesgo de inundación según la cota de crecida extraordinaria registrada el 21 de julio de 1983 (42,62 m).

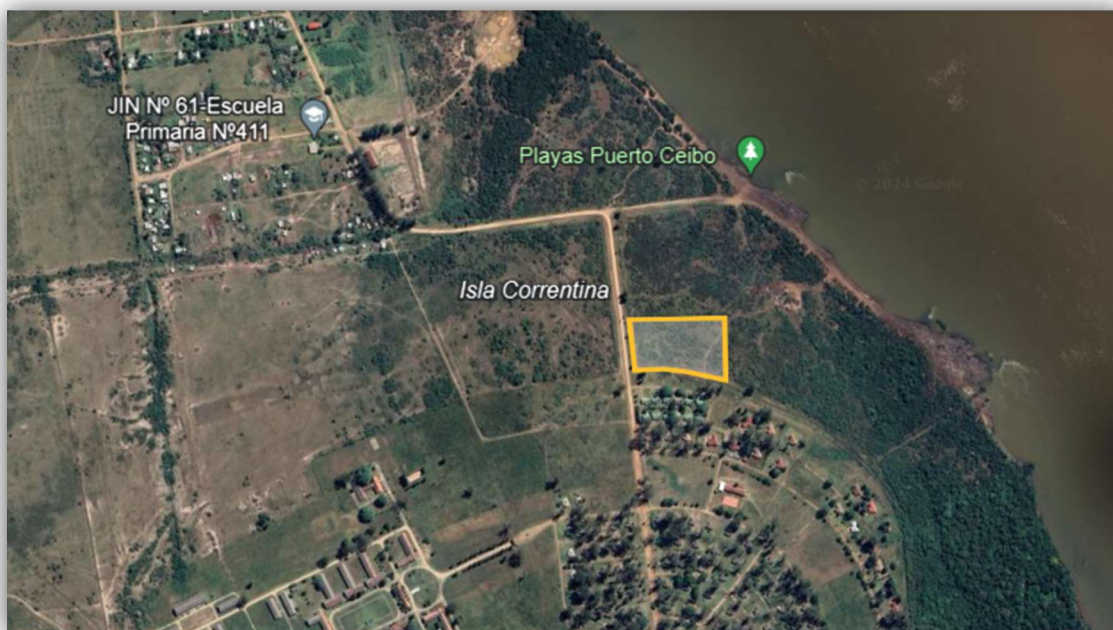


Ilustración 14. Ubicación de la futura planta potabilizadora (Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth, año 2024).

6.2 Proceso de potabilización

El proceso de potabilización se encuentra determinado en la Ilustración 15.

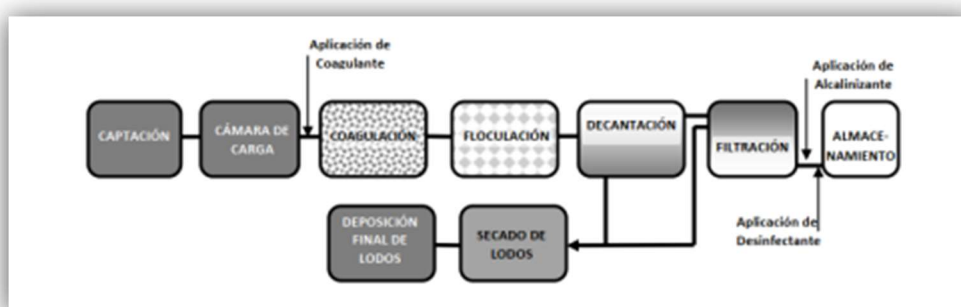


Ilustración 15. Esquema de funcionamiento de una planta potabilizadora (Fuente: Gómez, M. y Méndez, G, I, 2017).

Se da una breve explicación de los procesos que se dan en las distintas partes:



●**Captación:** Se realiza a través de la obra de toma de aducción ya explicada, que bombea agua del cuerpo superficial hasta la cámara de carga en la planta potabilizadora.

●**Cámara de Carga:** su función es mantener nivel constante para que el agua se distribuya por gravedad a las distintas unidades de tratamiento sin variaciones del pelo de agua dentro de estas.

●**Coagulación:** neutraliza las cargas que repelen los coloides entre sí y que no pueden sedimentar por la sola acción de la gravedad.

●**Floculación:** permite la aglomeración de partículas en otras más grandes denominadas flóculos (flocs).

●**Decantación:** se separan los flóculos suspendidos en el agua por acción de la gravedad.

●**Filtración:** se hace pasar el agua decantada a través de un manto filtrante que retiene las partículas muy finas que no pudieron ser separadas por sedimentación.

●**Almacenamiento:** tiene dos funciones; garantizar el suministro de agua en momentos en que el consumo excede al caudal producido y dar un tiempo de permanencia mínimo para permitir que actúe el desinfectante.

6.3 Diseño de las partes de la planta potabilizadora

Se realizará un dimensionamiento preliminar (ver planos 5 y 6- ANEXO 1), ya que el cálculo detallado escapa de los alcances de este proyecto. El cálculo de las partes de la planta se encuentra en el ANEXO 3, y los valores finales de sus partes son los siguientes:

-Cámara de carga: Será de sección circular de 2,7m de diámetro y un tirante de 3m, cuya cota del pelo de agua será 49msnm.

-Dispensor: será de forma cuadrada de 1,7m de lado y un tirante de 2,13m. El diseño de las paletas se encuentra detallado en el ANEXO 2.



-Floculadores: se proyectan tres floculadores mecánicos dispuestos en serie para cada decantador, lo que da un total de nueve floculadores, todos con las mismas dimensiones: $4,1 \times 4,1 \text{ m}^2$ y 3,30 m de altura.

-Decantadores: se adoptan tres decantadores, cuyas partes son:

- a. Zona de decantación: forma rectangular, de 37m de largo por 12,2m de ancho, y una altura de 4,4m.
- b. Zona de entrada: consiste en una pantalla cribada con 25 filas y 20 columnas de orificios de 13mm de diámetro, de manera de uniformizar el ingreso del volumen de agua. La distancia entre columnas es de 48cm y entre filas de 22cm, y 26cm a los bordes de la pantalla.
- c. Zona de salida: hay 6 vertederos por frente, separados 85cm aproximadamente entre sí.
- d. Zona de lodos: se materializa una tolva en el fondo para que se depositen allí los sólidos sedimentados. El ancho superior de la tolva es de 12,2m, y el largo de 7,5m, la altura de 2m, y respecto a las dimensiones de la parte inferior, el ancho es de 8,20m y el largo de 3,5m.

-Filtros: se proyectan 10 filtros, los cuales están compuestos por distintas partes:

- a. Área de filtración: el ancho de cada filtro es de 4m mientras que el largo es de 5m, el ancho efectivo de filtración es de aproximadamente 2,1m.
- b. Manto filtrante: espesor total de 60cm.
- c. Manto sostén: constituido por distintas capas de canto rodado, tiene un espesor total de 65cm.
- d. Lavado del filtro: compuesto de dos canaletas de 25cm de ancho.

-Almacenamiento: Cisterna de $55 \times 55 \text{ m}^2$ y una altura útil de 4m.

Se estima un perfil hidráulico de 5m para que la planta funcione por gravedad, aunque se debería realizar el cálculo detallado.



7. ESTUDIO DE LA TRAZA Y PERFIL

Estudiar la traza del acueducto es fundamental para determinar la eficiencia y funcionalidad del sistema de transporte de agua, mostrando la relación entre su alineación y el terreno. Esto es esencial para identificar las elevaciones y depresiones del terreno, lo que permite optimizar el diseño y la construcción de la infraestructura. Un trazado adecuado garantizará eficiencia hidráulica mediante la minimización de pérdidas y asegurando presiones de trabajo adecuadas, disminuirá costos de excavación y relleno, permitirá la detección de interferencias, cruces, y elementos que se interpongan minimizando la aparición de imprevistos. Además, dará la posibilidad de detectar puntos de inflexión altos y bajos, donde será necesaria la colocación de válvulas de aire y desagüe respectivamente, además que facilitará las tareas de mantenimiento y control.

7.1 Criterios de diseño

Para garantizar un adecuado funcionamiento del sistema, se deben seguir los criterios de diseño hidráulico para proyectos de agua de AySA, entre los cuales se encuentran:

-Pendiente de diseño: se debe considerar en el sentido del escurrimiento del agua, pudiendo ser ascendente o descendente, según los siguientes valores mínimos:

- Ascendente, 1 a 2mm por metro (0.2 %)
- Descendente mínima de 2 a 3mm por metro (0.3 %)

Deben realizarse la menor cantidad de cambios de pendiente posibles, intentando además que la traza siga la pendiente del terreno con el fin de minimizar volúmenes de excavación.

-Tapada de diseño: está sujeta también a las características del suelo y la carga de tránsito de la zona. En calles de tierra la tapada mínima es la especificada en las reglamentaciones de cada municipio, no debiendo ser menor a 1,30m.

Las cañerías se instalan según la tapada de diseño siempre que en el proyecto no se indique otro valor.



- DN < 250mm – Tapada: 1,00 m (Salvo para cruces de calles de tierra o asfalto que será de 1.30m o 1.20m respectivamente)

- 250 < DN < 400mm – Tapada: 1,20m (Salvo para cruces de calle de tierra que será de 1,30m)

- 400 < DN < 800mm – Tapada: 1,50m

- 800 < DN < 1000mm – Tapada: 1,80m

-Velocidad: Debe estar comprendida entre 0,9 y 2,5m/s, aunque excepcionalmente puede considerarse como límites inferior y superior máximo 0,6 y 3m/s respectivamente.

-Diseño estructural: Las cañerías se deben verificar con las solicitaciones externas para diámetros internos iguales o mayores a 300mm y deberán considerarse distintas situaciones representativas de toda la red. El cálculo estructural implica el diseño de la zanja de acuerdo con el material del caño y la evaluación de las cargas debidas al relleno y las cargas de tránsito.

La selección del tipo de apoyo debe hacerse basándose en:

- Material de la cañería.
- Tipo de suelo.
- Profundidad de la instalación.

La cañería no debe apoyarse sobre el fondo de la zanja, sino que debe colocarse sobre el lecho de apoyo el cual debe ser de DN/8 o 0,10m de espesor mínimo y de material adecuado a cada caso. Por lo general se coloca una cama de arena.

Las cañerías se instalarán por vereda solo hasta diámetro DN 355, para diámetros mayores se instalarán por calle salvo casos particulares.

-Válvula de aire: su principal función es la de eliminar el aire que se acumula dentro de la cañería y deben colocarse en los puntos altos de la misma (puntos de quiebres de pendiente



de esta – ascendente a descendente, sin conexiones domiciliarias). Se instalan en cámaras e incorporan llave de cierre. Deben permitir la salida del aire que se encuentre dentro de la cañería durante el proceso de llenado de esta, la eliminación permanente del aire que se encuentre dentro de la cañería durante su operación, la entrada de un gran caudal de aire durante el vaciado de la cañería, evitando que se produzca depresión en la misma.

Deben colocarse como mínimo una en cada tramo limitado por válvulas de cierre y manteniendo **una distancia máxima** entre ellas de **1000m**. Se instalarán en cañerías mayores o iguales a DN 300.

-Válvula de desagüe: Deben colocarse en los puntos bajos de la cañería, permitiendo el vaciado de esta y su posterior limpieza, y colocarse en los cambios de pendientes, de descendente a ascendente.

-Cruces e interferencias: Se considerarán cruces especiales todos los tramos de tendido que no puedan ser ejecutados mediante la metodología de zanja abierta o los tramos que por reglamentaciones requieran otro tipo de instalación o recubrimiento. Se considera que no pueden ser ejecutados mediante zanja abierta las interferencias mayores a 1m. Para el caso de cruces de cañerías por rutas provinciales y nacionales se deberá contemplar una tapada mínima según especificaciones técnicas de Vialidad Nacional y/o Provincial y el ancho de la calzada y banquetas según el plano tipo correspondiente. También se considerarán cruces los casos de interferencias aéreas, ya sea por las distancias reglamentarias a cables de media o alta tensión o por razones constructivas en función de la profundidad de zanja más 2,00 metros.

Las interferencias serán todas aquellas instalaciones de servicios que pudiesen poseer un tendido en la traza pretendida: fibra óptica, red de desagües cloacales, red pluvial, red de agua existente, red de gas natural, líneas de FF.CC, etc. Se deberán solicitar los planos de interferencias a todos los organismos concesionados de los servicios anteriormente mencionados, a fin de evitar roturas o inconvenientes (ver planos 9 y 10- ANEXO 1)

-Instalación de la cañería: Una vez finalizados los trabajos de la construcción del asiento de la cañería y habiéndose aprobado los ensayos y verificada las cotas de asiento de esta, se procederá a la instalación de las cañerías en la zanja, perfectamente alineados y



nivelados. En la base de apoyo se excavará un nicho en la zona donde se realizará la unión con el tubo siguiente, de modo que sea el caño el que apoye y bajo ningún aspecto las juntas.

No deberá usarse nunca ladrillos, piedras, maderas, escombros u otros elementos que perjudiquen el correcto soporte de los caños en la zanja. Para caños de PEAD, se procurará realizar las soldaduras de tubos y accesorios fuera de la zanja; caso contrario deberá preverse que la zanja tenga el ancho suficiente como para poder ejecutar las operaciones dentro de la misma, por lo que el adicional de excavación que se realice para la cómoda y correcta instalación de estos; deberá considerarse en el precio unitario de instalación de cañería.

Los tubos de polietileno (PEAD), debido a sus características termoplásticas, pueden unirse por medio de soldaduras térmicas, utilizando los métodos de termofusión o de electrofusión.

-Pruebas hidráulica: se efectuará llenando con agua la cañería y una vez eliminado todo el aire, el líquido de la cañería se mantendrá a una presión de dos veces la presión nominal de trabajo, prueba lo cual deberá realizarse con relleno lateral y uno de protección superior para evitar el alabeo de la cañería cuando se someta la presión de prueba; la altura y grado de compactación será a consideración de la Inspección, dejando al descubierto nudos, conexiones domiciliarias, piezas especiales y todo aquel punto crítico donde pueda ser posible una pérdida de agua.

El tiempo mínimo de aplicación de las pruebas hidráulicas será de 30 (treinta) minutos. Si algún tramo de caño o junta acusaran exudaciones o pérdidas visibles, se identificarán las mismas, descargándose la cañería y procediéndose de inmediato a su reparación, y una vez terminadas las reparaciones, se repetirá la prueba tantas veces como sea necesario hasta alcanzar un resultado satisfactorio.

Comprobada la ausencia de fallas, se procederá al relleno de la zanja alcanzar una la tapada total y en todo el ancho de la excavación. Una vez concluidas las tareas de tapado de la cañería, tarea que deberá ser realizada manteniendo la cañería llena para evitar deformaciones en la misma al momento de realizar la compactación del material de relleno.

Otras consideraciones para tener en cuenta:



-Derechos de paso: obtener los permisos necesarios y cumplir con los requisitos legales para cruzar propiedades privadas o públicas, consultar con las autoridades pertinentes y los propietarios de tierras para obtener los derechos de paso y cumplir con las regulaciones correspondientes.

-Adecuado acceso para mantenimiento: asegurar que la traza de la cañería de impulsión permita un fácil acceso para el mantenimiento y la reparación en caso de ser necesario.

7.2 Descripción de la traza

Atendiendo a los criterios anteriormente mencionados y teniendo en cuenta que el transporte de agua debe realizar el recorrido Monte Caseros- Curuzú Cuatiá y posteriormente Curuzú Cuatiá-Sauce se plantea la traza siguiendo, en primer lugar, las líneas del ferrocarril que atraviesan la ciudad de Monte Caseros, la cual luego se acopla a la ruta Provincial N° 25 (ver plano 7- ANEXO 1) La misma se extiende aproximadamente 65km y resulta la mejor alternativa de traza debido a que la ruta es un camino de tierra definido, lo que facilitará las tareas a la hora de ejecutar el acueducto.

Respecto a la segunda alternativa, la misma implicaría seguir la traza de la RP N°129 y luego continuar por la RN N° 14, extendiéndose unos 85km aproximadamente, además de dificultar los trabajos de construcción, debido a que poseen más interferencias cruces, por tratarse de caminos más frecuentados; por estos motivos se descarta esta posibilidad.

Se adjunta a continuación la tabla 19 con los cruces e interferencias encontradas en la traza, a fin de detallar los futuros trabajos que requerirá la construcción del acueducto.



Tabla 19. Cruces/Interferencias del tramo 2 (Fuente: Elaboración propia).

N° cruce	Tipo de cruce	Latitud	Longitud	Progresiva(m)
1	Calle de tierra	30°13'18"S	57°38'56"W	222,00
2	1° curso de agua	30°13'18"S	57°38'56"W	3.374,00
3	2° curso de agua	30°13'18"S	57°38'56"W	5.423,00
4	FF.CC	30°11'43"S	57°42'23"W	7.237,00
5	Ruta Prov n°25	30°04'15"S	57°48'13"W	20.439,00
6	3° curso de agua	30°03'32"S	57°49'14"W	24.060,00
7	4° curso de agua	30°01'41"S	57°50'47"W	25.123,00
8	5° curso de agua	29°55'57"S	57°56'22"W	25.394,00
9	6° curso de agua	29°54'57"S	57°57'08"W	25.657,00
10	Ruta Nacional N°14	29°54'14"S	57°57'41"W	26.370,00
11	7° curso de agua	29°48'46"S	58°01'49"W	29.363,20
12	Alcantarilla	29°48'45"S	58°01'51"W	30.790,00
13	8° curso de agua	29°48'43"S	58°03'23"W	41.197,00
14	Alcantarilla	29°48'42"S	58°03'56"W	43.864,10
15	9° curso de agua	29°48'42"S	58°04'13"W	44.721,50
16	Alcantarilla	29°48'41" S	58°04'40"W	46.957,00
17	10° curso de agua	29°48'41"S	58°04'43"W	516.793,00
18	11° curso de agua	29°48'41"S	58°04'48"W	58.003,00
19	12° curso de agua	29°48'39"S	58°05'17"W	60.933,60
20	Ruta Provincial N° 126	29°49'52"S	58°07'54"W	63.300,00
21	Calle de acceso	29°50'21"S	58°08'20"W	63.407,00
22	Calle de acceso	29°50'54"S	58°08'50"W	64.303,00
23	Calle de acceso	29°51'28"S	58°09'21"W	64.767,00



El acueducto parte de la cisterna ubicada en la planta potabilizadora proyectada en la ciudad de Monte Caseros, y arriba a una cisterna ubicada sobre RP N° 126 en Curuzú Cuatiá y desde allí, un segundo tramo será trazado hasta llegar a la localidad de Sauce. Este tramo acompañará la traza de la RP N° 126 (ver plano 7- ANEXO 1), ya que es el único camino existente que conecta ambas localidades, y trazar uno nuevo no es económicamente viable; el mismo se extiende aproximadamente 80 km y al ser un camino concurrido y pavimentado, posee también más interferencias: cruce con RP N° 119, ocho cruces a cursos de agua, cruce a las líneas del FFCC, siendo el destino final del acueducto una cisterna ubicada en Sauce.

Se adjunta a continuación la tabla 20 con las interferencias detectadas con su ubicación:

Tabla 20. Cruces/Interferencias del tramo 3 (Fuente: Elaboración propia).

N° cruce	Tipo de cruce	Latitud	Longitud	Progresiva (m)
24	Calle de acceso	29°48'41"S	58°04'40"W	556,00
25	Calle de acceso	29°52'23"S	58°10'19"W	687,00
26	Calle de acceso	29°48'41"S	58°04'48"W	722,00
27	Ruta Prov 119	29°48'39"S	58°05'17"W	807,00
28	13° cuerpo de agua	29°49'52"S	58°07'54"W	1.617,00
29	Alcantarilla	29°50'21"S	58°08'20"W	7.813,00
30	14° cuerpo de agua	29°50'54"S	58°08'50"W	9.125,00
31	15° cuerpo de agua	29°51'28"S	58°09'21"W	12.369,00
32	16° cuerpo de agua	29°52'23"S	58°10'19"W	16.483,00
34	Puente Mocreteá	29°53'52"S	58°11'54"W	18.066,00
35	17° cuerpo de agua	29°55'51"S	58°16'53"W	25.499,00
36	18° cuerpo de agua	29°55'54"S	58°18'48"W	2.870,00
37	Alcantarilla	30°06'35"S	58°44'02"W	74.001,00



8. CAÑERÍA DE IMPULSIÓN

8.1 Generalidades

Para las líneas de conducción de fluidos desde el punto de vista hidráulico se plantean dos posibilidades según sea el origen de la fuerza tractiva (la que genera la diferencia de energías necesaria para que el fluido se mueva):

- A gravedad (canalizaciones abiertas o cerradas).
- En presión (tuberías o conductos en presión).

Cuando se habla de impulsión, se refiere a las segundas, en las cuales la fuerza de tractiva está generada por una diferencia de presiones en el fluido dentro de la conducción. No presentan superficie libre, y se dice que el conducto es a sección llena. Están materializadas por un conducto sólido cerrado que contiene al fluido a transportar, en el cual la presión interior puede ser mayor o menor que la atmosférica.

Para el dimensionamiento estructural de una cañería se deben considerar diversos estados de carga tales como presión interior, depresión, carga de terreno, carga de tránsito, nivel freático, altura de agua (cruces inferiores de cursos de agua), cargas concentradas o distribuidas particulares (válvulas, aislantes exteriores, obreros, etc.) y sobrepresiones y depresiones ocasionadas por movimientos impermanentes bruscamente variados (golpe de ariete), los que combinados de acuerdo a su simultaneidad determinan el espesor y la clase correspondiente. La presión máxima de servicio que debe soportar la instalación define la “clase” de las cañerías a utilizar y por lo tanto el espesor de las paredes de los caños y las características de las piezas especiales.

Así, una cañería instalada en zanja estará sometida a solicitudes que dependen tanto de las presiones como de la colocación, del relleno y que se pueden agrupar en:

1. Cargas debidas a la presión interna en régimen permanente (generalmente positiva, pero podría ser negativa).
2. Cargas debidas a la sobrepresión variable entre valores positivos y negativos del régimen impermanente, es decir el fenómeno transitorio o “golpe de ariete”
3. Cargas debidas al material de relleno de la zanja y su grado de compactación.
4. Carga dinámica de tránsito por encima de la misma.



Cada fabricante de caños da en sus especificaciones las recomendaciones de cómo se debe instalar, las dimensiones de la zanja y los parámetros de cálculo estructural de dicha cañería.

8.2 Dimensionamiento hidráulico de la cañería mediante “Diámetro más económico”

El diámetro de una cañería en una impulsión puede variar según las necesidades del sistema. Al elegir un diámetro, se determina la altura de bombeo requerida para el caudal de diseño y, por tanto, la potencia necesaria; diámetros más pequeños reducen la inversión inicial (costos de cañería, movimiento de suelos, etc.) pero aumentan el consumo energético debido a una mayor potencia de bombeo, por el contrario, diámetros más grandes requieren mayor inversión, pero disminuyen los costos energéticos.

Para optimizar el diámetro y minimizar los costos totales se deben considerar, durante el periodo de evaluación del proyecto (20 años), los siguientes costos:

a) Costos de Instalación: incluyen la compra y transporte de la cañería, así como la instalación, que abarca excavación, relleno, colocación y compactación, además de los accesorios. Estos costos se consideran inversiones iniciales.

b) Costos de Operación: Comprenden gastos de energía y mantenimiento, y son a lo largo del período del proyecto, es decir, una vez que ya está en funcionamiento. No son simultáneos, y se dan a lo largo de toda la vida útil del mismo.

La evaluación de la opción más económica se lleva a cabo mediante el Valor Actual Neto (VAN) del costo total del proyecto. Se analizan los costos totales para distintos diámetros comerciales, considerando las clases que soporten las presiones de trabajo, y el diámetro que resulta en el menor costo total a valor presente para toda la vida útil del proyecto es el más conveniente. La fórmula para convertir un valor futuro a valor presente es la siguiente:

$$VA = \frac{VF_n}{(1 + i)^n}$$

Donde:

VA: Valor presente

Vfn: Valor futuro del año n

n: año n

i: tasa de interés



Para cada opción, se deben incluir los costos iniciales de compra de cañerías, accesorios, válvulas, bombas, etc., así como los costos de instalación, generalmente considerados en el año 0. Luego, se evalúan los costos de operación (energía, mantenimiento, etc.) anualmente durante la duración del proyecto y se los lleva a valor presente con la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum VA = \sum \frac{VF_n}{(1+i)^n}$$

El diámetro más económico será aquel cuya suma de **costos iniciales y costos de operación y mantenimiento llevados a valor presente** sea el menor.

Para la resolución del diámetro económico se utilizará la programación lineal, la cual se resuelve aplicando los siguientes pasos:

1. Definir Variables: Variables para representar los diámetros y sus costos asociados (instalación, operación, etc.).

2. Establecer Función Objetivo: Minimizar el costo total presente de instalación y operación.

3. Formular Restricciones: Asegurar que el diámetro o la combinación de diámetros resultantes soportan la presión de trabajo, y que la combinación de longitudes de las cañerías es igual a la longitud de diseño.

4. Resolver el Modelo: Utilizar un Solver de programación lineal para encontrar el diámetro que minimiza el costo total.

Este enfoque optimiza los costos considerando tanto los gastos iniciales como los operativos durante la vida útil del proyecto.

El sistema del acueducto diseñado cuenta con 4 tramos (ver plano 7-ANEXO 1) que se analizarán independientes unos de otros por transportar distintos caudales y poseer distintas longitudes (devenidas en pérdidas): **TRAMO 1**, desde el pozo de bombeo a la planta potabilizadora predimensionada de Monte Caseros, **TRAMO 2**, desde la cisterna de la planta potabilizadora hasta Curuzú Cuatiá, **TRAMO 3**, desde Curuzú Cuatiá hasta Sauce, y **TRAMO 4**, desde la planta potabilizadora hasta un tanque elevado ubicado en el centro de la ciudad de Monte Caseros.

Para este anteproyecto se ha tomado la decisión de trabajar con cañerías de Polietileno de alta densidad, de aquí en adelante PEAD, por ser en los últimos años el material más elegido para resolver proyectos de transporte y distribución de agua potable; en cuanto al rango de diámetros a evaluar, los mismos se han definido en función del rango de velocidades admisibles



Giménez, Mauricio J. Maiocchi, M. Eugenia Sosa, Marco A.

(3m/s y 0,6m/s). Los caudales utilizados son los máximos diarios establecidos en la Tabla N°16, a excepción del Tramo 1, en el cual el caudal máximo diario total se incrementa un 10% para abastecer el consumo de la planta potabilizadora.

Se presentan en las Tablas N° 21, N° 22, N° 23 y N° 24 los resultados del cálculo del VAN de los tramos N° 1, 2, 3 y 4 respectivamente.



TRAMO 1: Pozo de bombeo a cámara de carga de planta potabilizadora. Monte Caseros

Caudal: $Q_{\text{dmax20Caseros}} + Q_{\text{dmax20Curuzu}} + Q_{\text{dmax20Sauce}} + Q_{\text{PlantaPotabilizadora}}$

TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO: 0.88%

Tabla 21. Cálculo de VAN para el TRAMO 1 (Fuente: Elaboración propia).

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Población	113.605,0	114.603,9	115.611,5	116.628,0	117.653,4	118.687,9	119.731,4	120.784,2	121.846,2	122.917,5	123.998,2	125.088,5	126.188,3
Pob/Pobtotal	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Horas diarias	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9	21,0	21,2	21,4	21,6	21,8	22,0	22,2	22,4
VPn	5.196,2	4.992,3	4.796,4	4.608,1	4.427,3	4.253,6	4.086,6	3.926,2	3.772,2	3.624,1	3.481,9	3.345,2	3.213,9

Tabla 21. Continuación

13	14	15	16	17	18	19	20	Proyectado 2048	error
127.297,8	128.417,0	129.546,1	130.685,1	131.834,2	132.993,3	134.162,6	135.342,3	135.421,0	0,06%
0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	Suma VP	
3.087,8	2.966,6	2.850,2	2.738,4	2.630,9	2.527,6	2.428,4	2.333,1	75.287,2	USD/m

TRAMO 2: Cisterna planta potabilizadora a Curuzú Cuatía

Caudal: $Q_{\text{dmax20Curuzu}} + Q_{\text{dmax20Sauce}}$

TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO: 0.851%



Tabla 22. Cálculo de VAN para el TRAMO 2 (Fuente: Elaboración propia).

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Población	65.345,0	65.903,6	66.467,0	67.035,1	67.608,2	68.186,1	68.769,0	69.356,9	69.949,7	70.547,7	71.150,8	71.759,0	72.372,4
Pob/Pobtotal	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Horas diarias	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	21,9	22,0	22,2	22,4
VPn	2.640,3	2.536,0	2.435,9	2.339,8	2.247,4	2.158,7	2.073,4	1.991,6	1.913,0	1.837,4	1.764,9	1.695,2	1.628,3

Tabla 22. Continuación

13	14	15	16	17	18	19	20	Proyectado 2048	error
72.991,1	73.615,0	74.244,3	74.879,0	75.519,1	76.164,6	76.815,7	77.472,4	77.417,0	-0,07%
0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	Suma VP	
1.564,0	1.502,3	1.443,0	1.386,0	1.331,3	1.278,7	1.228,3	1.179,8	38.175,2	USD/m

TRAMO 3: Cisterna Curuzú Cuatía a Sauce

Caudal: Qdmax20Sauce

TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO: 0.851%

Tabla 23. Cálculo de VAN para el TRAMO 3 (Fuente: Elaboración propia).

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Población	10.957,0	11.050,7	11.145,1	11.240,4	11.336,5	11.433,4	11.531,1	11.629,7	11.729,1	11.829,3	11.930,4	12.032,4	12.135,3
Pob/Pobtotal	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Horas diarias	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	21,9	22,0	22,2	22,4
VPn	487,4	468,1	449,7	431,9	414,9	398,5	382,8	367,6	353,1	339,2	325,8	312,9	300,6



Tabla 23. Continuación

13	14	15	16	17	18	19	20	Proyectado 2048	error
12.239,0	12.343,6	12.449,1	12.555,5	12.662,9	12.771,1	12.880,3	12.990,4	12.981,0	-0,07%
0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	Suma VP	
288,7	277,3	266,4	255,9	245,8	236,0	226,7	217,8	7.047,0	USD/m

TRAMO 4: Cisterna planta potabilizadora a centro de Monte Caseros

Caudal: Qdmax20MonteCaseros

TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO: 0.924%

Tabla 24. Cálculo de VAN para el TRAMO 4 (Fuente: Elaboración propia).

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Población	48.260,0	48.707,9	49.159,9	49.616,2	50.076,6	50.541,4	51.010,4	51.483,8	51.961,6	52.443,9	52.930,6	53.421,8	53.917,6
Pob/Pobtotal	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Horas diarias	20,0	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	21,9	22,1	22,3
VPn	2.076,1	1.995,6	1.918,2	1.843,8	1.772,3	1.703,6	1.637,5	1.574,0	1.513,0	1.454,3	1.397,9	1.343,7	1.291,6

Tabla 24. Continuación

13	14	15	16	17	18	19	20	Proyectado 2048	error
54.418,0	54.923,0	55.432,8	55.947,2	56.466,4	56.990,5	57.519,4	58.053,2	58.004,0	-0,08%
0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
22,5	22,7	22,9	23,1	23,3	23,6	23,8	24,0	Suma VP	
1.241,5	1.193,4	1.147,1	1.102,6	1.059,8	1.018,7	979,2	941,3	30.205,6	USD/m



Se presentan en la Tabla N° 25 y Tabla N° 26 los datos utilizados para el cálculo del diámetro económico de cada tramo. La resolución del método se realizó con el aplicativo SOLVER en el programa EXCEL. Los valores de Tarifa Eléctrica, precio de transporte, excavación, relleno y compactación se consideran estimativos y al mes de abril de 2024, estos valores se estiman con el fin de resolver el método y no serán los valores últimos con los que se presupuestará la obra. Esto se debe a que la Argentina atraviesa desde los últimos años un proceso inflacionario que imposibilita la mantención de precios fijos, por lo que para una mejor estimación se dolarizan los valores y los intereses.

Tabla 25. Valores de constantes para la aplicación de la programación lineal para diámetro económico (Fuente: elaboración propia).

TRAMO		1	2	3	4
Viscosidad cinemática del	$u \text{ (m}^2/\text{s)}=$	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
rugosidad absoluta del caño	$k \text{ (mm)} =$	0,01	0,01	0,01	0,01
Rendimiento estimado de la bomba	$\eta =$	0,75	0,75	0,75	0,75
Costo energía de Bombeo	$C_e \text{ (US$/año .m de elevacion)} =$	6.190,49	3.130,27	577,83	2.497,45
Tarifa electrica	$TE \text{ (US$/kW-h) Abril 2024}=$	0,10	0,10	0,10	0,10
Tiempo de bombeo diario	$t_B \text{ (hs/dia)}=$	24,00	24,00	24,00	24,00
días al año	$d_A \text{ (días/año)}=$	365,00	365,00	365,00	365,00
Población año 0 del proyecto	$Pob_0 \text{ (n° hab)}=$	113.605,00	65.345,00	10.957,00	48.260,00
Población año 20 Proyecto	$Pob_20 \text{ (N° hab)}=$	135.342,25	77.472,36	12.990,37	57.869,89
Período de Proyecto	$(\text{años})=$	20,00	20,00	20,00	20,00
Tasa de interés	$a=$	5%	5%	5%	5%
Datos del Acueducto					
Longitud total	$L_{l(m)}=$	433,00	64.860,00	80.801,00	1.970,00
Cota de partida	$Z_A \text{ (m)} =$	31,26	44,35	78,80	44,35
Cota de llegada	$Z_B \text{ (m)}=$	46,00	78,80	68,15	53,00
Caudal de Bombeo	$Q \text{ (m}^3/\text{s)} =$	0,54	0,27	0,05	0,22
VAN de Costo de energía por m de elevación=	$\text{US$/m}$	75.287,21	38.175,23	7.047,01	30.205,64

Tabla 26. Precios estimados de las actividades necesarias para la instalación de cañería a abril de 2024 (Fuente: elaboración propia).

$P_{ex}=$	12,65	USD/m³
$P_{rell}=$	22	USD/m³
$P_{tr}=$	6	USD/m³
$P_{rec}=$	10	USD/m³



Seguidamente, se presentan la Tabla N° 27, Tabla N° 28, Tabla N° 29, Tabla N° 30, Tabla N° 31 y Tabla N° 32 que arrojan los valores de diámetros más económicos para cada tramo respectivamente.

Tabla 27. Resultados arrojados por el aplicativo SOLVER correspondientes al diámetro o combinación de diámetros más económicos para el TRAMO 1 (Fuente: elaboración propia).

	Longitud	DN	\$/m	\$	j	J
c6.3	0	355	128.88	0.00	0.07134	0.0
	0	400	151.04	0.00	0.03956	0.0
	0	450	177.74	0.00	0.02216	0.0
	0	500	206.71	0.00	0.01321	0.0
	0	560	245.18	0.00	0.00759	0.0
	0	630	295.38	0.00	0.00427	0.0
	0	710	359.14	0.00	0.00239	0.0
	433	800	437.45	189415.98	0.00133	0.6
	0	900	534.74	0.00	0.00075	0.0
	0	1000	641.58	0.00	0.00045	0.0
c8	0	355	143.57	0.00	0.07889	0.0
	0	400	169.62	0.00	0.04383	0.0
	0	450	201.06	0.00	0.02455	0.0
	0	500	236.09	0.00	0.01464	0.0
	0	560	281.90	0.00	0.00840	0.0
	0	630	340.74	0.00	0.00472	0.0
	0	710	417.03	0.00	0.00264	0.0
	0	800	511.75	0.00	0.00147	0.0
	0	900	628.06	0.00	0.00083	0.0
	0	1000	758.22	0.00	0.00050	0.0
c10	0	355	161.28	0.00	0.08715	0.0
	0	400	191.65	0.00	0.04840	0.0
	0	450	229.14	0.00	0.02707	0.0
	0	500	271.08	0.00	0.01616	0.0
	0	560	325.53	0.00	0.00926	0.0
	0	630	396.90	0.00	0.00521	0.0
	0	710	487.45	0.00	0.00291	0.0
	0	800	602.04	0.00	0.00163	0.0
	0	900	740.38	0.00	0.00092	0.0
	0	1000	900.78	0.00	0.00055	0.0
c12.5	0	355	182.02	0.00	0.08994	0.0
	0	400	218.00	0.00	0.04977	0.0
	0	450	262.84	0.00	0.02789	0.0
	0	500	312.12	0.00	0.01663	0.0
	0	560	377.80	0.00	0.00953	0.0
	0	630	462.56	0.00	0.00537	0.0
	0	710	569.10	0.00	0.00299	0.0
	0	800	705.72	0.00	0.00167	0.0
	0	900	874.30	0.00	0.00094	0.0
Total	433	m		\$189,416		0.6



Costo total: Cinstalación+Cmantenimiento= USD\$ 1,342,738

Tabla 28. Resultados arrojados por el aplicativo SOLVER correspondientes al diámetro o combinación de diámetros más económicos para el TRAMO 2 (Fuente: elaboración propia).

	Longitud	DN	\$/m	\$	j	J
c6.3	0	355	129	0	0	0
	0	400	151	0	0	0
	0	450	178	0	0	0
	0	500	207	0	0	0
	0	560	245	0	0	0
	23138	630	295	6834457	0	28
	34361	710	359	12340695	0	23
c8	0	355	144	0	0	0
	0	400	170	0	0	0
	0	450	201	0	0	0
	0	500	236	0	0	0
	0	560	282	0	0	0
	4111	630	341	1400748	0	6
	0	710	417	0	0	0
c10	0	355	161	0	0	0
	0	400	192	0	0	0
	0	450	229	0	0	0
	0	500	271	0	0	0
	3250	560	326	1057844	0	9
	0	630	397	0	0	0
	0	710	487	0	0	0
c12.5	0	355	182	0	0	0
	0	400	218	0	0	0
	0	450	263	0	0	0
	0	500	312	0	0	0
	0	560	378	0	0	0
	0	630	463	0	0	0
	0	710	569	0	0	0
Total	64860	m		21633744		66

Costo total inicial: Cinstalación+Cmantenimiento= USD\$ 25,451,267

Dado que una combinación de diámetros entorpece la logística de la provisión de materiales por parte de los proveedores, además de las complejidades de conseguir accesorios para un rango tan variado de diámetros, se opta por unificarlos a un solo valor, pero respetando las CLASES obtenidas. En ese sentido, se conseguirá una combinación de caños que varíe en



cuanto a clases (necesario para soportar la presión manométrica respectiva), pero manteniendo siempre un mismo diámetro. El resultado se observa en la tabla 29.

Tabla 29. Diámetro adoptado para el TRAMO 2 (Fuente: elaboración propia).

	Longitud	DN	\$/m	\$	j	J
c6.3	0	355	129	0	0	0
	0	400	151	0	0	0
	0	450	178	0	0	0
	0	500	207	0	0	0
	0	560	245	0	0	0
	0	630	295	0	0	0
	57499	710	359	20650574	0	39
c8	0	355	144	0	0	0
	0	400	170	0	0	0
	0	450	201	0	0	0
	0	500	236	0	0	0
	0	560	282	0	0	0
	0	630	341	0	0	0
	4111	710	417	1714388	0	3
c10	0	355	161	0	0	0
	0	400	192	0	0	0
	0	450	229	0	0	0
	0	500	271	0	0	0
	0	560	326	0	0	0
	0	630	397	0	0	0
	3250	710	487	1584026	0	3
c12.5	0	355	182	0	0	0
	0	400	218	0	0	0
	0	450	263	0	0	0
	0	500	312	0	0	0
	0	560	378	0	0	0
	0	630	463	0	0	0
	0	710	569	0	0	0
Total	64860	m		23948988		45

Costo total: Cinstalación+Cmantenimiento= USD\$ 26,980,143

Incremento del costo total: $\frac{(USD\$ 26,980,143 - USD\$ 25,451,267)}{USD\$ 25,451,267} * 100 = 6\%$



Tabla 30. Resultados arrojados por el aplicativo SOLVER correspondientes al diámetro o combinación de diámetros más económicos para el TRAMO 3 (Fuente: elaboración propia).

	Longitud	DN	\$/m	\$	j	J
c6.3	0	160	59	0	0	0
	0	180	64	0	0	0
	0	200	70	0	0	0
	0	225	78	0	0	0
	0	250	86	0	0	0
	0	280	97	0	0	0
	15528	315	112	1733986	0	25
	46715	355	129	6020854	0	42
c8	0	160	62	0	0	0
	0	180	68	0	0	0
	0	200	75	0	0	0
	0	225	84	0	0	0
	0	250	93	0	0	0
	0	280	107	0	0	0
	11692	315	123	1436996	0	21
	0	355	144	0	0	0
c10	0	160	65	0	0	0
	0	180	72	0	0	0
	0	200	80	0	0	0
	0	225	91	0	0	0
	0	250	102	0	0	0
	6866	280	117	803929	0	24
	0	315	137	0	0	0
	0	355	161	0	0	0
c12.5	0	160	70	0	0	0
	0	180	78	0	0	0
	0	200	87	0	0	0
	0	225	99	0	0	0
	0	250	113	0	0	0
	0	280	130	0	0	0
	0	315	153	0	0	0
	0	355	182	0	0	0
TOTAL	80801	m		9995766		111

Costo total: Cinstalación+Cmantenimiento= USD \$ 10,700,467



Tabla 31. Diámetro adoptado para el TRAMO 3 (Fuente: elaboración propia).

	Longitud	DN	\$/m	\$	j	J
c6.3	0	160	59	0	0	0
	0	180	64	0	0	0
	0	200	70	0	0	0
	0	225	78	0	0	0
	0	250	86	0	0	0
	0	280	97	0	0	0
	0	315	112	0	0	0
	62243	355	129	8022122	0	56
c8	0	160	62	0	0	0
	0	180	68	0	0	0
	0	200	75	0	0	0
	0	225	84	0	0	0
	0	250	93	0	0	0
	0	280	107	0	0	0
	0	315	123	0	0	0
	11692	355	144	1678664	0	12
c10	0	160	65	0	0	0
	0	180	72	0	0	0
	0	200	80	0	0	0
	0	225	91	0	0	0
	0	250	102	0	0	0
	0	280	117	0	0	0
	0	315	137	0	0	0
	6866	355	161	1107428	0	7
c12.5	0	160	70	0	0	0
	0	180	78	0	0	0
	0	200	87	0	0	0
	0	225	99	0	0	0
	0	250	113	0	0	0
	0	280	130	0	0	0
	0	315	153	0	0	0
	0	355	182	0	0	0
TOTAL	80801	m		10808214		75

Costo total: Cinstalación+Cmantenimiento= USD \$ 11,259,462

Incremento del costo total: $\frac{(\text{USD } \$ 11,259,462 - \text{USD } \$ 10,700,467)}{\text{USD } \$ 10,700,467} * 100 = 5,2\%$



Tabla 32. Resultados arrojados por el aplicativo SOLVER correspondientes al diámetro o combinación de diámetros más económicos para el TRAMO 4 (Fuente: elaboración propia).

	Longitud	DN	\$/m	\$	j	J
c6.3	0	315	112	0	0	0
	0	355	129	0	0	0
	0	400	151	0	0	0
	0	450	178	0	0	0
	1970	500	207	407217	0	5
	0	560	245	0	0	0
	0	630	295	0	0	0
c8	0	315	123	0	0	0
	0	355	144	0	0	0
	0	400	170	0	0	0
	0	450	201	0	0	0
	0	500	236	0	0	0
	0	560	282	0	0	0
	0	630	341	0	0	0
c10	0	315	137	0	0	0
	0	355	161	0	0	0
	0	400	192	0	0	0
	0	450	229	0	0	0
	0	500	271	0	0	0
	0	560	326	0	0	0
	0	630	397	0	0	0
c12.5	0	315	153	0	0	0
	0	355	182	0	0	0
	0	400	218	0	0	0
	0	450	263	0	0	0
	0	500	312	0	0	0
	0	560	378	0	0	0
	0	630	463	0	0	0
TOTAL	1970	m		407217		5

Costo total: Cinstalación+Cmantenimiento= USD \$ 815,012

Dado que el dimensionamiento se realizó para el caudal máximo diario al año 20, se verifican las velocidades de funcionamiento para los caudales de los años 0 y 10 en cada uno de los tramos considerados. Los resultados se presentan en la Tabla N° 33 y Tabla N° 34.



Tabla 33. Velocidades de funcionamiento en el acueducto para el año 0 (Fuente: Elaboración propia).

TRAMOS	Qaño0(m³/h)	Diámetro (mm)	Diámetro int. (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud
Tramo 1 CLASE 6.3	1.484,50	800,00	738,80	0,96	433,00
Tramo 2.1 CLASE 10	830,98	710,00	625,80	0,75	3.250,00
Tramo 2.2 CLASE 8	830,98	710,00	629,60	0,74	4.111,00
Tramo 2.3 CLASE 8	830,98	710,00	642,20	0,71	57.499,00
Tramo 3.1 CLASE 10	153,40	355,00	312,80	0,55	6.866,00
Tramo 3.2 CLASE 8	153,40	355,00	314,80	0,55	11.692,00
Tramo 3.3 CLASE 6.3	153,40	355,00	321,20	0,53	62.243,00
Tramo 4 CLASE 6.3	653,52	500,00	452,20	1,13	1.970,00

Tabla 34. Velocidades de funcionamiento en el acueducto para el año 10 (Fuente: Elaboración propia).

TRAMOS	Qaño10(m³/h)	Diámetro (mm)	Diámetro int. (mm)	Velocidad (m/s)	Longitud
Tramo 1 CLASE 6.3	1.624,20	800,00	738,80	1,05	433,00
Tramo 2.1 CLASE 10	907,74	710,00	625,80	0,82	3.250,00
Tramo 2.2 CLASE 8	907,74	710,00	629,60	0,81	4.111,00
Tramo 2.3 CLASE 8	907,74	710,00	642,20	0,78	57.499,00
Tramo 3.2 CLASE 10	167,57	355,00	312,80	0,61	6.866,00
Tramo 3.3 CLASE 8	167,57	355,00	314,80	0,60	11.692,00
Tramo 3.4 CLASE 6.3	167,57	355,00	321,20	0,57	62.243,00
Tramo 4 CLASE 6.3	716,46	500,00	452,20	1,24	1.970,00

9. SISTEMAS DE BOMBEO

Un sistema de bombeo hace posible el transporte de agua mediante cañerías de un lugar a otro cuando la gravedad por sí misma es incapaz por condiciones topográficas, recorridos muy largos o necesidad de mantener el sistema presurizado; el mismo garantiza consistencia en el suministro y el acceso confiable al recurso del agua. Para poder seleccionar un equipo, es necesario conocer el par altura-caudal de demanda, de aquí en adelante H-Q, que relaciona las pérdidas del sistema con el caudal requerido de los años 10 y 20 respectivamente, como sugiere ENOHSa, los mismos figuran Tabla N° 16; respecto a las pérdidas continuas, se utilizará la fórmula de Darcy Weisbach:

$$J_{cont} = f * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g}$$

Siendo:

f, factor de fricción dependiente del número de Reynolds, la rugosidad y el diámetro de la cañería. El mismo fue calculado con la fórmula de Swamee-Jain:



$$f = \frac{0,25}{\frac{k}{\log_{10}\left(\frac{D}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)^2}}$$

Re, N° de Reynolds

L, longitud del tramo

D, diámetro del tramo

v, velocidad del fluido dentro de la cañería

g, aceleración de la gravedad

Por su parte las pérdidas localizadas responderán a la fórmula

$$J_{loc} = \sum Ki * \frac{v^2}{2 * g}$$

Siendo

Ki, coeficiente de pérdida para cada accesorio

Las pérdidas totales vendrán dadas por la suma del desnivel geométrico o HG, las perdidas continuas o Jcont y las localizadas o Jloc:

$$Hm = Hg + J_{cont} + J_{loc}$$

La alternativa de solución propuesta consta de cuatro sistemas de bombeo:

SISTEMA 1: Bombea agua cruda desde la toma del río propuesta hasta la cámara carga de la planta potabilizadora.

SISTEMA 2: Bombea agua tratada desde la cisterna de la nueva planta potabilizadora hasta la cisterna ubicada en Curuzú Cuatiá.

SISTEMA 3: Bombea agua tratada re-clorada desde la cisterna de Curuzú Cuatiá a la cisterna ubicada en Sauce.



SISTEMA 4: Bombea agua trata desde la cisterna de la nueva planta potabilizadora hasta un tanque elevado en Monte Caseros.

9.1 Análisis del sistema de bombeo N° 1

El primer sistema estará ubicado en el pozo de bombeo que recibirá por gravedad el agua cruda del río, el mismo deberá estar diseñado para bombear el caudal que satisfaga a la población del año 20 y el caudal requerido para la utilización de la planta potabilizadora propiamente, para lo cual la reglamentación de ENOHSa propone un incremento del 10% del caudal máximo diario previsto.

Se presenta en la Tabla N° 35 los datos preliminares del primer sistema.

Tabla 35. Datos del tramo 1 (Fuente: Elaboración propia).

Longitud(m)	433,00
Cota de crecida máx(m)	42,62
Cota del terreno de planta(m)	44,00
Cota de salida(m) (río en estiaje)	31,34
Cota de salida(m) (río en inundación)	41,78
Cota de salida (m) (frecuencia 20%)	36,24
Cota de llegada a cámara de carga(m)	49,00

Dado que la cota del nivel del río Uruguay es variable, la altura geométrica también lo será, por lo que se analizarán tres situaciones: altura geométrica con la bajante histórica del año 1945, altura geométrica con la crecida máxima del 21 de julio de 1983, y altura geométrica con una cota de 20% de frecuencia, valor que corresponde a la moda de las cotas registradas. De este modo quedan definidas las tres alturas geométricas:

$$HG1 = 49m - 31.34m = 17.66m$$

$$HG2 = 49m - 41.78m = 7.22m$$

$$HG3 = 49m - 36.24m = 12.76m$$

El tramo a salvar cuenta con distintos accesorios y materiales de cañería que afectarán a las pérdidas del sistema. La bomba estará sumergida en el pozo, la cual impulsará el agua por una cañería vertical de acero SAE 1020 de 26" de diámetro y 10m de longitud, luego de lo cual se encontrará el manifold, al cual acometerán las cañerías verticales provenientes de la bomba principal y la de reserva respectivamente, el mismo será de 30"; finalmente el manifold estará unido al tramo de impulsión de PEAD clase 6 de 800mm de 433m de longitud, el cual descargará el agua cruda a la cámara de carga. Además, el tramo contará con pérdidas localizadas que son consecuencia de los distintos accesorios como válvulas, transiciones y reducciones.



Se presenta en la Tabla N° 36, Tabla N° 37 y Tabla N° 38 los datos utilizados para el cálculo de las pérdidas en el tramo vertical, el manifold y la impulsión.

Tabla 36. Datos de la cañería vertical (Fuente: Elaboración propia).

CAÑERÍA VERTICAL	
Velocidad de predimensionamiento (m/s)	1,00
Q (m ³ /h)	1.946,97
Q (m ³ /s)	0,54
Área necesaria(m ²)	0,54
Diámetro necesario(m)	0,83
Diámetro adoptado (")	26,00
Diámetro adoptado (mm)	660,40
Sección (m ²)	0,34
k = rugosidad media de la cañería (acero)	0,03
L = longitud de la cañería	17,00
v = Viscosidad cinemática (m ² /s)	0,000001
Aceleración de la gravedad (m/s ²)	9,81
Velocidad final (m/s)	1,58

Tabla 37. Datos del manifold (Fuente: Elaboración propia).

MANIFOLD	
Velocidad de predimensionamiento (m/s)	1,00
Q (m ³ /h)	1.946,97
Q (m ³ /s)	0,54
Área necesaria(m ²)	0,54
Diámetro necesario(m)	0,83
Diámetro adoptado (")	30,00
Diámetro adoptado (mm)	762,00
Sección (m ²)	0,46
k = rugosidad media de la cañería (acero)	0,03
L = longitud de la cañería	3,00
v = Viscosidad cinemática (m ² /s)	0,000001
Aceleración de la gravedad (m/s ²)	9,81
Velocidad final (m/s)	1,19



Tabla 38. Datos de la impulsión de PEAD (Fuente: Elaboración propia).

IMPULSION PEAD	
Incremento del caudal por uso de la planta potabilizadora	1,10
Caudal total a captar AÑO 20 (m ³ /h)	1.946,97
Caudal total a captar AÑO 20 (m ³ /s)	0,54
Número de conductos a instalar	1,00
Caudal a captar por conducto (m ³ /s)	0,54
k=rugosidad media de la cañería (PEAD)	0,01
L=longitud de la cañería (m)	433,00
v=Viscosidad cinemática (m ² /s)	0,000001
D= diámetro exterior identifica la cañería de pead (mm)	800,00
D=diámetro interno de la cañería (m)	0,74
A=sección de la cañería (m ²)	0,43
Aceleración de la gravedad (m/s ²)	9,81

Seguidamente, se cuantifica en la Tabla N° 39, Tabla N° 40 y Tabla N°41 los accesorios que formarán parte de cada parte del sistema 1.

Tabla 39. Accesorios en la impulsión de PEAD (Fuente: Elaboración propia).

PÉRDIDAS LOCALIZADAS PEAD			
K	Valor unitario	Cantidad	Total
Curva a 90°	1	2	2
Codo 45	0,4	4	1,6
Válvula desagüe	0,1	2	0,2
Válvula aire	0,1	1	0,1
Entrada CC	0,5	1	0,5
Total(k)			4,4

Tabla 40. Accesorios en el MANIFOLD (Fuente: Elaboración propia).

PÉRDIDAS LOCALIZADAS MANIFOLD			
K	Valor unitario	Cantidad	Total
Reducción	0,25	1	0,25
Total(k)			0,25



Tabla 41. Accesorios en la cañería vertical (Fuente: Elaboración propia).

PÉRDIDAS LOCALIZADAS CAÑERÍA VERTICAL			
K	Valor unitario	Cantidad	Total
Curva a 90°	1	2	2
Reducción	0,25	1	0,25
Entrada CC	0,5	1	0,5
Válvula retención	2,5	1	2,5
Junta	0,25	2	0,5
Total(k)			5,75

Seguidamente, se cuantifican en la Tabla N° 42, Tabla N° 43 y Tabla N° 44 las pérdidas de cada tramo que conforma el sistema 1.

Tabla 42. Pérdidas en la impulsión de PEAD (Fuente: Elaboración propia).

Q (m³/s)	Q(m³/h)	V (m/s)	JCont (D - w)	Re	f	V²/2g	JLoc	Jtotal (D - w)
0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-
0,05	180,00	0,12	0,01	78.335,85	0,02	0,00	0,00	0,01
0,10	360,00	0,23	0,03	156.671,70	0,02	0,00	0,01	0,04
0,15	540,00	0,35	0,06	235.007,55	0,02	0,01	0,03	0,08
0,20	720,00	0,47	0,09	313.343,39	0,01	0,01	0,05	0,14
0,25	900,00	0,58	0,14	391.679,24	0,01	0,02	0,08	0,22
0,30	1.080,00	0,70	0,20	470.015,09	0,01	0,02	0,11	0,31
0,35	1.260,00	0,82	0,26	548.350,94	0,01	0,03	0,15	0,41
0,40	1.440,00	0,93	0,33	626.686,79	0,01	0,04	0,20	0,53
0,45	1.620,00	1,05	0,41	705.022,64	0,01	0,06	0,25	0,66
0,45	1.633,50	1,06	0,42	710.897,82	0,01	0,06	0,25	0,67
0,50	1.786,40	1,16	0,49	777.439,77	0,01	0,07	0,30	0,79
0,54	1.947,00	1,26	0,58	847.332,76	0,01	0,08	0,36	0,94
0,60	2.160,00	1,40	0,70	940.030,18	0,01	0,10	0,44	1,14
0,65	2.340,00	1,52	0,81	1.018.366,03	0,01	0,12	0,52	1,33
0,70	2.520,00	1,63	0,93	1.096.701,88	0,01	0,14	0,60	1,53

Tabla 43. Pérdidas en el MANIFOLD (Fuente: Elaboración propia).

Q (m³/s)	Q(m³/h)	V (m/s)	JCont (D - w)	Re	f	V²/2g	JLoc	Jtotal (D - w)
0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-
0,05	180,00	0,11	0,00	75950,82	0,02	0,00	0,00	0,00
0,10	360,00	0,22	0,00	151901,64	0,02	0,00	0,00	0,00
0,15	540,00	0,33	0,00	227852,46	0,02	0,01	0,00	0,00
0,20	720,00	0,44	0,00	303803,28	0,01	0,01	0,00	0,00
0,25	900,00	0,55	0,00	379754,10	0,01	0,02	0,00	0,01
0,30	1080,00	0,66	0,00	455704,92	0,01	0,02	0,01	0,01
0,35	1260,00	0,77	0,00	531655,74	0,01	0,03	0,01	0,01
0,40	1440,00	0,88	0,00	607606,56	0,01	0,04	0,01	0,01
0,45	1620,00	0,99	0,00	683557,38	0,01	0,05	0,01	0,02
0,454	1633,50	0,99	0,00	689253,69	0,01	0,05	0,01	0,02
0,496	1786,40	1,09	0,00	753769,69	0,01	0,06	0,02	0,02
0,541	1947,00	1,19	0,00	821534,70	0,01	0,07	0,02	0,03
0,60	2160,00	1,32	0,00	911409,84	0,01	0,09	0,02	0,03
0,65	2340,00	1,43	0,01	987360,66	0,01	0,10	0,03	0,04
0,70	2520,00	1,53	0,01	1063311,48	0,01	0,12	0,03	0,04



Tabla 44. Pérdidas en la impulsión vertical de acero (Fuente: Elaboración propia).

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	V (m/s)	JCont _(D - w)	Re	f	V ² /2g	JLoc	Jtotal _(D - w)
0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-
0,05	180,00	0,15	0,00	87635,56	0,02	0,00	0,01	0,01
0,10	360,00	0,29	0,00	175271,12	0,02	0,00	0,02	0,02
0,15	540,00	0,44	0,00	262906,68	0,02	0,01	0,06	0,06
0,20	720,00	0,58	0,00	350542,25	0,01	0,02	0,10	0,10
0,25	900,00	0,73	0,00	438177,81	0,01	0,03	0,16	0,16
0,30	1080,00	0,88	0,00	525813,37	0,01	0,04	0,22	0,22
0,35	1260,00	1,02	0,00	613448,93	0,01	0,05	0,31	0,31
0,40	1440,00	1,17	0,00	701084,49	0,01	0,07	0,40	0,40
0,45	1620,00	1,31	0,00	788720,05	0,01	0,09	0,51	0,51
0,454	1633,50	1,32	0,00	795292,72	0,01	0,09	0,51	0,51
0,496	1786,40	1,45	0,00	869734,26	0,01	0,11	0,62	0,62
0,541	1947,00	1,58	0,00	947924,66	0,01	0,13	0,73	0,73
0,60	2160,00	1,75	0,00	1051626,74	0,01	0,16	0,90	0,90
0,65	2340,00	1,90	0,00	1139262,30	0,01	0,18	1,06	1,06
0,70	2520,00	2,04	0,00	1226897,86	0,01	0,21	1,22	1,22

Los valores anteriores se resumen en la Tabla N° 45 y se construyen las curvas H-Q para las alturas geométricas HG1, HG2 y HG3 que se representan en la Ilustración 16. Además, se presenta la línea piezométrica del tramo para los años 0, 10 y 20 en la Ilustración 17.

Tabla 45. Pérdidas totales en el Tramo 1, para las distintas HG (Fuente: Elaboración propia).

HG1=17.66m		HG2=7.22m		HG3=12.76m	
Q(m3/s)	H total(m)	Q(m3/s)	H total(m)	Q(m3/s)	H total(m)
0,00	17,66	0,00	7,22	0,00	12,76
0,05	17,67	0,05	7,23	0,05	12,77
0,10	17,71	0,10	7,27	0,10	12,81
0,15	17,77	0,15	7,33	0,15	12,87
0,20	17,85	0,20	7,41	0,20	12,95
0,25	17,96	0,25	7,52	0,25	13,06
0,30	18,08	0,30	7,64	0,30	13,18
0,35	18,23	0,35	7,79	0,35	13,33
0,40	18,39	0,40	7,95	0,40	13,49
0,45	18,58	0,45	8,14	0,45	13,68
0,45	18,59	0,45	8,15	0,45	13,69
0,50	18,77	0,50	8,33	0,50	13,87
0,54	18,97	0,54	8,53	0,54	14,07
0,60	19,26	0,60	8,82	0,60	14,36
0,65	19,53	0,65	9,09	0,65	14,63
0,70	19,82	0,70	9,38	0,70	14,92

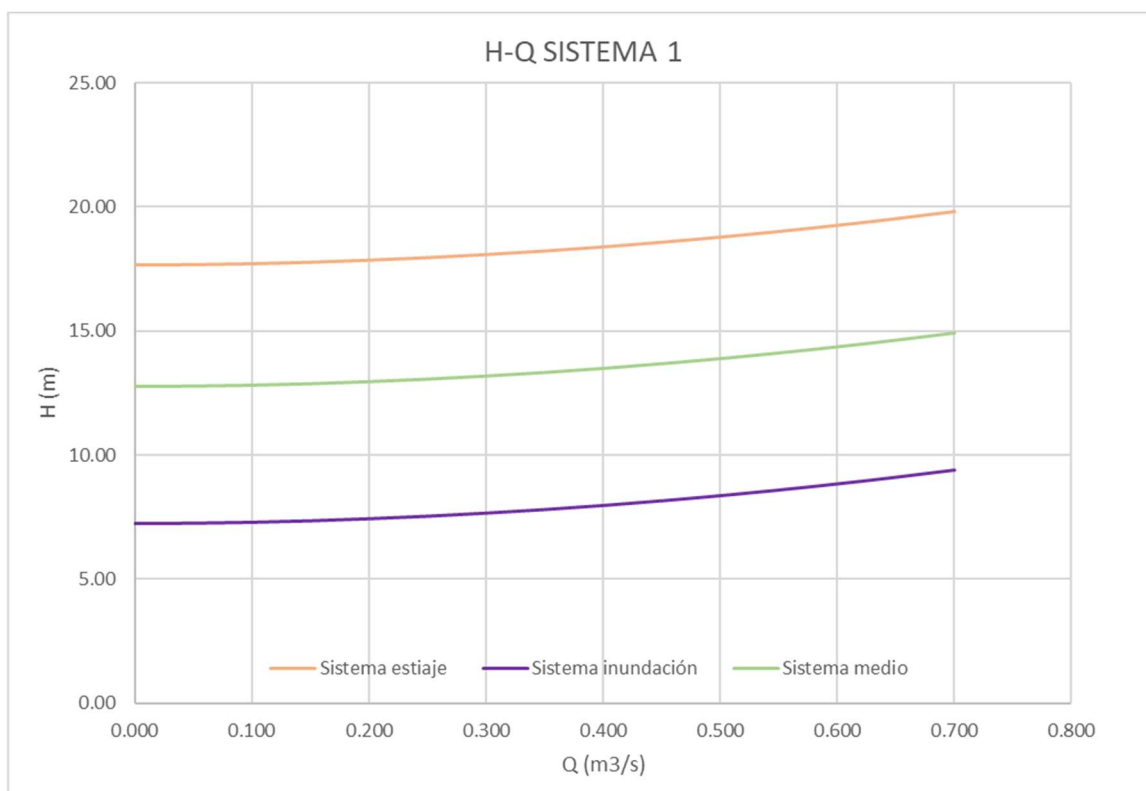


Ilustración 16. Curva H-Q del sistema 1 para los tres valores de HG (Fuente: Elaboración propia).

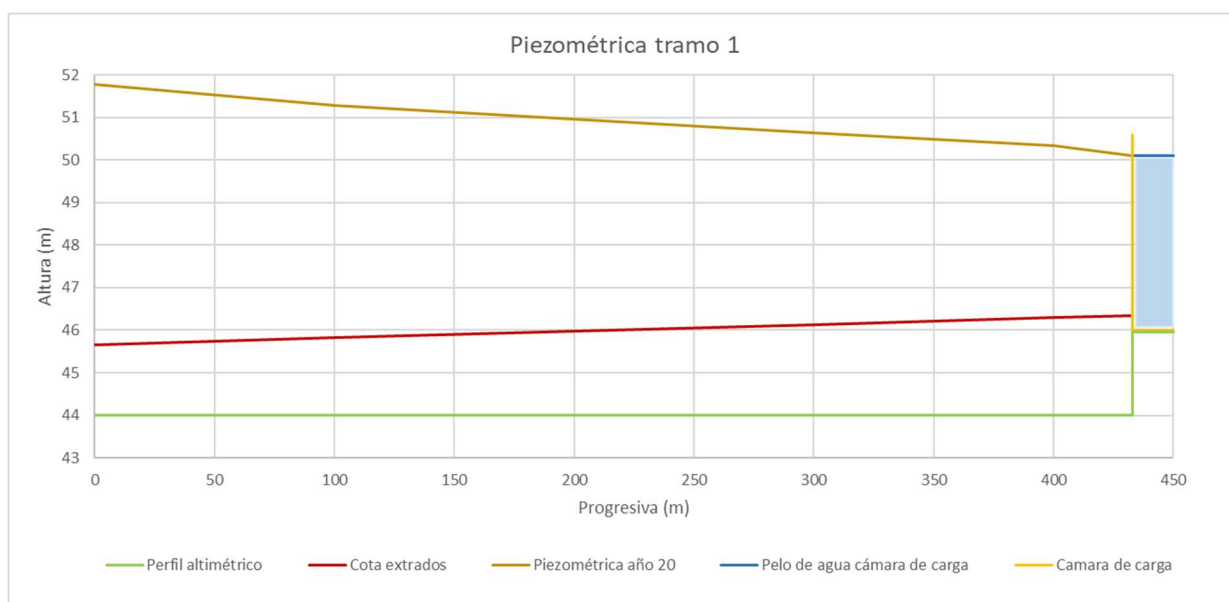


Ilustración 17. Piezométrica tramo 1 (Fuente: Elaboración propia).

Dado el rango de alturas entre los que trabajará el sistema de bombeo, resulta imposible hallar un sistema de bombeo que en condiciones normales de funcionamiento cumpla con los requerimientos de H-Q en todas las curvas, por lo que la bomba deberá ser seleccionada para

una condición de operación, y se deberá regular el sistema para las otras condiciones de funcionamiento. En ese sentido, se selecciona una bomba para la condición más forzada que es cuando la altura geométrica es más grande, es decir, durante periodos de estiaje, y dado que los caudales de los años 10 y 20 son similares, se prosigue con el de mayor valor. La bomba seleccionada corresponde a una sumergible de tipo NP 3400 Flygt que se detalla en la Ilustración 18 y cuyas especificaciones se presentan en el **ANEXO 4**.



Ilustración 18. Bomba del tramo 1 (Fuente: Elaboración propia).

La curva de la bomba se presenta en la Ilustración 19, para el par H-Q en situación de estiaje del año 20, es decir 18,97m y 0,541m³/s respectivamente (ver tabla N° 43).

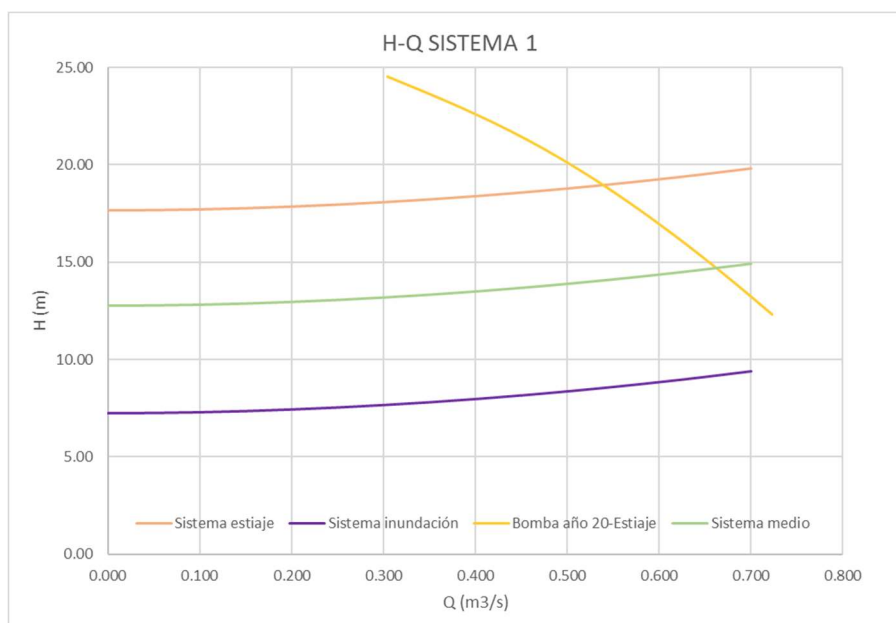


Ilustración 19. Curvas H-Q del sistema 1 y de la bomba seleccionada (Fuente: Elaboración propia).

Se observa en la Ilustración 19 que la demanda Q es la misma para distintos niveles de altura en función de la variación del río, y como se detalló precedentemente, la bomba no podrá trabajar en condiciones normales de funcionamiento en los puntos que demanden el mismo caudal a una menor HM, es por ello por lo que se debe considerar la regulación del sistema para que pueda operar sin problemas ante distintos escenarios. Esto podrá realizarse de dos maneras: afectando la curva del sistema (es decir, incorporando pérdidas), o bien modificando la curva de la bomba (regular la velocidad a partir de la variación de frecuencia). La primera solución implicaría la utilización de válvulas reguladoras de caudal que se abran más o menos en función de las necesidades, generando pérdidas que incrementen la pendiente de la curva hasta el punto de funcionamiento de la bomba; la segunda consistiría en incorporar un variador de frecuencia que disminuya las revoluciones de la bomba, logrando que la curva de la bomba intersecte el punto de funcionamiento demandado.

A continuación, se describen las alternativas planteadas.

9.1.1 Regulación del sistema

9.1.1.1 Alternativa 1. Válvula reguladora de caudal

Regular el sistema con una válvula implica incorporar pérdidas que alcancen el punto de funcionamiento de la bomba, como se observa en la Ilustración 20. A modo de ejemplo para el desarrollo se explicará cómo se regularía el sistema en caso de inundación en el año 20, es decir, con $HG_2=7.22\text{m}$.

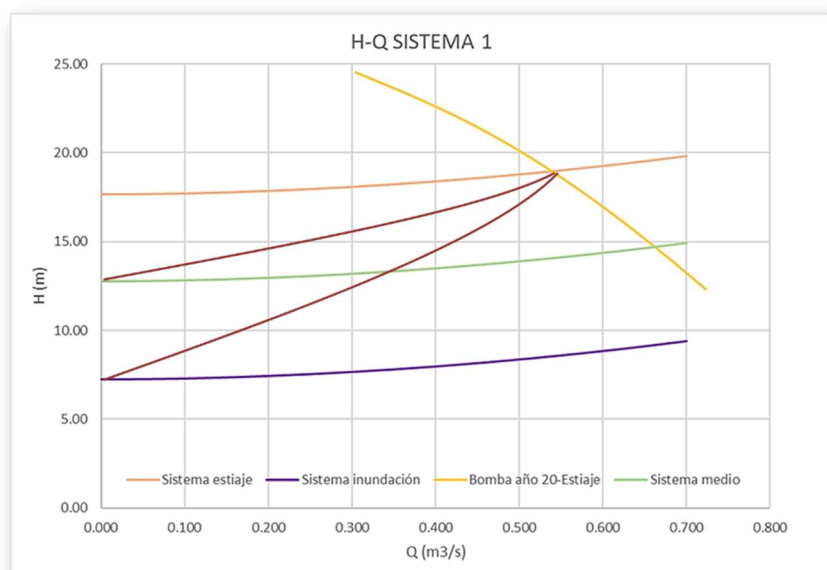


Ilustración 20. Esquema del sistema en situación de inundación con válvula reguladora (Fuente: Elaboración propia).



La pérdida necesaria a introducir es la diferencia entre alturas geométricas de una curva y otra, es decir:

$$\Delta p_{nec} = HG1 - HG2 = 17.66 - 7.22 = 10.44m$$

Se analiza la serie de válvulas DOROT S100, las cuales corresponden al modelo que regula caudal de agua cruda. El valor K de la válvula es el caudal que pasa por ella cuando se encuentra totalmente abierta con una variación de presión de 1bar. En ese sentido, la relación entre el caudal que se requiere pasar y K arrojará un valor de Δp distinto de 1, lo que implicará una mayor o menor caída de presión o pérdida según el requerimiento. Se presenta en la Tabla N° 46 el análisis de una serie de válvulas de distintos diámetros.

Tabla 46. Cálculo de caída de presión en válvula reguladora de caudal (Fuente: Elaboración propia).

DOROT S100					1 válvula	2 válvulas
Diámetro (mm)	Caudal (m ³ /h)	KV	CV	AP (bar)	AP(mca)	AP(mca)*2
350	1947	1900	2200	1,05	10,50	21,00
400	1947	2600	3300	0,56	5,61	11,22
450	1947	2600	3300	0,56	5,61	11,22
500	1947	4600	5370	0,18	1,79	3,58
600	1947	4600	5370	0,18	1,79	3,58

Las condiciones de operación son dato del fabricante. Para asegurarse que una válvula funcionará en distintos escenarios de operación, se debe ingresar al ábaco de la Ilustración 21 brindado por el fabricante con los valores de presión aguas arriba en el eje de ordenadas y aguas debajo de la válvula en el de abscisas, siendo la diferencia entre dichos valores la pérdida generada por la misma, esto quiere decir que se verifica que la válvula no cavite ante una caída de presión. Se presenta en la Tabla N° 47 los datos y resultados del análisis de presión aguas arriba y aguas debajo de la válvula de 450mm.

Tabla 47. Análisis de la caída de presión en la válvula (Fuente: Elaboración propia).

DATOS	
Cota del agua en el pozo (m)	31,26
Perdidas en la impulsión de acero (m)	0,731
Perdidas en el manifold (m)	0,026
Cota de la válvula m	44,76
Velocidad (m/s)	1,58
Patm (m)	10,33
Presión de vapor (m)	0,238
RESULTADOS	
Presión aguas arriba (mca)	34,165
Presión aguas abajo en inundación (mca)	23,73
Presión aguas abajo válvula 100% abierta (mca)	28,56

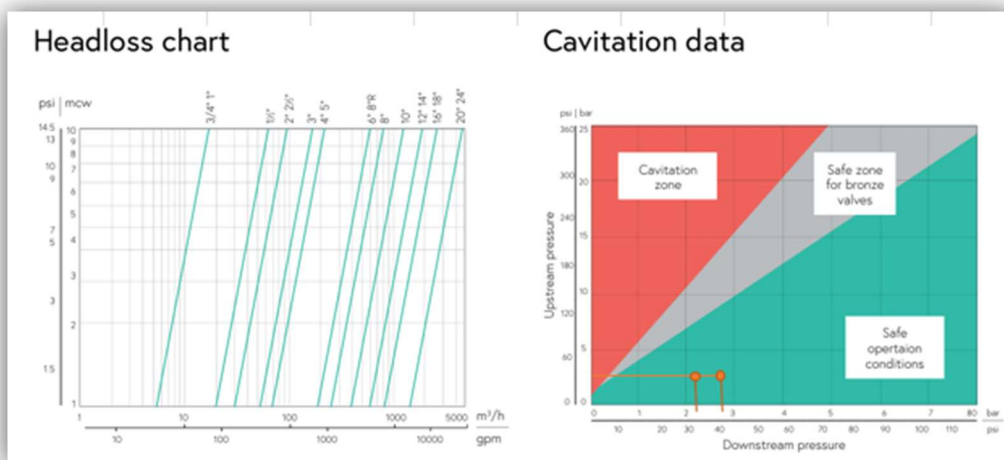


Ilustración 21. Ábaco de válvula reguladora de caudal (Fuente: Catálogo DOROT, año 2024).

Se analiza la válvula de 450mm y se observa en la Ilustración 21 que la misma se encuentra en condiciones seguras de para los escenarios extremos de operación (no necesitar regulación y necesitar la incorporación de 10.44m de pérdida respectivamente); sin embargo, se observa que, aun cuando no se necesite regular el caudal, la válvula por si sola, 100% abierta, genera una pérdida de 5,61m, por lo que en condiciones normales de operación se estaría incorporando pérdidas innecesariamente, lo que se traduce en un mayor costo de energía eléctrica a lo largo de la vida útil, a pesar de poseer un costo de inversión inicial menor que otras alternativas. Debido a esta consecuencia, se descarta la regulación con válvula como alternativa.

9.1.1.2 Alternativa 2. Regulador de velocidad

Una forma de modificar la curva característica de una bomba es modificar la velocidad de giro del impulsor, solidario de un motor eléctrico, con un variador de frecuencia. La principal consecuencia de la disminución de la velocidad de una bomba es la disminución tanto de la altura como del caudal que ésta es capaz de proporcionar (el caudal disminuye si hablamos de puntos homólogos solamente), lo que justifica económicamente a medio y largo plazo la adquisición de un variador, más aún si los escenarios de funcionamiento varían frecuentemente. Se presenta en la Ilustración 22 una comparación entre la utilización de válvulas y un variador para regular un sistema, en la cual se observa que, para un mismo caudal, el sistema regulado por una válvula trabaja en el punto A implicando un mayor costo en pérdidas, mientras que el variador trabaja con la curva del sistema original, pero bajando la curva de la bomba al punto B, lo que implica un ahorro significativo en potencia empleada para erogar el mismo caudal.

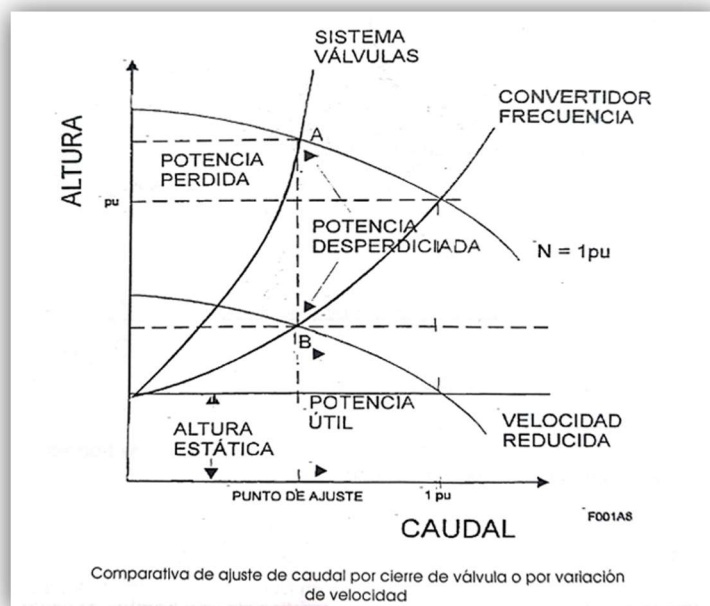


Ilustración 22. Eficiencia válvula reguladora vs variador de velocidad (Fuente: Flygt, s/a).

Dado que se ha seleccionado una bomba para la situación de estiaje en el año 20 (ver Ilustración 19), se hará uso del variador de velocidades para los pares H-Q de las 3 curvas vistas en la Ilustración 16 en los años 0, 10 y 20 respectivamente. A modo de explicación, se desarrolla el análisis de la variación de los pares H-Q del año 20 para la situación de inundación y situación moda (HG 2 y HG 3 respectivamente).

Para analizar la variación de velocidad en una bomba, hay una serie de requisitos para tener en cuenta:

● **Especificaciones del variador de frecuencia (VFD):**

- Rango de frecuencia: la mayoría de los VFDs tienen un rango de frecuencia de salida que típicamente va de 0 Hz a 60 Hz. La frecuencia de salida afecta directamente la velocidad del motor de la bomba.

- Capacidad de corriente: debe ser capaz de suministrar la corriente necesaria al motor en todo el rango de operación.

- Tensión de salida: debe proporcionar la tensión adecuada al motor. Algunos variadores ajustan la tensión en función de la frecuencia.

● **Especificaciones del motor:**

- Rango de velocidad del motor: los motores tienen un rango de velocidad seguro en el que pueden operar. Operar a velocidades muy bajas puede causar problemas de enfriamiento,



mientras que operar a velocidades muy altas puede exceder las limitaciones mecánicas del motor.

- Par de arranque y funcionamiento: el par requerido para arrancar y operar la bomba varía con la velocidad. El VFD debe ser capaz de proporcionar suficiente par en todo el rango de velocidad.

●Curva de la bomba y punto de operación:

- Curvas de rendimiento de la bomba: las bombas tienen curvas características que muestran la relación entre la altura, el flujo, la eficiencia y la potencia consumida. Al variar la velocidad, estas curvas cambian, y es importante asegurarse de que la bomba opere en una zona eficiente.

- NPSH (altura neta positiva de aspiración): A velocidades más altas, el NPSH requerido aumenta, lo que puede llevar a cavitación si no se tiene cuidado.

●Condiciones del sistema:

- Variabilidad de la demanda: la capacidad del sistema para manejar diferentes flujos y presiones.

- Compatibilidad del sistema: asegurarse de que las cañerías y otros componentes del sistema pueden manejar los cambios en flujo y presión resultantes de variar la velocidad de la bomba.

●Límites de Regulación:

- Velocidad mínima: determinada por la capacidad del motor para enfriarse adecuadamente y por el par necesario para mover el agua a bajas velocidades.

- Velocidad máxima: determinada por la capacidad mecánica del motor, la bomba y el sistema de cañerías para manejar mayores velocidades y presiones.

- Frecuencia de operación: limitada por el VFD y las especificaciones del motor. En este caso, es necesario seleccionar una bomba cuya frecuencia de operación sea la mayor posible, de modo de poder regularla hacia frecuencias menores, sin forzar el equipo.

-Capacidad de enfriamiento: asegurar que el motor no se sobrecaliente, especialmente a bajas velocidades.

La bomba elegida es la que figura en la Ilustración 18, la cual gira a 995rpm nominales en el punto de funcionamiento $H_m=18.97m$ $Q=0.54m^3/s$ (ver ANEXO 4) y debe ser regulada a los puntos $H_m=8,53m$ $Q=0.54m^3/s$ y $H_m=14.07m$ $Q=0.54m^3/s$. Como los puntos son de igual caudal, no serán homólogos, es decir, no tendrán el mismo rendimiento. Para conocer las curvas



reducidas, es necesario, en primer lugar, aplicar regresión a la curva de la bomba elegida para conocer la ecuación de esta. En este caso se ha utilizado el método de regresión por determinantes, conociendo la curva de la bomba, la cual tiene la siguiente forma:

$$Hm = -0,00001 * Q^2 + -0.0158 * Q + 31.0936$$

Y la de rendimiento tiene la forma:

$$\eta = -29.735 * Q^3 - 247.22 * Q^2 + 288.67 * Q + 0.2857$$

Las curvas de la bomba distintas velocidades se hallarán a partir de la siguiente ecuación:

$$Hm = -0,00001 * Q^2 + -0.0158 * Q * \alpha + 31.0936 * \alpha^2$$

Siendo α la relación entre el número de revoluciones que se quiere hallar y el de revoluciones nominales de la bomba, los valores de Hm y Q conocidos, se resuelve la fórmula cuadrática, donde la incógnita está implícita en α , hallando los siguientes valores:

-SITUACION INUNDACIÓN (HG2):

$$Hm2=8,53m$$

$$Q1=Q2=0,54m^3/s$$

$$n1=995rpm$$

$$8,53m = -0,00001 * (0,54m^3/s)^2 + -0.0158 * 0,54m^3/s * \alpha + 31.0936 * \alpha^2$$

Resolviendo

$$\alpha=0,79$$

$$n2=0,79*995rpm=785,3rpm$$

Conocido el valor de α , será posible hallar el rendimiento para este punto mediante la fórmula:

$$\eta = -29.735 * Q^3 - 247.22 * Q^2 * \alpha + 288.67 * Q * \alpha^2 + 0.2857 * \alpha^3$$

La cual arroja un valor de $\eta=72,4\%$



-SITUACION MODA (HG 3):

$$H_{m2}=14,07\text{m}$$

$$Q_1=Q_2=0,54\text{m}^3/\text{s}$$

$$n_1=995\text{rpm}$$

$$14,07\text{m} = -0,00001 * (0,54\text{m}^3/\text{s})^2 + -0,0158 * 0,54\text{m}^3/\text{s} * \alpha + 31,0936 * \alpha^2$$

Resolviendo

$$\alpha=0,914$$

$$n_2=0,914*995\text{rpm}=909,4\text{rpm}$$

$$\eta=78,4\%$$

Los valores de revoluciones n_1 y n_2 corresponden a una frecuencia de 40 y 45 Hz respectivamente dentro de la familia de curvas existentes para la bomba (VER ANEXO 4), por lo cual se establece que podrá ser regulada para estos escenarios de funcionamiento. A continuación, se observan en la Ilustración 23 e Ilustración 24 las curvas de la bomba regulada y las de rendimiento respectivamente.

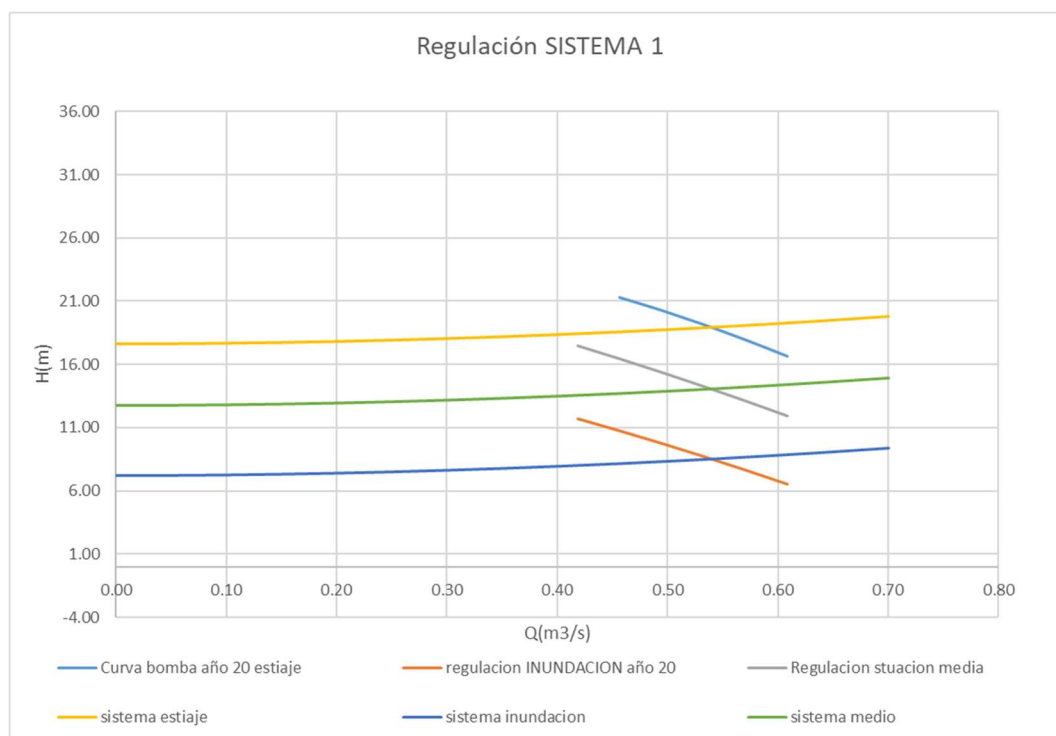
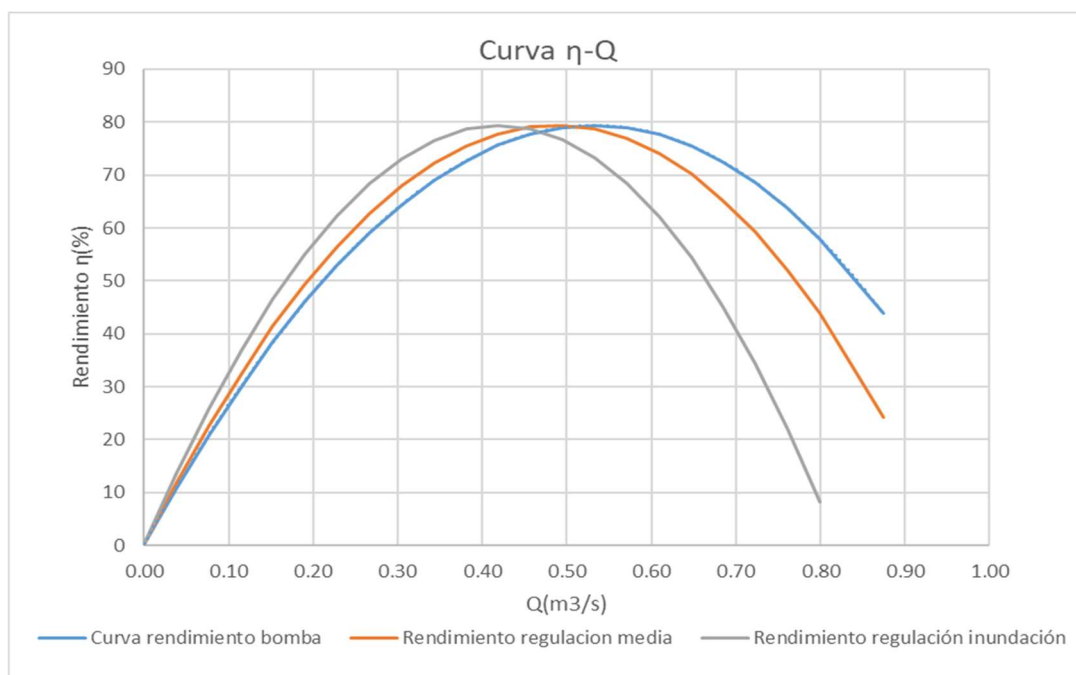


Ilustración 23. Curvas H-Q del sistema 1, de la bomba original y sus variantes de regulación (Fuente: Elaboración propia).



Ilustraci3n 24. Curvas η -Q de la bomba y sus variantes de regulaci3n (Fuente: Elaboraci3n propia).

9.2 An3lisis del sistema de bombeo N° 2

El sistema N°2 bombear3 agua tratada desde la cisterna ubicada en la planta potabilizadora de Monte Caseros, hasta Curuz3 Cuati3, transportando el caudal de las localidades de Curuz3 y Sauce.

Los datos para su c3lculo se presentan en la Tabla N°48.

Tabla 48. Datos para el c3lculo de p3rdidas del sistema 2 (Fuente: Elaboraci3n propia).

Longitud(m)	64.860,00
Cota del pelo de agua en la cisterna(m)	44,35
Cota de ingreso a la cisterna en Curuzu (m)	78,8

$$HG = 78.8m - 44.35m = 34.45m$$

El tramo estar3 afectado por p3rdidas continuas y localizadas propias de los accesorios, v3lvulas de aire, desag3e, etc. que responder3n a las pautas de dise1o explicadas en 7.1. Se presentan en la Tabla N° 49 y Tabla N° 50 los valores con los cuales se ha calculado las p3rdidas continuas y localizadas del tramo.



Tabla 49. Datos de la impulsión de PEAD para el cálculo de pérdidas del sistema 2 (Fuente: Elaboración propia)

IMPULSION PEAD	
Caudal total a captar AÑO 0 (m ³ /h)	830,98
Caudal total a captar AÑO 0 (m ³ /s)	0,23
Caudal total a captar AÑO 10 (m ³ /h)	907,74
Caudal total a captar AÑO 10 (m ³ /s)	0,25
Caudal total a captar AÑO 20 (m ³ /h)	984,50
Caudal total a captar AÑO 20 (m ³ /s)	0,27
Numero de conductos a instalar	1,00
Caudal a captar por conducto año 10 (m ³ /s)	0,25
Caudal a captar por conducto año 20 (m ³ /s)	0,27
k = rugosidad media de la cañería (PEAD)	0,01
v = Viscosidad cinemática (m ² /s)	0,000001
Aceleración de la gravedad (m/s ²)	9,81

Tabla 50. Accesorios en la impulsión del tramo 2 (Fuente: Elaboración propia)

PERDIDAS LOCALIZADAS PEAD TRAMO 2			
K	Valor unitario	Cantidad	Total
Curva a 90°	1	10	10
Codo 45	0.4	50	20
Válvula desagüe	0.1	60	6
Válvula aire	0.1	60	6
Reducción	0.25	2	0.5
Entrada cisterna	0.5	1	0.5
Válvula antirretorno	2.5	10	25
Total(k)			68

Seguidamente, son presentadas las pérdidas correspondientes a los tramos de cada clase del sistema 2 en la Tabla N° 51, Tabla N°52, Tabla N°53 y Tabla N°54.

TRAMO 2.1

Longitud:3250m

Clase 10

Diámetro:710mm



Diámetro interno: 625.8mm

Tabla 51. Pérdidas del tramo 2.1 (Fuente: Elaboración propia).

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	V (m/s)	JCont (D - w)	Re	f	Jtotal T.2.1 (D - w)
0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	-
0,05	180,00	0,16	0,13	92.480,86	0,02	0,13
0,10	360,00	0,33	0,44	184.961,73	0,02	0,44
0,15	540,00	0,49	0,93	277.442,59	0,01	0,93
0,20	720,00	0,65	1,57	369.923,46	0,01	1,57
0,23	830,98	0,75	2,03	426.943,99	0,01	2,03
0,25	900,00	0,81	2,35	462.404,32	0,01	2,35
0,25	907,74	0,82	2,39	466.381,25	0,01	2,39
0,27	984,50	0,89	2,77	505.818,52	0,01	2,77
0,30	1.080,00	0,98	3,29	554.885,18	0,01	3,29
0,35	1.260,00	1,14	4,36	647.366,05	0,01	4,36

TRAMO 2.2

Longitud: 4111m

Clase 8

Diámetro: 710mm

Diámetro interno: 629.6mm

Tabla 52. Pérdidas del tramo 2.2 (Fuente: Elaboración propia).

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	V (m/s)	JCont (D - w)	Re	f	Jtotal T.2.2 (D - w)
0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	-
0,05	180,00	0,16	0,16	91.922,69	0,02	0,16
0,10	360,00	0,32	0,55	183.845,38	0,02	0,55
0,15	540,00	0,48	1,14	275.768,07	0,01	1,14
0,20	720,00	0,64	1,92	367.690,75	0,01	1,92
0,23	830,98	0,74	2,50	424.367,14	0,01	2,50
0,25	900,00	0,80	2,89	459.613,44	0,01	2,89
0,25	907,74	0,81	2,94	463.566,37	0,01	2,94
0,27	984,50	0,88	3,41	502.765,61	0,01	3,41
0,30	1.080,00	0,96	4,04	551.536,13	0,01	4,04
0,35	1.260,00	1,12	5,36	643.458,82	0,01	5,36

TRAMO 2.3

Longitud: 57499m

Clase: 6.3

Diámetro: 710mm



Diámetro interno: 642.2mm

Tabla 53. Pérdidas del tramo 2.3 (Fuente: Elaboración propia).

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	V (m/s)	JCont _(D - w)	Re	f	Jtotal T.2.3 _(D - w)
0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	-
0,05	180,00	0,15	1,99	90.119,16	0,02	1,99
0,10	360,00	0,31	6,94	180.238,32	0,02	6,94
0,15	540,00	0,46	14,48	270.357,48	0,01	14,48
0,20	720,00	0,62	24,44	360.476,64	0,01	24,44
0,23	830,98	0,71	31,75	416.041,03	0,01	31,75
0,25	900,00	0,77	36,74	450.595,80	0,01	36,74
0,25	907,74	0,78	37,32	454.471,18	0,01	37,32
0,27	984,50	0,84	43,30	492.901,32	0,01	43,30
0,30	1.080,00	0,93	51,30	540.714,96	0,01	51,30
0,35	1.260,00	1,08	68,08	630.834,12	0,01	68,08

Las pérdidas totales son presentadas en la Tabla N° 54.

Tabla 54. Pérdidas totales del tramo 2 (Fuente: Elaboración propia).

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	J CONT	v ² /2G	J LOC	J TOTAL	H MANOMETRICA
0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	34,45
0,05	180,00	2,28	0,00	0,09	2,37	36,82
0,10	360,00	7,93	0,01	0,35	8,28	42,73
0,15	540,00	16,54	0,01	0,79	17,33	51,78
0,20	720,00	27,93	0,02	1,40	29,34	63,79
0,23	830,98	36,29	0,03	1,87	38,16	72,61
0,25	900,00	41,99	0,03	2,20	44,18	78,63
0,25	907,74	42,65	0,03	2,23	44,88	79,33
0,27	984,50	49,48	0,04	2,63	52,11	86,56
0,30	1.080,00	58,63	0,05	3,16	61,79	96,24
0,35	1.260,00	77,80	0,06	4,30	82,10	116,55

Los puntos de funcionamiento H-Q están resumidos en la Tabla N° 55 y la curva H-Q se puede observar en la Ilustración 25, además se presentan las piezométricas de los años 0, 10 y 20 en la Ilustración 26.

Tabla 55. Cuadro resumen valores H-Q para los años 0,10 y 20 (Fuente: Elaboración propia).

AÑO	Q (m ³ /s)	H (m)
0	0,23	72,61
10	0,252	79,33
20	0,273	86,56

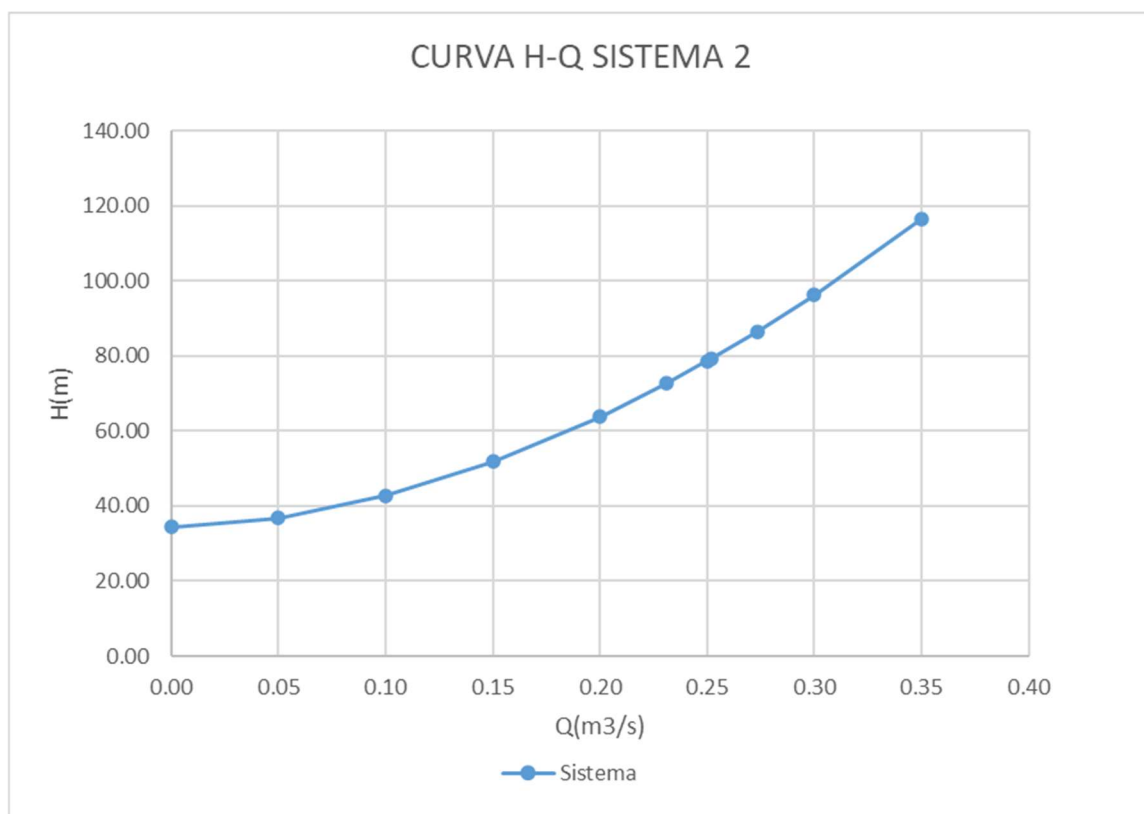


Ilustración 25. Curva H-Q del sistema 2 (Fuente: Elaboración propia).

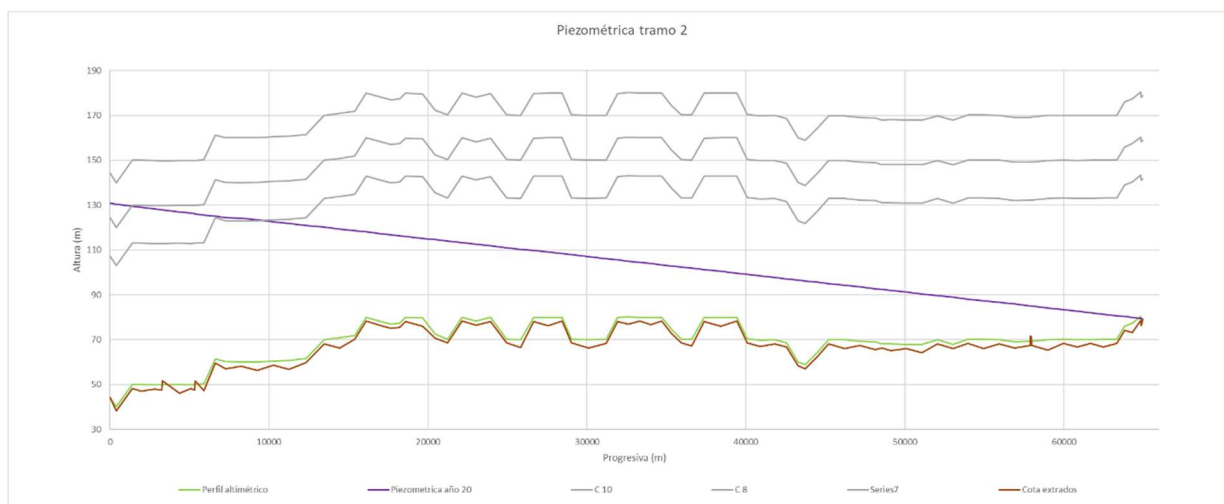


Ilustración 26. Piezométrica tramo 2 (Fuente: Elaboración propia).

Este sistema replica la condición de poca variación entre los caudales de los años 10 y 20, por lo que surgen 2 alternativas al momento de seleccionar los equipos que trabajarán durante el horizonte de diseño:



ALTERNATIVA 1: Elegir un equipo de bombeo para el par H-Q del año 10 y otro para el año 20 respectivamente.

ALTERNATIVA 2: Elegir un equipo de bombeo para el par H-Q del año 20 y regular las horas de bombeo en los años previos.

Dada la gran demanda de altura del sistema se seleccionará una bomba de doble succión, la cual responde adecuadamente a estas exigencias; para el año 20 corresponde a una bomba LOWARA E-XC250 de 355 kW de potencia, y para el año 10 una LOWARA E-XC250 de 315 kW, cuyos datos se observan en la Ilustración 27 e Ilustración 28 respectivamente. Para mayores detalles, recurrir al ANEXO N° 4. Las curvas se observan en la Ilustración 29, junto con la curva del sistema.


	e-XC250-610/3550W/L45ADS4AG
50 Hz 355 kW 400 V 0,00 USD	
Frecuencia	50 Hz
Potencia nominal	355 kW
Potencia del motor corregida	355 kW
Potencia máxima en el eje en la curva	376,8 kW
Potencia necesaria para el punto de trabajo	318,9 kW
Margen de seguridad	11,33 %
Número de polos	4
Velocidad	1490 rpm
1 fase / 3 fases	3~
Tensión nominal	400 voltios
Corriente nominal	611 A
Clase de aislamiento	F
Factor de potencia 1/1 Carga	0,87
Factor de potencia 3/4 de carga	0,84
Factor de potencia 1/2 Carga	0,75
Eficiencia del motor 1/1 Carga	96,0 %
Eficiencia del motor 3/4 de carga	96,3 %
Eficiencia del motor 1/2 carga	96,2 %

Ilustración 27. Datos de la bomba seleccionada para el año 20. (Fuente: Xylect, año 2024).

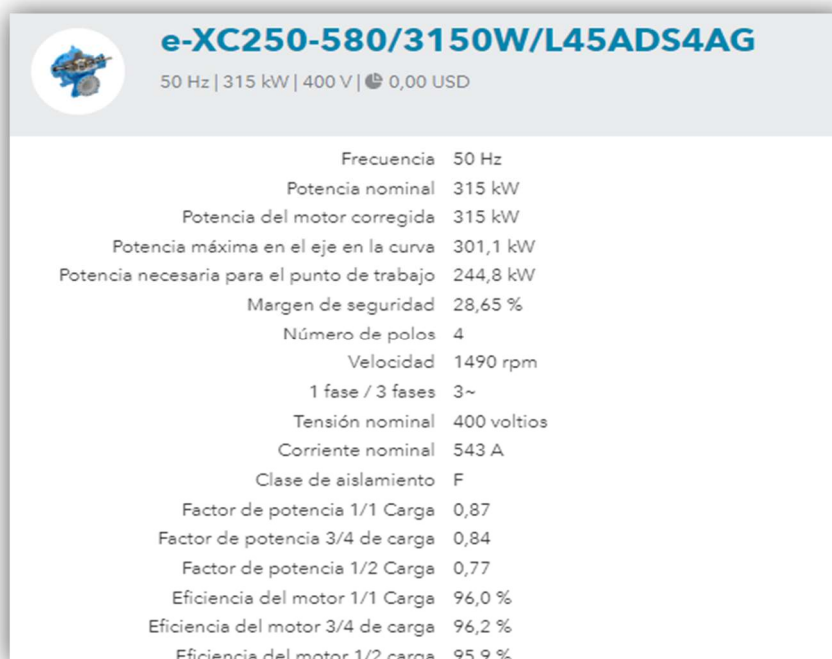


Ilustración 28. Datos de la bomba seleccionada para el año 10. (Fuente: Xylect, año 2024).

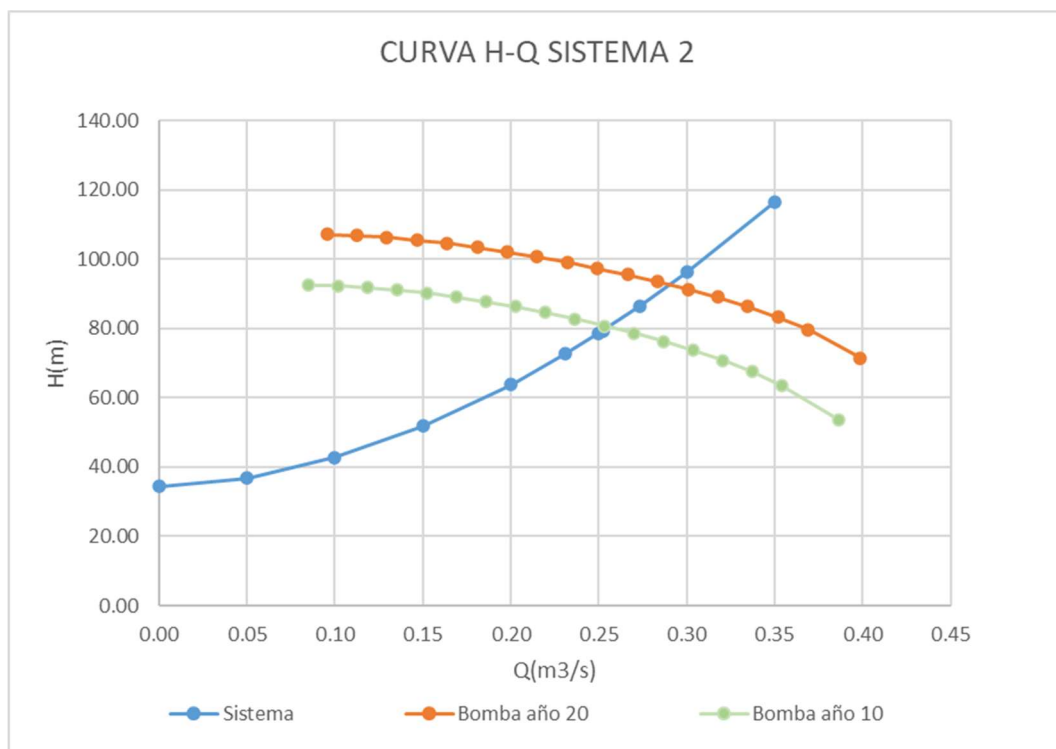


Ilustración 29. Curva H-Q del sistema y de las bombas seleccionadas para el año 10 y 20. (Fuente: Elaboración propia).



Para analizar la 2° alternativa, es decir, la de bombear menos horas, se debe considerar el volumen bombeado en 24h de los años 0 y 10, y relacionar dicho volumen con el caudal constante que se requiere bombear, el cual será el máximo diario del año 20. En ese sentido, se tienen los siguientes valores:

$$QD0=830,98m^3/h$$

$$QD10=907.74m^3/h$$

$$QD20=984.5m^3/h$$

$$VD0=QD0*24h=19944m^3$$

$$VD10=QD10*24h=21786m^3$$

Las horas de bombeo al año 0 y 10 serán:

$$h0 = \frac{VD0}{QD20} = 20.26h$$

$$h10 = \frac{VD10}{QD20} = 22.13h$$

9.3 Análisis del sistema de bombeo N° 3

El tercer sistema corresponde al encargado de transportar el caudal desde la cisterna ubicada en Curuzú Cuatiá hasta la localidad de Sauce. Tal como se viene desarrollando, los datos de este tramo se presentan en la Tabla N° 56.

Tabla 56. Datos para el cálculo de pérdidas del tramo 3. (Fuente: Elaboración propia).

Longitud(m)	80.801,00
Cota del pelo de agua en la cisterna de Curuzú Cuatiá(m)	78,8
Cota de ingreso a la cisterna de Sauce (m)	68,15

En la Tabla N° 57 y Tabla N° 58 figuran los valores con los que se procedió a calcular las pérdidas del Sistema N° 3.



Tabla 57. Datos de la cañería de impulsión para el cálculo de pérdidas del tramo 3. (Fuente: Elaboración propia)

IMPULSION PEAD	
Caudal total a captar AÑO 0 (m^3/h)	153,40
Caudal total a captar AÑO 0 (m^3/s)	0,043
Caudal total a captar AÑO 10 (m^3/h)	167,57
Caudal total a captar AÑO 10 (m^3/s)	0,047
Caudal total a captar AÑO 20 (m^3/h)	181,73
Caudal total a captar AÑO 20 (m^3/s)	0,050
Numero de conductos a instalar	1,00
Caudal a captar por conducto año 10 (m^3/s)	0,047
Caudal a captar por conducto año 20 (m^3/s)	0,050
k = rugosidad media de la cañería (PEAD)	0,01
v = Viscosidad cinemática (m^2/s)	0,000001
Aceleración de la gravedad (m/s^2)	9,81

Tabla 58. Accesorios de la impulsión del tramo 3. (Fuente: Elaboración propia)

PERDIDAS LOCALIZADAS PEAD			
K	Valor unitario	Cantidad	Total
Curva a 90°	1	10	10
Codo 45	0,4	10	4
Válvula desagüe	0,1	80	8
Válvula aire	0,1	80	8
Reducción	0,25	4	1
Entrada cisterna	0,5	1	0,5
Válvula antirretorno	2,5	10	25
Total(k)			56,5

Las pérdidas de cada tramo que conforma el Sistema 3 son presentadas en la Tabla N° 59, Tabla N° 60, Tabla N° 61 y Tabla N° 62 respectivamente.

TRAMO 3.1

Longitud: 6866m

Clase: 10

Diámetro: 355mm

Diámetro interno: 312.8mm



Tabla 59. Pérdidas del tramo 3.1. (Fuente: Elaboración propia)

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	V (m/s)	JCont _(D - w)	Re	f	Jtotal T.3.1 _(D - w)
0,000	0,000	0,000	-	0,000	-	-
0,043	153,398	0,554	5,666	157.676,832	0,016	5,666
0,047	167,566	0,606	6,648	172.240,029	0,016	6,648
0,050	180,000	0,651	7,569	185.020,859	0,016	7,569
0,050	181,734	0,657	7,702	186.803,227	0,016	7,702
0,070	252,000	0,911	13,954	259.029,203	0,015	13,954
0,090	324,000	1,171	22,078	333.037,547	0,014	22,078
0,140	504,000	1,822	49,685	518.058,406	0,013	49,685

TRAMO 3.2

Longitud: 11692m

Clase: 8

Diámetro: 355mm

Diámetro interno: 314.8mm

Tabla 60. Pérdidas del tramo 3.2. (Fuente: Elaboración propia)

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	V (m/s)	JCont _(D - w)	Re	f	Jtotal T.3.2 _(D - w)
0,000	0,000	0,000	-	0,000	-	-
0,043	153,398	0,547	9,356	156.675,073	0,016	9,356
0,047	167,566	0,598	10,979	171.145,747	0,016	10,979
0,050	180,000	0,642	12,499	183.845,377	0,016	12,499
0,050	181,734	0,649	12,719	185.616,421	0,016	12,719
0,070	252,000	0,899	23,040	257.383,528	0,015	23,040
0,090	324,000	1,156	36,453	330.921,679	0,014	36,453
0,140	504,000	1,799	82,023	514.767,056	0,013	82,023

TRAMO 3,3

Longitud: 62243m

Clase: 6.3

Diámetro: 355mm

Diámetro interno: 321.20mm



Tabla 61. Pérdidas del tramo 3.3. (Fuente: Elaboración propia)

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	V (m/s)	JCont (D - w)	Re	f	Jtotal T.3.3 (D - w)
0,000	0,000	0,000	-	0,000	-	-
0,043	153,398	0,526	45,206	153.553,278	0,017	45,206
0,047	167,566	0,574	53,041	167.735,620	0,016	53,041
0,050	180,000	0,617	60,384	180.182,207	0,016	60,384
0,050	181,734	0,623	61,442	181.917,962	0,016	61,442
0,070	252,000	0,864	111,277	252.255,089	0,015	111,277
0,090	324,000	1,111	176,023	324.327,972	0,014	176,023
0,140	504,000	1,728	395,912	504.510,178	0,013	395,912

En la Tabla N° 62 se presentan las pérdidas totales que se producen en el sistema 3.

Tabla 62. Pérdidas totales del tramo 3. (Fuente: Elaboración propia)

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	J CONT	v ² /2G	J LOC	J TOTAL	H MANOMETRICA
0,000	0,000	-	0,000	0,000	-	-10,650
0,043	153,398	60,228	0,015	0,848	61,076	50,426
0,047	167,566	70,668	0,018	1,012	71,680	61,030
0,050	180,000	80,452	0,021	1,167	81,620	70,970
0,050	181,734	81,863	0,021	1,190	83,053	72,403
0,070	252,000	148,271	0,040	2,288	150,559	139,909
0,090	324,000	234,555	0,067	3,782	238,337	227,687
0,140	504,000	527,619	0,162	9,153	536,772	526,122

Los pares H-Q resumen se presentan en la Tabla N° 63 y la curva se presenta en la Ilustración 30, mientras que en la Ilustración 31 figuran las piezométricas de los años 0, 10 y 20.

Tabla 63. Cuadro resumen de los pares H-Q para los años 0, 10 y 20. (Fuente: Elaboración propia)

AÑO	Q (m ³ /s)	H (m)
0	0,04	50,43
10	0,047	61,03
20	0,050	72,40

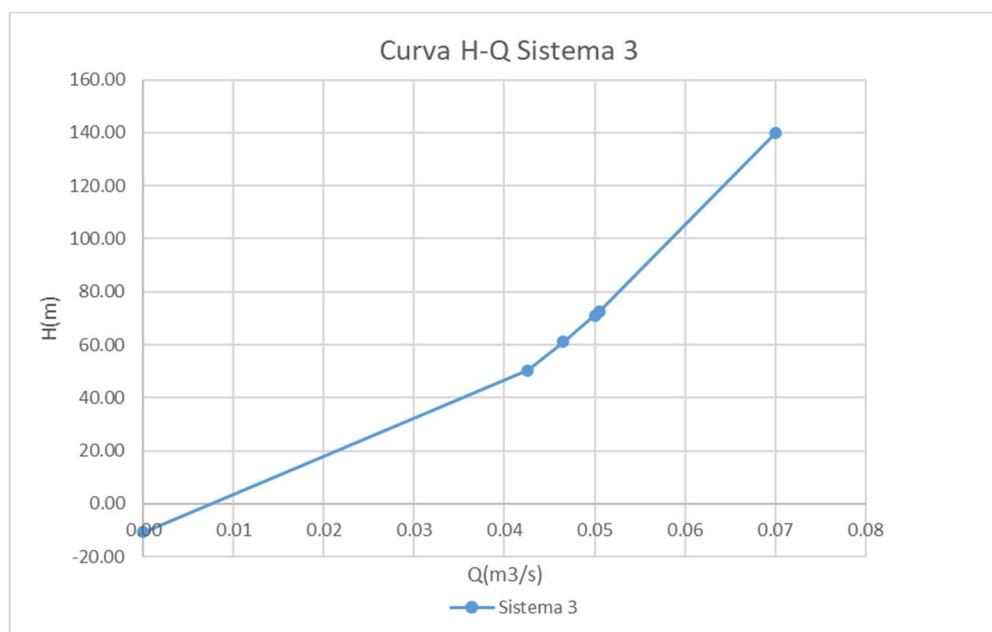


Ilustración 30. Curva H-Q del sistema 3. (Fuente: Elaboración propia).

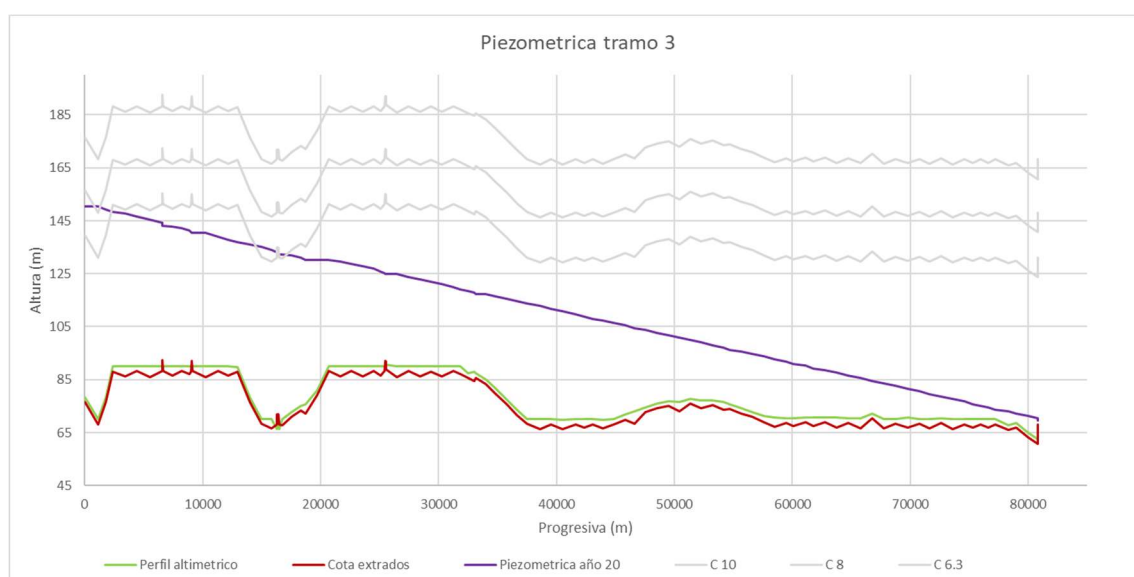


Ilustración 31. Piezométrica tramo 3 (Fuente: Elaboración propia).

Al igual que el sistema 2, se analizan las mismas alternativas para abastecer la demanda del año 10. Las bombas seleccionadas son marca Lowara de tipo doble succión, tipo e-XC100 para los años 10 y 20 se observan en la Ilustración 32 e Ilustración 33 respectivamente, para mayores detalles ver ANEXO N° 4.




 e-XC100-260/750W/L25ACS4AG E4	
50 Hz 75 kW 400 V 0,00 USD	
Información	
Motor	3MGS 280 S B3 75 kW E4
Frecuencia	50 Hz
Potencia nominal	75 kW
Potencia del motor corregida	75 kW
Potencia máxima en el eje en la curva	53,09 kW
Potencia necesaria para el punto de trabajo	39,39 kW
Margen de seguridad	90,38 %
Número de polos	2
Velocidad	2985 rpm
1 fase / 3 fases	3~
Tensión nominal	400 voltios
Corriente nominal	129 A
Clase de aislamiento	F
Factor de potencia 1/1 Carga	0,88
Factor de potencia 3/4 de carga	0,85
Factor de potencia 1/2 Carga	0,79
Eficiencia del motor 1/1 Carga	95,6 %

Ilustración 32. Bomba seleccionada para el año 10. (Fuente: Xylect, año 2024).


 e-XC100-260/750W/L25ACS4AG E4	
50 Hz 75 kW 400 V 0,00 USD	
Información	
Motor	3MGS 280 S B3 75 kW E4
Frecuencia	50 Hz
Potencia nominal	75 kW
Potencia del motor corregida	75 kW
Potencia máxima en el eje en la curva	64,46 kW
Potencia necesaria para el punto de trabajo	47,72 kW
Margen de seguridad	57,17 %
Número de polos	2
Velocidad	2985 rpm
1 fase / 3 fases	3~
Tensión nominal	400 voltios
Corriente nominal	129 A
Clase de aislamiento	F
Factor de potencia 1/1 Carga	0,88
Factor de potencia 3/4 de carga	0,85
Factor de potencia 1/2 Carga	0,79
Eficiencia del motor 1/1 Carga	95,6 %

Ilustración 33. Bomba seleccionada para el año 20. (Fuente: Xylect, año 2024).

Las curvas de las bombas se representan en la Ilustración 34 junto con la curva del sistema 3.

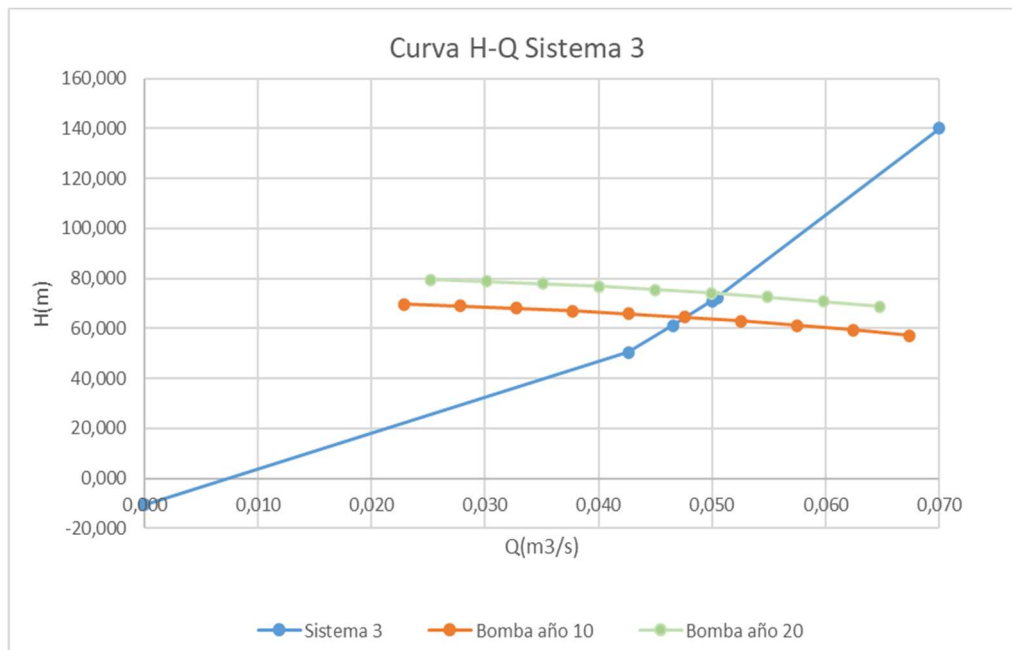


Ilustración 34. Curvas H-Q del sistema 3 y de las bombas seleccionadas para los años 10 y 20.

Para analizar la 2° alternativa, es decir, la de bombear menos horas, se debe considerar el volumen bombeado en 24h de los años 0 y 10, y relacionar dicho volumen con el caudal constante que se requiere bombear, el cual será el máximo diario del año 20. En ese sentido, se tienen los siguientes valores:

$$QD0=153.4m^3/h$$

$$QD10=167.6m^3/h$$

$$QD20=181.7m^3/h$$

$$VD0=QD0*24h=3681.55m^3$$

$$VD10=QD10*24h=4022m^3$$

Las horas de bombeo al año 0 y 10 serán:

$$h0 = \frac{VD0}{QD20} = 20.26h$$

$$h10 = \frac{VD10}{QD20} = 22.13h$$



9.4 Análisis del sistema de bombeo N° 4

El sistema N° 4 bombeará agua tratada desde la cisterna ubicada en la planta potabilizadora de Monte Caseros, hasta un tanque elevado ubicado a aproximadamente 2000m.

En la Tabla N° 64 se encuentran los datos

Tabla 64. Datos para el cálculo de pérdidas del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).

Longitud(m)	1.970,00
Cota del pelo de agua en la cisterna(m)	44,35
Cota ingreso tanque elevado (m)	53

$$HG = 53m - 44.35m = 8.65m$$

En la Tabla N° 65 y Tabla N°66 se hallan los datos con los que se han calculado las pérdidas del sistema N° 4.

Tabla 65. Datos de la impulsión de PEAD para el cálculo de pérdidas del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).

IMPULSION PEAD	
Caudal total a captar AÑO 0 (m³/h)	653,52
Caudal total a captar AÑO 0 (m³/s)	0,18
Caudal total a captar AÑO 10 (m³/h)	716,46
Caudal total a captar AÑO 10 (m³/s)	0,20
Caudal total a captar AÑO 20 (m³/h)	785,47
Caudal total a captar AÑO 20 (m³/s)	0,22
Numero de conductos a instalar	1,00
Caudal a captar por conducto año 10 (m³/s)	0,20
Caudal a captar por conducto año 20 (m³/s)	0,22
k = rugosidad media de la cañería (PEAD)	0,01
v = Viscosidad cinemática (m²/s)	0,000001
Aceleración de la gravedad (m/s²)	9,81



Tabla 66. Accesorios de la impulsión del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).

PERDIDAS LOCALIZADAS PEAD			
K	Valor unitario	cantidad	total
Curva a 90°	1	4	4
Codo 45	0,4	2	0,8
Válvula desagüe	0,1	1	0,1
Válvula aire	0,1	1	0,1
Reducción	0,25	1	0,25
Entrada cisterna	0,5	1	0,5
Válvula antirretorno	2,5	1	2,5
Total(k)			8,25

En la Tabla N° 67 se presentan los valores de pérdidas en el Sistema 4.

TRAMO 4.1

Longitud: 1970m

Clase: 6.3

Diámetro: 500mm

Diámetro interno: 452.20mm

Tabla 67. Pérdidas totales del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).

Q (m ³ /s)	Q(m ³ /h)	J CONT	$v^2/2G$	J LOC	J TOTAL	H MANOMETRICA
0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	8,65
0,05	180,00	0,37	0,00	0,04	0,41	9,06
0,10	360,00	1,29	0,02	0,16	1,45	10,10
0,15	540,00	2,70	0,04	0,37	3,07	11,72
0,18	653,52	3,83	0,07	0,54	4,37	13,02
0,20	716,46	4,54	0,08	0,65	5,18	13,83
0,20	720,00	4,58	0,08	0,65	5,23	13,88
0,22	785,47	5,37	0,09	0,78	6,15	14,80
0,25	900,00	6,90	0,12	1,02	7,92	16,57
0,30	1.080,00	9,66	0,18	1,47	11,13	19,78

En la Tabla N° 68 se presenta el resumen del par H-Q para los años 0, 10 y 20 y en la Ilustración 35 se presenta la curva del sistema N° 4, y en la Ilustración 36 la piezométrica del tramo.



Tabla 68. Cuadro resumen de los pares H-Q para los años 0, 10 y 20 (Fuente: Elaboración propia).

AÑO	Q (m ³ /s)	H (m)
0	0,18	13,02
10	0,199	13,83
20	0,218	14,80

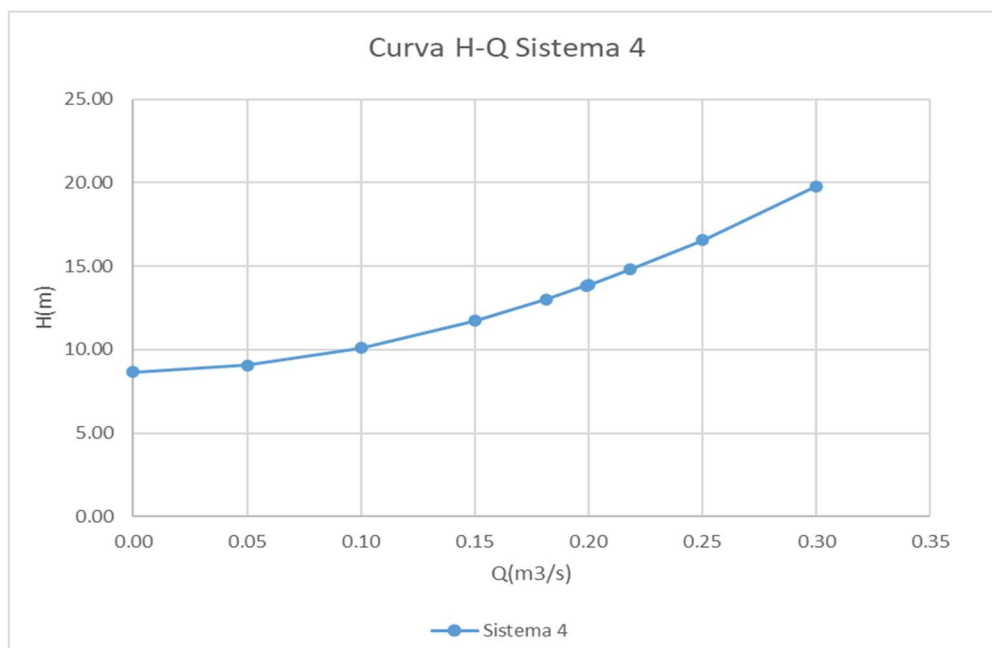


Ilustración 35. Curva H-Q del sistema 4 (Fuente: Elaboración propia).

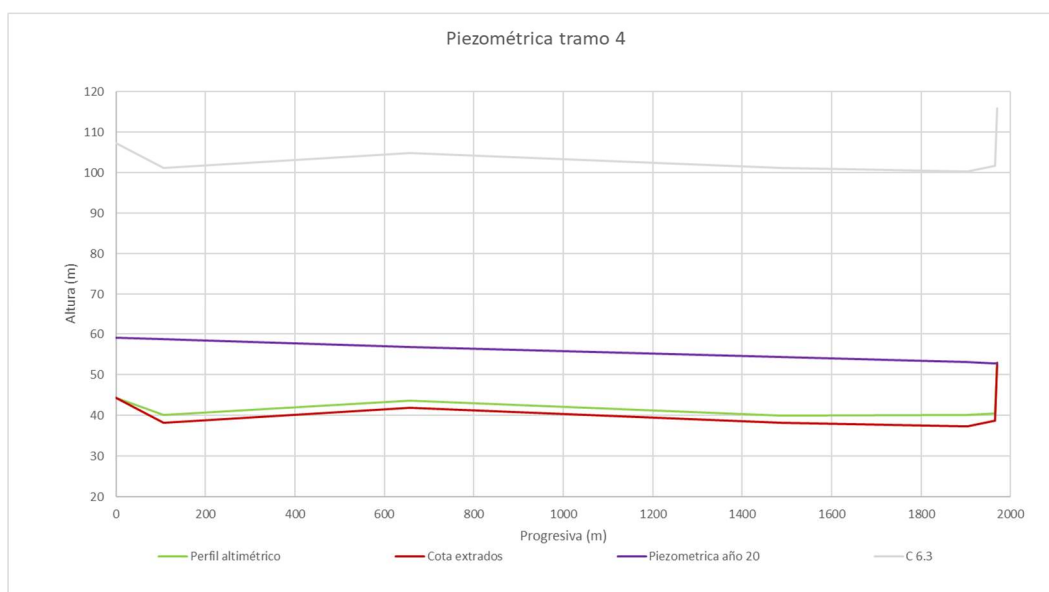


Ilustración 36. Piezométricas tramo 4 (Fuente: Elaboración propia).

El procedimiento para la selección es el mismo que el llevado a cabo en los sistemas anteriores para evaluar las alternativas de satisfacción de demanda. Las bombas seleccionadas son Flygt del tipo CP 3556. Para mayores detalles ver ANEXO 4. Se presentan en la Ilustración 37 e Ilustración 38 las bombas seleccionadas para los años 10 y 20 respectivamente y en la Ilustración 39 las curvas de estas.



Ilustración 37. Bomba seleccionada para el año 10 (Fuente: Xylect, año 2024).



Ilustración 38. Bomba seleccionada para el año 20 (Fuente: Xylect, año 2024).

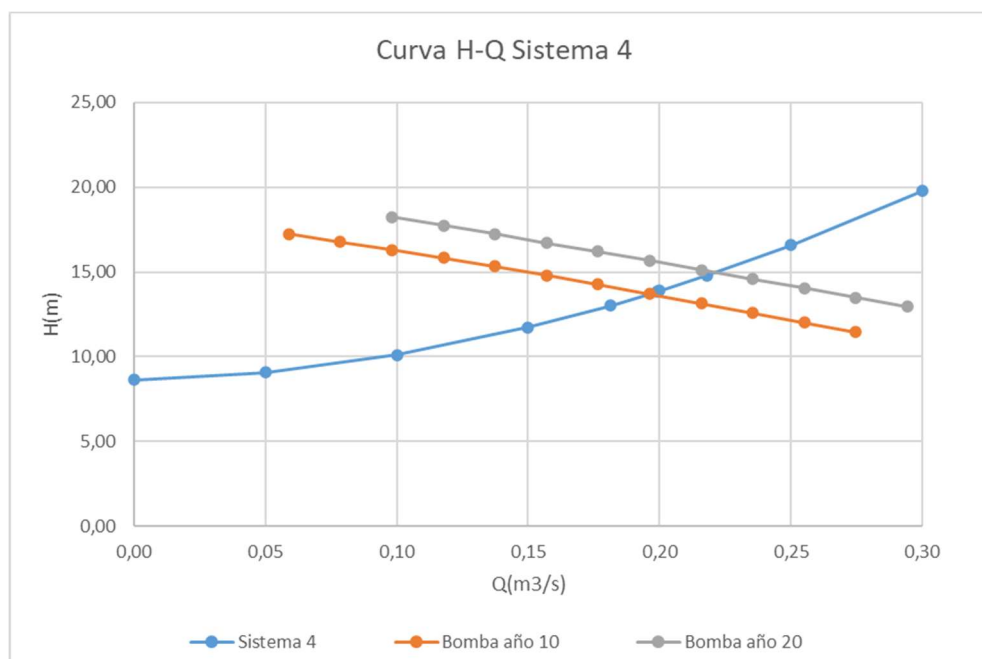


Ilustración 39. Curvas H-Q del sistema 4 y de las bombas seleccionadas para los años 10 y 20 (Fuente: Elaboración propia).

Para analizar la 2° alternativa, es decir, la de bombear menos horas, se debe considerar el volumen bombeado en 24h de los años 0 y 10, y relacionar dicho volumen con el caudal constante que se requiere bombear, el cual será el máximo diario del año 20. En ese sentido, se tienen los siguientes valores:

$$QD0=654m^3/h$$

$$QD10=716.46m^3/h$$

$$QD20=785.47m^3/h$$

$$VD0=QD0*24h=15685m^3$$

$$VD10=QD10*24h=17195m^3$$

Las horas de bombeo al año 0 serán:

$$h0 = \frac{VD0}{QD20} = 20h$$

$$h10 = \frac{VD10}{QD20} = 21.9h$$



9.5 Erosión por cavitación en bombas

El fenómeno de cavitación es un proceso físico que ocurre en un fluido cuando la presión local cae por debajo de la presión de vapor del líquido, lo que provoca la formación y explosión repentina de burbujas de vapor. Este proceso tiene lugar en puntos del interior de la bomba cuando la altura de aspiración neta positiva (NPSHR) que necesita la bomba no está disponible, y para evitarlo, debe existir una presión denominada "altura de aspiración neta positiva disponible" (NPSHA) en el puerto de aspiración con objeto de impedir que el líquido no entre en ebullición ni se evapore.

Debe garantizarse que la presión aplicada al puerto de aspiración sea siempre superior a la presión de vapor del líquido, independientemente de la temperatura del medio, es decir que $NPSH_{disp}$ sea mayor que $NPSH_{req}$ por la bomba. El primer valor es calculado y responde al diseño del sistema, mientras que el segundo valor es dado por el fabricante a partir del ensayo de esta. La fórmula a la que responde es la siguiente:

$$NPSH_{disp} = p_{atm} - p_{vapor} - J_{succión} - h_{succión}$$

Siendo

P_{atm} : presión atmosférica, la cual tiene un valor de 10,33mca en zonas cuya cota es menor a 100msnm

P_{vapor} : presión de vapor del líquido, con un valor de 0,238m

$J_{succión}$: pérdidas en la cañería de succión, es decir, la cañería de aspiración que se encuentra previa a la bomba

$H_{succión}$: altura de succión, que corresponde a la diferencia de altura entre el eje medio de la bomba y el pelo de agua.

Para el análisis de cavitación en bombas deben tenerse en cuenta las peores condiciones a las que esta estará sometida a lo largo de su vida útil. Las bombas sumergibles no poseen mayores problemas porque la altura de succión es siempre positiva, aunque no debe dejar de verificarse que la altura neta positiva de aspiración sea siempre mayor a la requerida por la bomba seleccionada. Por su parte, como se puede observar en la Ilustración 40 las bombas centrífugas o de succión si tienen una desventaja porque la altura de succión hace disminuir el valor de NPSH disponible, por lo cual es necesario conocer cuál será su valor para verificar que el equipo seleccionado no cavite.

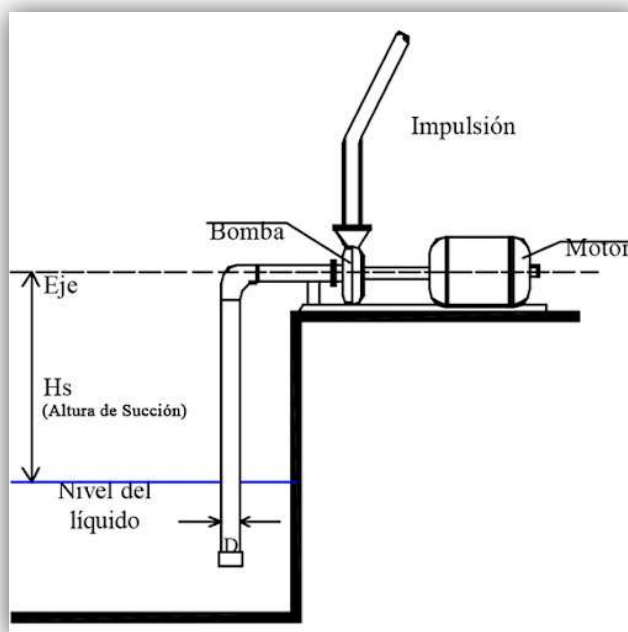


Ilustración 40. Esquema de altura de succión (Fuente: RotorPump, año 2024).

Se estableció anteriormente que los equipos bombearán desde la cisterna de la planta potabilizadora el mismo caudal que corresponde al máximo diario del año 20, regulando las horas diarias de bombeo; por su parte, la planta tratará distintos caudales en función de la demanda de agua que ingresarán a la cisterna, lo que quiere decir que existirán distintos escenarios de ingreso y egreso simultáneos, siendo la peor condición aquella donde se bombee el caudal máximo diario del año 20 (Q_{d20}) y solo ingrese el caudal medio del año 0 (Q_0), lo que producirá que los niveles dentro de la cisterna disminuyan con el correr de las horas ($Q_{egreso} > Q_{ingreso}$) hasta alcanzar un nivel mínimo, y con cuyo valor se deducirá la altura de succión. Se presenta a continuación el análisis de cada sistema:

9.5.1 Verificación de cavitación en sistema 1

Corresponde a la bomba sumergible del pozo de bombeo que posee una NPSH requerida de 5,9m (ver ANEXO 4). Al estar sumergida, h_s es positiva con un valor de 0,85m (ver plano 3, ANEXO 1) y J_s nula ya que no posee cañería de aspiración, por lo que la NPSH disponible para la condición en la que fue seleccionada la bomba será:

$$NPSH_{disp} = 10,33m - 0,238m - 0 + 0,85m = 10,94m > 5,9m$$

$$NPSH_{disp} > NPSH_{req} \text{ **Buenas condiciones BOMBA 1** }$$

Se verifican también los casos de cavitación para las alturas geométricas del río HG2 y HG3 que correspondían a los casos de una inundación extraordinaria y la altura “moda” del río:



-Situación inundación extraordinaria:

$$NPSH_{disp} = 21.5m > NPSH_{req} = 3,68m \text{ **Buenas condiciones**}$$

-Situación altura “moda” del río:

$$NPSH_{disp} = 15.9 > NPSH_{req} = 4.93m \text{ **Buenas condiciones**}$$

9.5.2 Verificación de cavitación en sistemas 2 y 4

Los sistemas 2 y 4 se analizan en conjunto porque ambos se encuentran en la misma cisterna (ver plano 8, ANEXO 1), por lo que la variación de la altura de esta afectará a ambas, corresponden a las bombas que bombean el caudal de Curuzú y Sauce, y Monte Caseros, que poseen una NPSH requerida de 4,43m y 2,26m respectivamente (ver ANEXO 4). Se determina la tasa de disminución de la altura en función del tiempo, en m/h:

$$Tasa\ de\ descarga = \frac{Q_{ingreso} - Q_{egreso}}{Area\ cisterna} = \frac{1133m^3/h - 1770m^3/h}{3025m^2} = -0,21m/h$$

El caudal de ingreso será el medio diario del año 0 y el de egreso el máximo diario del año 20. El área de la cisterna es 3025m² (ver ANEXO 3). Además, las horas de bombeo del caudal de egreso vendrán dadas por la relación entre el volumen de agua del año 0 y el caudal bombeado, la cual arroja un valor de 15,47h. La cota del pelo de agua en la cisterna luego de 15:47hs, teniendo en cuenta que la cota inicial era 4m, y por el diseño de la cisterna se agregan 0,5m de profundidad en la zona de aspiración, por lo que será:

$$h_{final} = 4,5m - \frac{0.21m}{h} * 15.47h = 1,24m$$

Además, debe tenerse en cuenta la sumergencia mínima de la cañería de aspiración para evitar un posible ingreso de aire que produzca fenómenos indeseados como lo es el transitorio hidráulico, la misma tiene dos valores:

$$h1 = \frac{v^2}{2 * g} + 0.2$$

$$h2 = 2.5 * d + 0.1$$

Siendo

V, velocidad en la cañería de aspiración

D, diámetro de la cañería de aspiración



En el caso de la bomba 2, los valores son $h_1=0.963\text{m}$ y $h_2=0.85\text{m}$ y en la bomba 4, $h_1=0.45\text{m}$ y $h_2=0.99\text{m}$. Se observa en la Ilustración 41 un esquema de la sumergencia mínima.

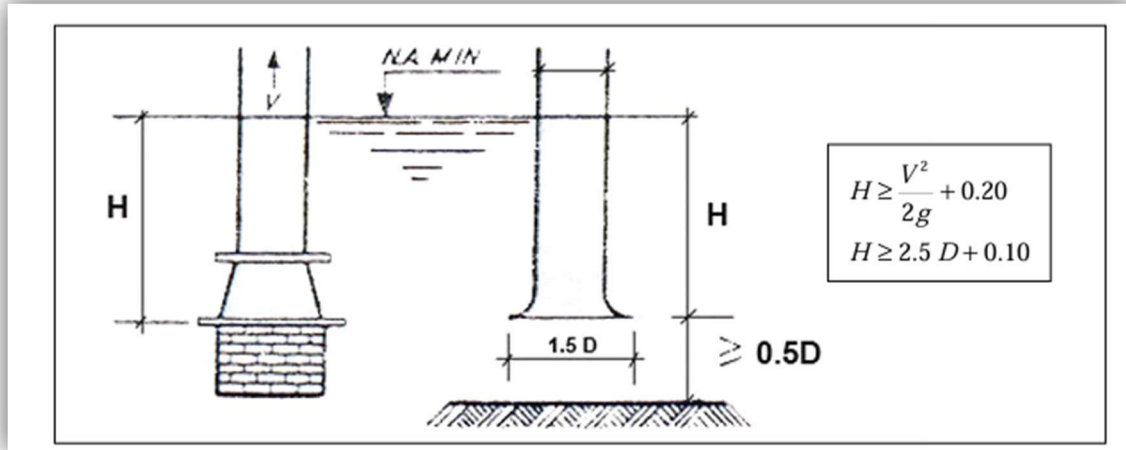


Ilustración 41. Esquema de la sumergencia mínima (Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, año 2005)

Se verifica que la altura final sea mayor al mayor valor de la sumergencia requerida calculada para cada caso:

$$1,24\text{m} > 0.96\text{m} + 0.5 * 0.3\text{m} = 1,11\text{m} \text{ CAÑERÍA DE SUCCION 2}$$

$$1,24\text{m} > 0,99\text{m} + 0.5 * 0.355\text{m} = 1,17\text{m} \text{ CAÑERÍA DE SUCCION 4}$$

$$NPSH_{disp} = 10,33\text{m} - 0,238\text{m} - 0,42\text{m} - (5\text{m} - 1,24\text{m}) = 5,92\text{m} > 4.43\text{m}$$

BUENAS CONDICIONES BOMBA 2 para cisterna vacía

Siendo,

0,42m las pérdidas en la cañería de succión de 300mm

5m altura de la bomba respecto al fondo de la cisterna

Las condiciones de HG cambian en función de la altura del pelo de agua dentro de la cisterna. Por esa razón, también se verifica el fenómeno cuando la cisterna está llena, situación en la cual no solo variara la NPSH disponible, sino también la requerida. Para mayores detalles, ver ANEXO 4.

$$NPSH_{disp} = 8,80\text{m} > NPSH_{req} = 4.5\text{m}$$



BUENAS CONDICIONES BOMBA 2 para cisterna llena

$$NPSH_{disp} = 10,33m - 0,238m - 0,12m - (5m - 1,24m) = 6,22m > 2,26m$$

BUENAS CONDICIONES BOMBA 4 para cisterna vacía

Siendo,

0,12m las pérdidas en la cañería de succión de 355mm

5m altura de la bomba respecto al fondo de la cisterna

$$NPSH_{disp} = 9,01m > NPSH_{req} = 2,26m$$

BUENAS CONDICIONES BOMBA 4 para cisterna llena

Ambas se encuentran en buenas condiciones en los escenarios críticos de funcionamiento.

Se calcula además como será la tasa de carga de la cisterna una vez que transcurren las horas de bombeo del caudal de egreso:

$$Tasa\ de\ carga = \frac{Q_{ingreso} - Q_{egreso}}{Area\ cisterna} = \frac{1133m^3/h - 0m^3/h}{3025m^2} = 0,4m/h$$

Las horas de carga serán 8,43h, luego de las cuales la cisterna volverá a tener su h_0 original.

9.5.3 Verificación de cavitación en sistema 3

Se analiza del mismo modo que el sistema anterior.

$$Tasa\ de\ descarga = \frac{Q_{ingreso} - Q_{egreso}}{Area\ cisterna} = \frac{631m^3/h - 984m^3/h}{5907m^2} = -0,06m/h$$

Las horas de bombeo serán 15,6h en las cuales la cisterna se irá descargando al ritmo de 0,06m/h, la altura final luego de este lapso será

$$h_{finalcisterna} = 4m - \frac{0,06m}{h} * 15,6h = 3,07m$$



La sumergencia mínima de la cañería de succión es $h_1=2,06m$ y $h_2=0.7m$

$$3,07m > 2,06m + 0.5 * 0.24m = 2,18m$$

Las pérdidas por succión serán de $0.04m$ para una cañería de aspiración de $240mm$

$$NPSH_{disp} = 10,33m - 0,238m - 0,04m - (4m - 3,07m) = 7,12m > 6.22m$$

BUENAS CONDICIONES BOMBA 3 cisterna vacia

$$NPSH_{disp} = 8,08m > NPS_{req} = 6.22m$$

BUENAS CONDICIONES BOMBA 3 cisterna llena

No se analiza el bombeo desde la cisterna de Curuzú hasta la red porque queda fuera de los alcances del proyecto.

9.6 Estudio del fenómeno transitorio en cañería de impulsión

El fenómeno de transitorio hidráulico, también conocido como golpe de ariete por su efecto de martillo hidráulico, ocurre cuando hay un cambio brusco en la velocidad del flujo de un fluido en una cañería, lo que genera una onda de presión que se propaga a lo largo del sistema, en el cual se modifica el régimen del fluido de permanente a impermanente, lo que implica que el mismo tendrá una variación de la velocidad en cada punto a lo largo del tiempo; y de uniforme a no uniforme, además de variar la densidad del fluido. Esto quiere decir que se ven afectadas las variables de operación normal, y por el cual se tendrá que considerar una variación en el flujo, la densidad y dimensiones de la cañería mientras se esté produciendo el fenómeno. En este análisis se evalúa el fluido de manera dinámica mediante un modelo inercial, que tiene en cuenta la elasticidad del fluido y del material de la cañería de conducción.

El fenómeno de golpe de ariete se puede generar cuando se cierra o abre rápidamente una válvula, o cuando una bomba arranca o se detiene de manera abrupta, generando ondas de presión que varían entre valores de sobre y depresión respecto a la presión normal de funcionamiento, lo que puede ocasionar daños estructurales en la cañería, o incluso su colapso.



9.6.1 Simulación del fenómeno con el programa Allievi

Al ser un proceso dinámico, se vuelve necesaria la modelación del fenómeno mediante programas de simulación. En este caso, se evalúa el fenómeno mediante el programa Allievi, cuyo análisis está basado en el método de Allievi, el cual arroja como resultado la variación de la presión de la onda a lo largo del tiempo dentro de la cañería, lo que da idea de lugares críticos en los que se debería instalar dispositivos antiarriete, como válvulas de aire antiarriete, o acumuladores (tanques hidroneumáticos).

Como en el anteproyecto se ha separado en diferentes tramos (ver plano 1-ANEXO 1), se han evaluado los mismos teniendo en consideración que tienen principio y fin en cisternas contiguas, permitiendo modelar estos escenarios de manera acorde a las condiciones de borde del programa mencionado.

Los datos que deben ser cargados al programa en cada uno de los tramos a evaluar son:

- Geometría de la cañería:** diámetro, longitud, material y rugosidad de las cañerías que conforman el acueducto; permitiendo determinar la capacidad de transporte y la resistencia al flujo.

- Características de las válvulas y bombas:** información sobre la ubicación, tipo, curvas de operación, y tiempos de cierre o apertura de válvulas, así como la curva de rendimiento de las bombas involucradas en el sistema.

- **Condiciones de borde:** descripción de los tanques de almacenamiento, definiendo el punto de control de entrada o salida de agua en el sistema, condiciones esenciales para definir los límites del análisis.

A continuación, se evalúan los diferentes tramos:



-Tramo 1: pozo de bombeo a planta potabilizadora (Monte Caseros):

Se han cargado los datos necesarios mencionados anteriormente, para generar el esquema general del tramo, como se puede ver en la Ilustración 42.

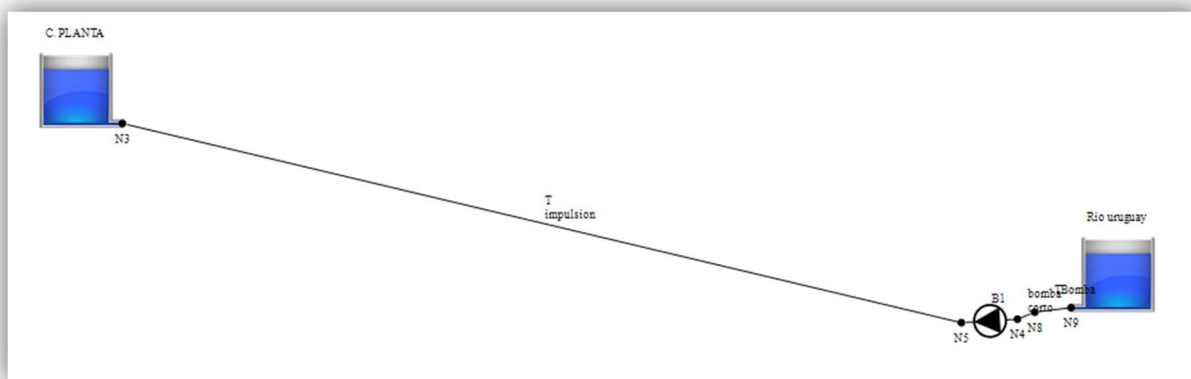


Ilustración 42. Esquema general, tramo Estación elevadora a Planta potabilizadora (Fuente: Elaboración propia en programa Allievi).

A continuación, se hace correr el modelo para visualizar el comportamiento preliminar de la onda en el tramo, sin elementos de protección, y surge una ventana con el análisis del transitorio, cuyo resultado es un video dinámico de la variación de la onda. Se adjunta en la Ilustración 43 el gráfico de la envolvente de presiones.

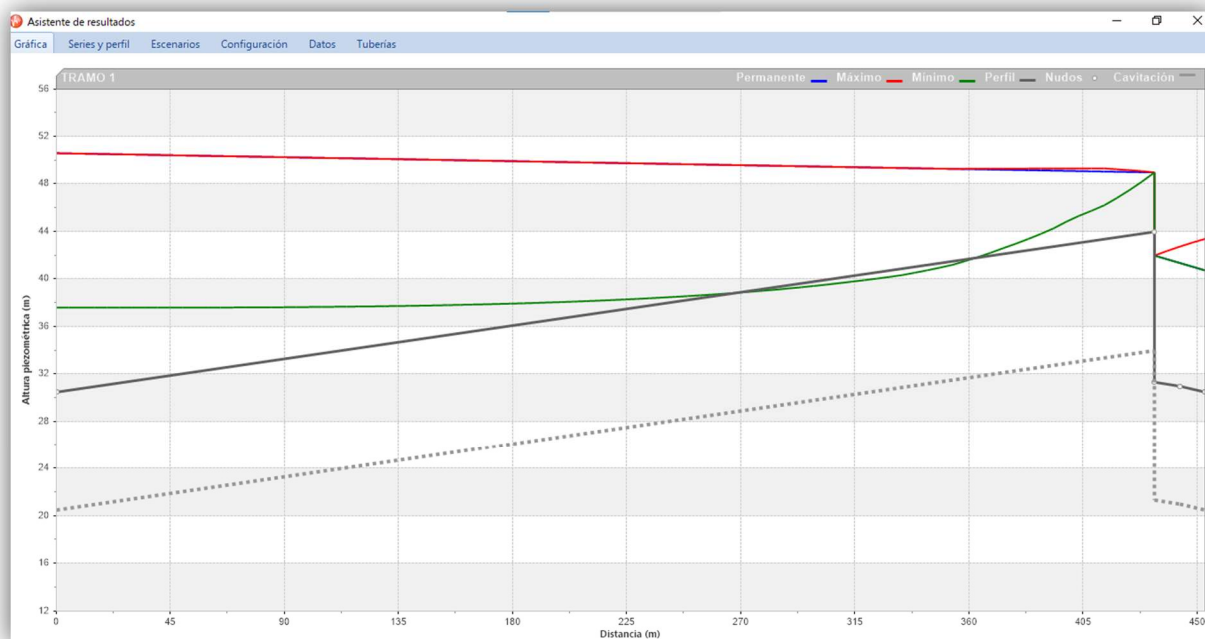


Ilustración 43. Resultado gráfico de envolvente de presiones tramo 1 (Fuente: Programa Allievi)

El resultado de la primera corrida debería denotar las progresivas que indican inconvenientes relacionados con el fenómeno transitorio, en las cuales se deberán colocar elementos de protección contra el mismo. Primeramente, se deberán cargar las válvulas ventosas, también conocidas como **válvulas de aire**, que tienen la función de controlar y liberar el aire acumulado en las cañerías durante la operación normal y en eventos transitorios, como el arranque o frenado de bombas. El aire atrapado puede formar bolsas que interfieren con el flujo y aumentan las pérdidas de carga, o puede causar depresiones peligrosas durante el vaciado, lo que podría dañar las cañerías.

Incorporar las válvulas ventosas en la simulación de Allievi garantiza que el sistema pueda liberar o admitir aire de manera controlada, minimizando el riesgo de cavitación y golpes de ariete. Esto contribuye a mantener la integridad y eficiencia del acueducto, asegurando un diseño robusto y una operación segura.

Como primer paso, se introducen en el programa las válvulas de aire de triple efecto (Ilustración 44), que combinan tres funciones en una sola: liberan aire durante el llenado de la cañería, permiten la entrada de aire en caso de vaciado para evitar depresiones, y expulsan pequeñas cantidades de aire acumulado durante la operación normal del sistema. Estas recomendaciones están basadas en el capítulo 7 de las directrices proporcionadas por Agua y Saneamientos Argentinos S.A (AySA).

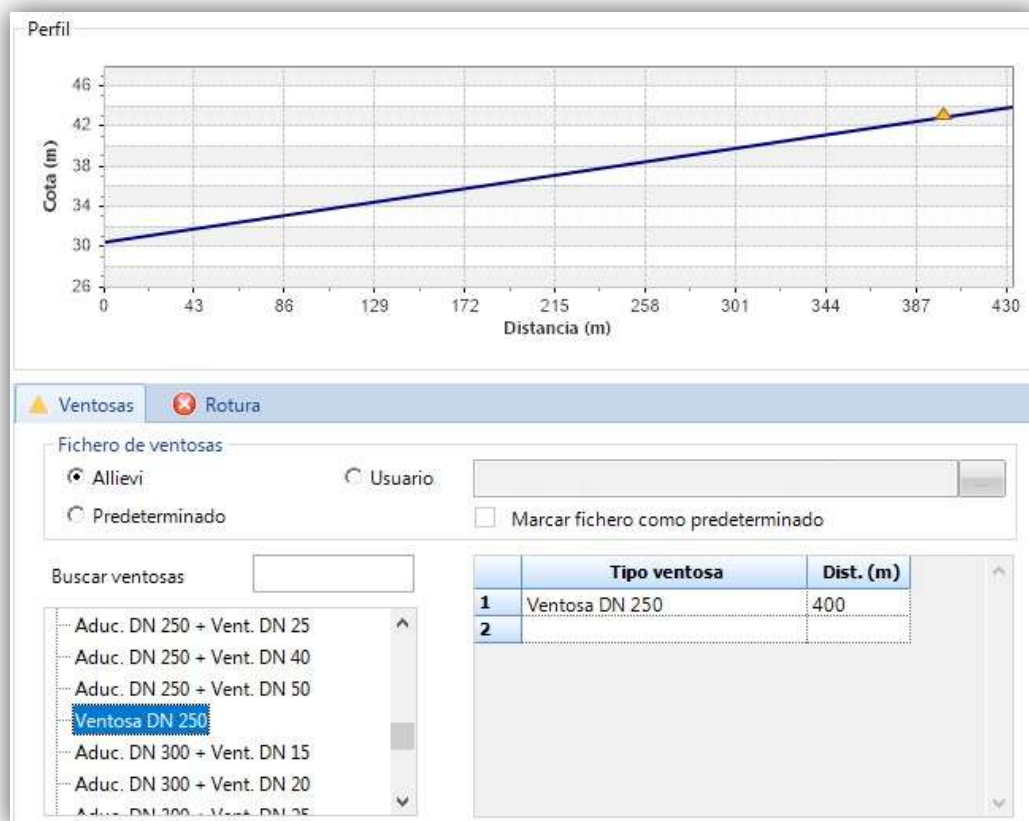


Ilustración 44. Perfil e incorporación de válvulas de aire, tramo clase 6.3 de Estación elevadora a Planta potabilizadora (Fuente: Elaboración propia en programa Allievi).

Se hace correr el modelo con estos elementos, para corroborar el funcionamiento del tramo. El programa genera los resultados mostrados en la Ilustración 45, donde se puede apreciar que no existen problemas con el fenómeno transitorio. Sin embargo, se colocará una válvula de aire que garantice el correcto funcionamiento durante llenado y vaciado de la cañería.

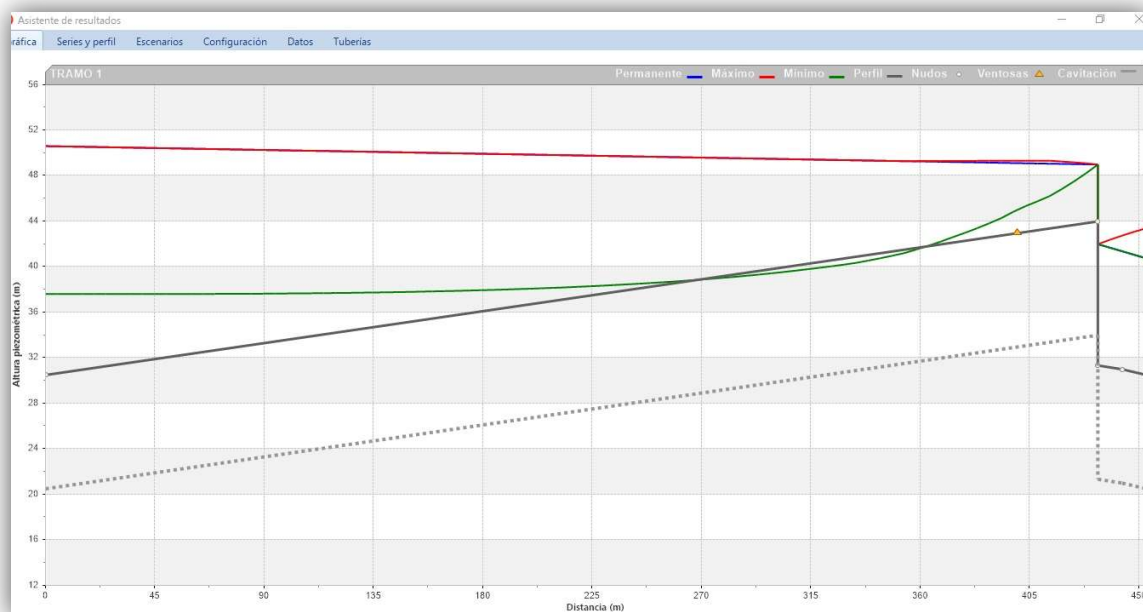


Ilustración 45. Resultado de la envolvente con válvula de aire, tramo 1 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi)

-Tramo 2: Monte Caseros a Curuzú Cuatíá

Se repite el procedimiento mencionado anteriormente, pero con los datos del tramo 2, cuyo esquema se observa en la Ilustración 46.

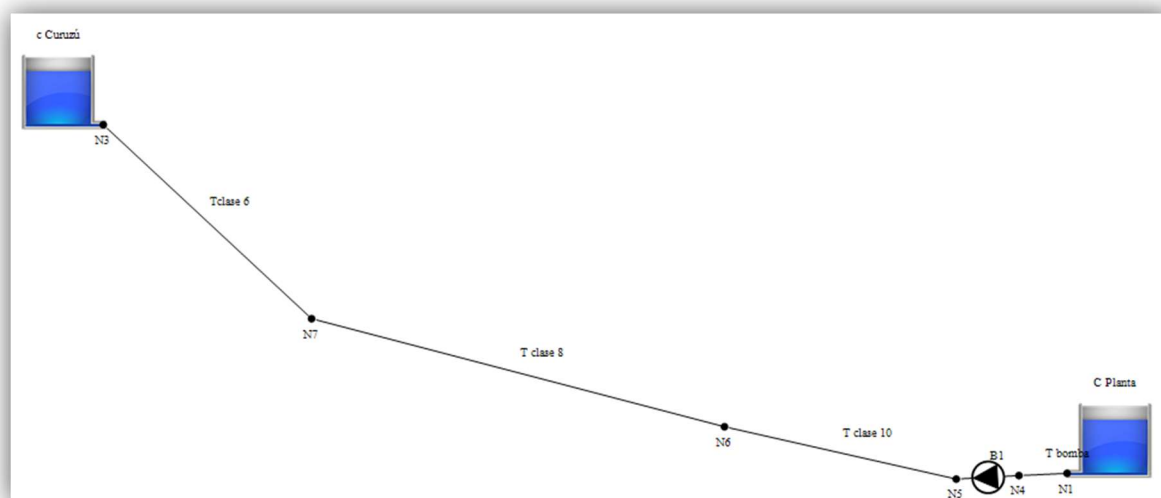


Ilustración 46. Esquema general, tramo 2 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi).



Se hace correr el modelo preliminar, sin elementos de protección, como se observa en la Ilustración 47.



Ilustración 47. Resultado envolvente de presiones tramo 2 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi).

Es importante destacar que, de acuerdo con las referencias en la Ilustración 47, se observan las progresivas que indican los inconvenientes relacionados con el golpe de ariete. Se introducen en el tramo (ver Ilustración 48) las válvulas de aire de triple efecto cuyo modelo se observa en la Ilustración 49.

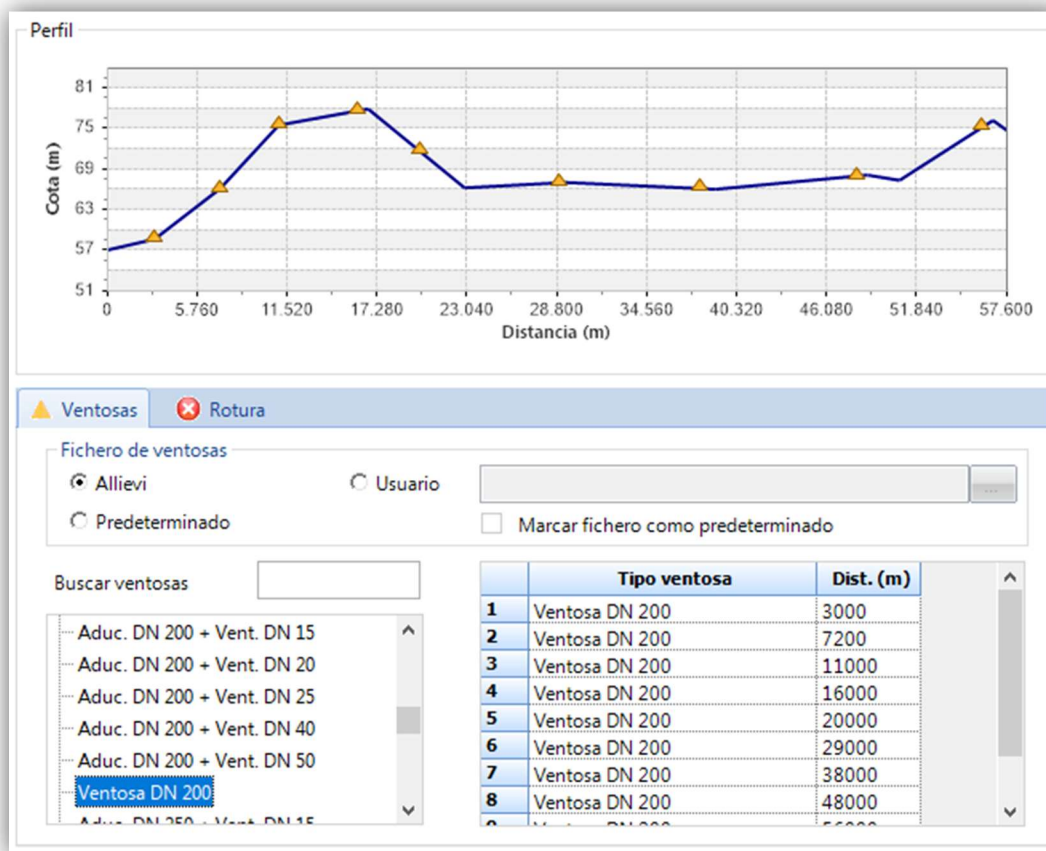


Ilustración 48. Perfil e incorporación de válvulas de aire, tramo 2, clase 6.3 (Fuente: Elaboración propia en programa Allievi).



Ilustración 49. Válvulas de aire (Fuente: Dorot).



El programa genera el resultado mostrado en la Ilustración 50, a partir del cual se concluye que, en las progresivas de 12000m, 18000m, 24000m y a partir de la 51000m, se observa que las válvulas de aire de triple efecto no disipan el fenómeno de golpe de ariete, por lo que se vuelve necesaria la incorporación de un accesorio antiarriete en cada una, el cual garantizará el amortiguamiento del fenómeno en caso de que ocurra., como se detalla en la ilustración 51.



Ilustración 50. Resultados Alturas piezométricas con válvulas de aire, tramo 2 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi)

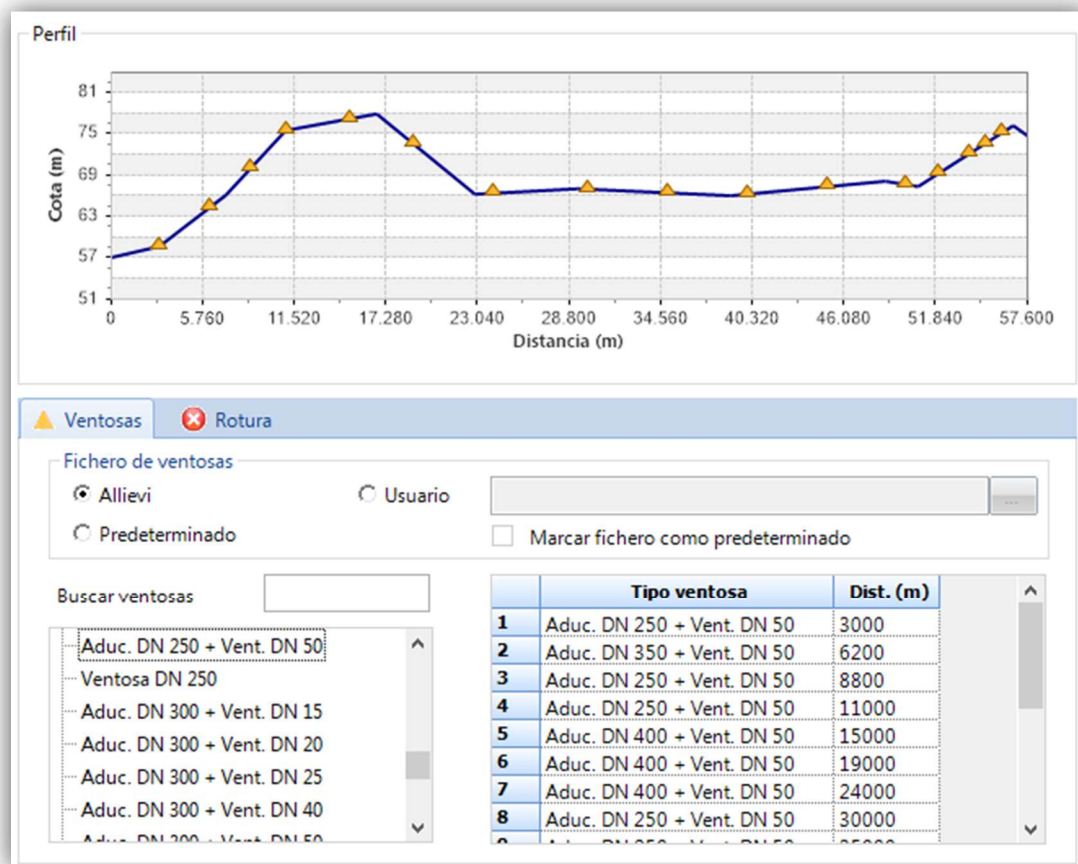


Ilustración 51. Perfil e incorporación de válvulas de aire+ ventilación, tramo 2, clase 6.3 (Fuente: Elaboración propia en programa Allievi).

De esta manera, mediante un proceso iterativo de selección del diámetro de las válvulas adecuadas, se arriba a los resultados finales del tramo 3 (Ilustración 52), el cual se encuentra protegido ante posibles eventos transitorios.

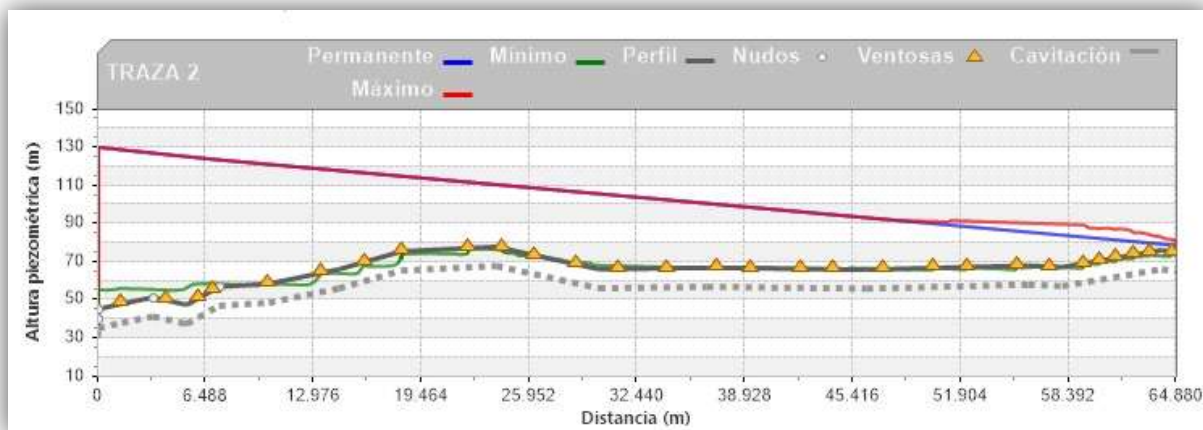


Ilustración 52. Resultado final, tramo 2 (Fuente: Programa Allievi).

-Tramo 3: Curuzú a Sauce:

Se realiza el mismo análisis que los tramos previos, cuyo esquema general es presentado en la Ilustración 53.

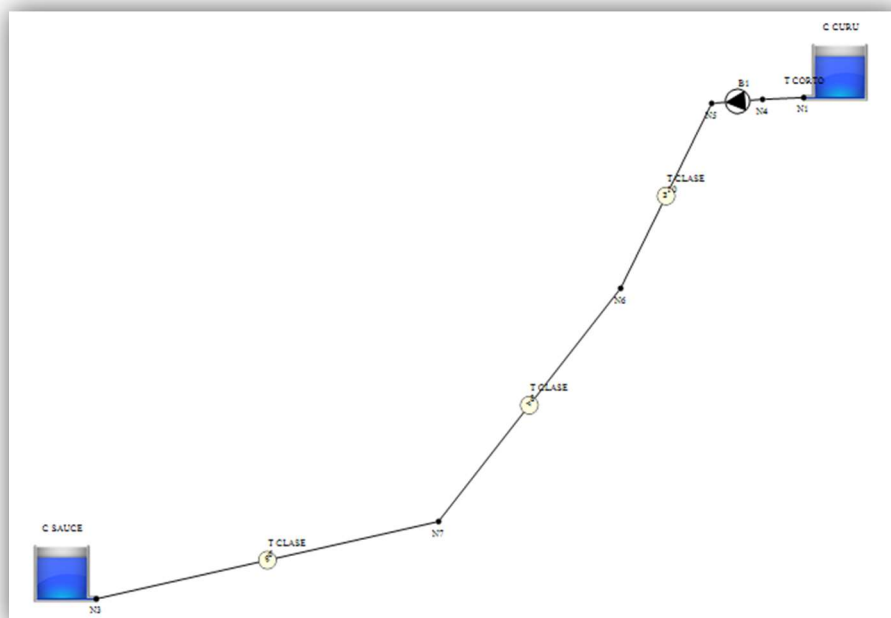


Ilustración 53. Esquema general, tramo 3 (Fuente: elaboración propia en programa Allievi).



Haciendo correr el modelo, se generan los primeros resultados sin elementos de protección (ver Ilustración 54).

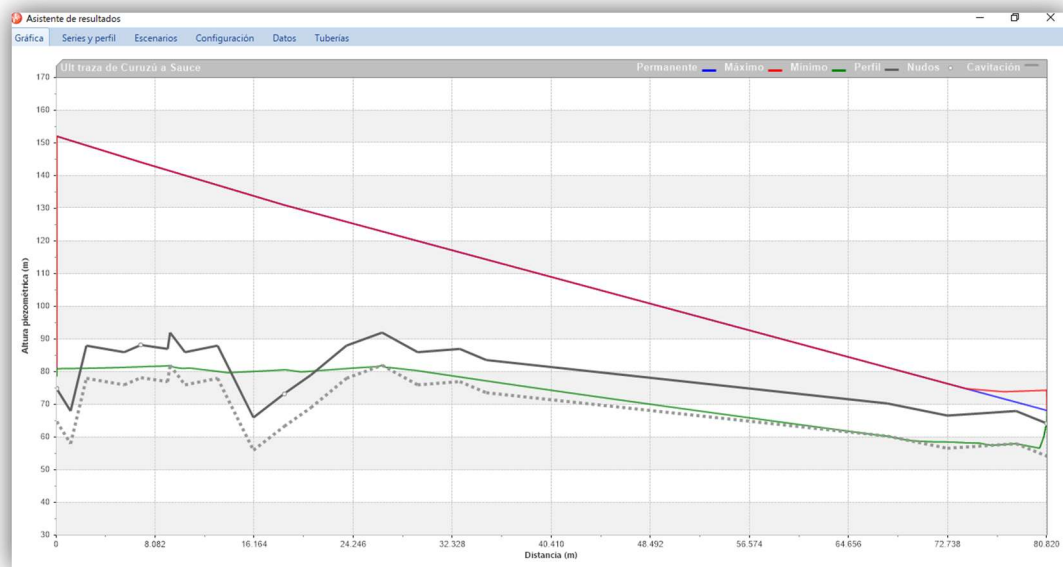


Ilustración 54. Resultado de la envolvente de presiones, tramo 3 (Fuente: Programa Allievi)

Se observan las progresivas que indican los problemas relacionados con el fenómeno a evaluar por el programa. Introduciendo las válvulas de aire de triple efecto, se obtiene el esquema de la Ilustración 55.

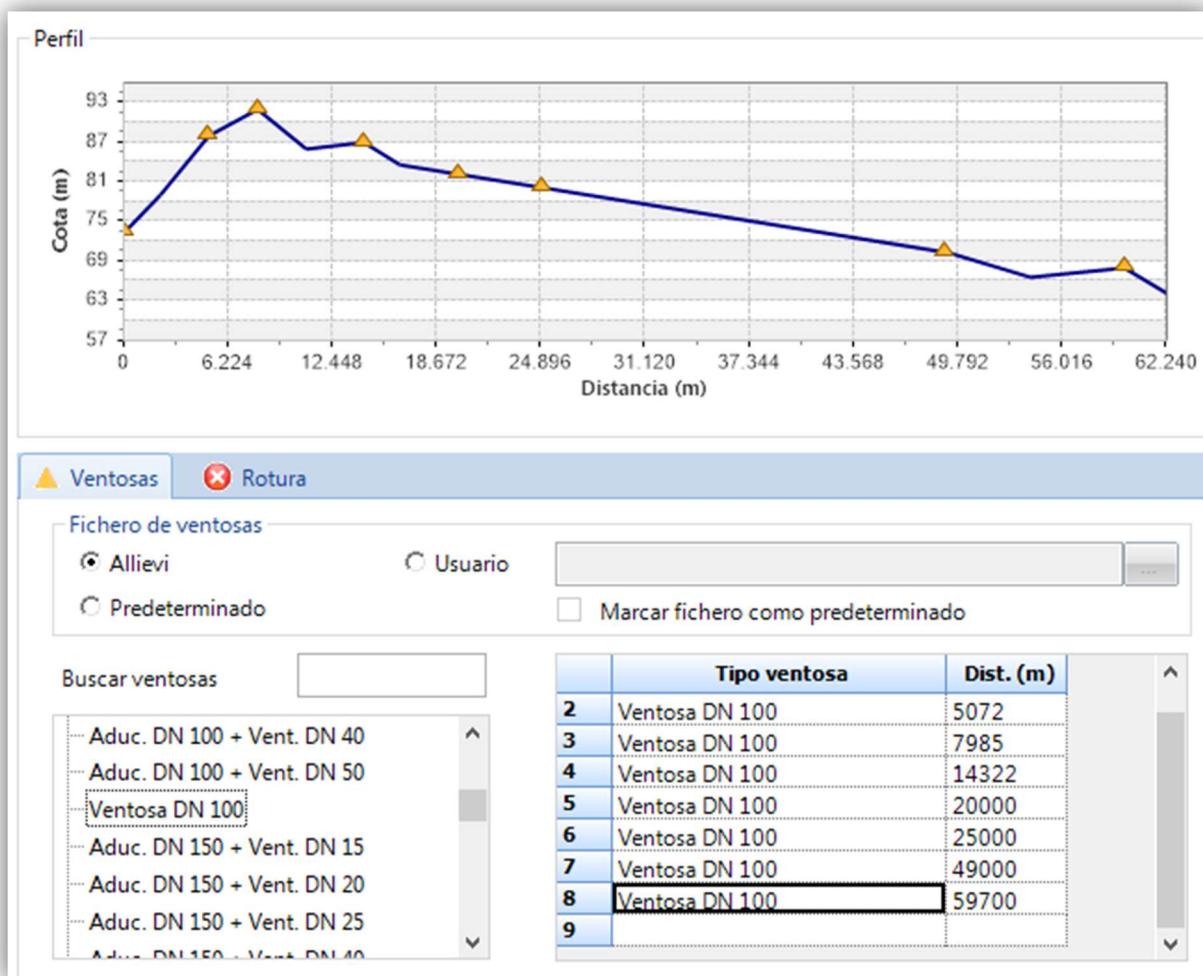


Ilustración 55. Perfil e incorporación de válvulas de aire, tramo 3, clase 6.3 (Fuente: Programa Allievi).

El programa genera los resultados mostrados en la Ilustración 56, a partir de los cuales se establece que, en las progresivas de 9000m, 25500m, 67000m y 77000 m, las válvulas de aire de triple efecto no disipan el fenómeno de golpe de ariete, por lo que se les debe añadir los accesorios de protección adecuados, como se detalla en la Ilustración 57.



Ilustración 56. Resultado de la envolvente de presiones con válvulas de aire, tramo 3 (Fuente: Programa Allievi)

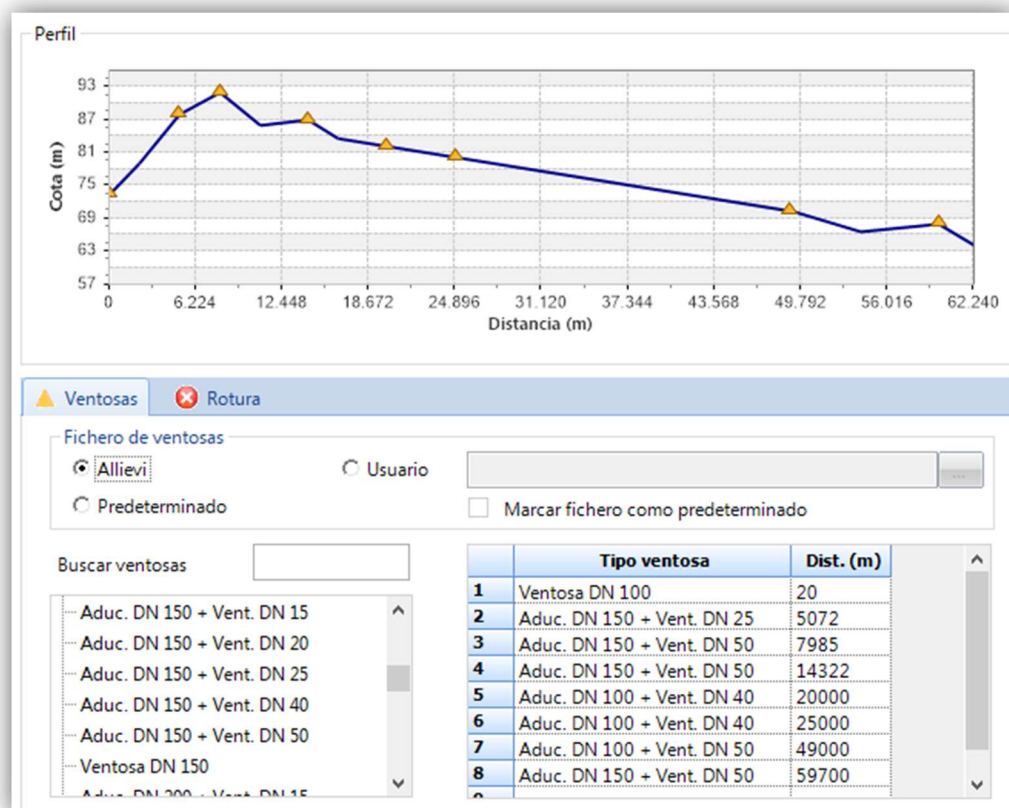


Ilustración 57. Perfil e incorporación de válvulas de aire+ ventilación, tramo 3 clase 6.3 (Fuente: Programa Allievi).



De esta manera y mediante un proceso iterativo de selección de diámetro de válvulas, se arriba al diseño final del tramo 3 (Ilustración 58) evitando inconvenientes con el fenómeno evaluado.

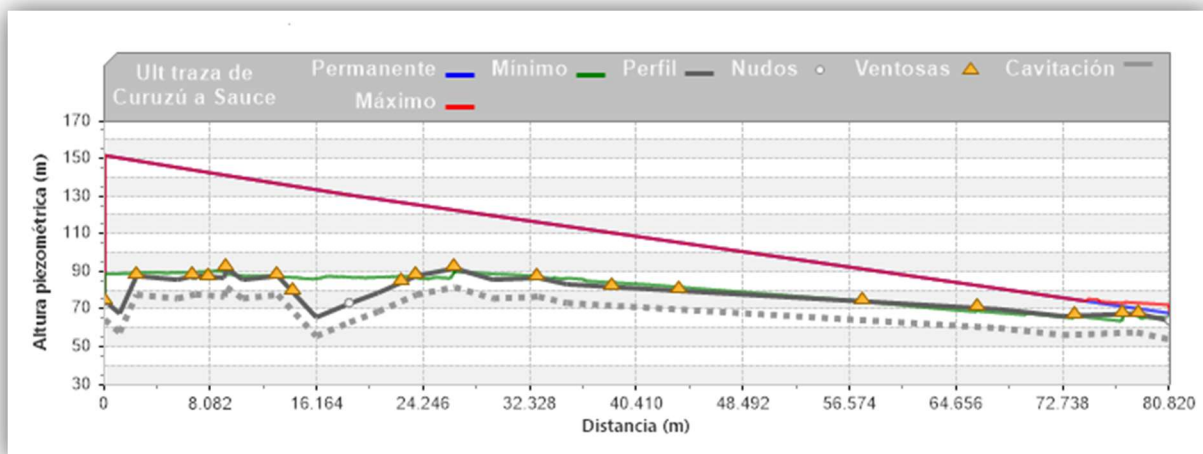


Ilustración 58. Resultado final, tramo 3 (Fuente: Programa Allievi).

-Tramo 4: Planta potabilizadora a ciudad de Monte Caseros

Se observa el esquema del tramo en la Ilustración 59.

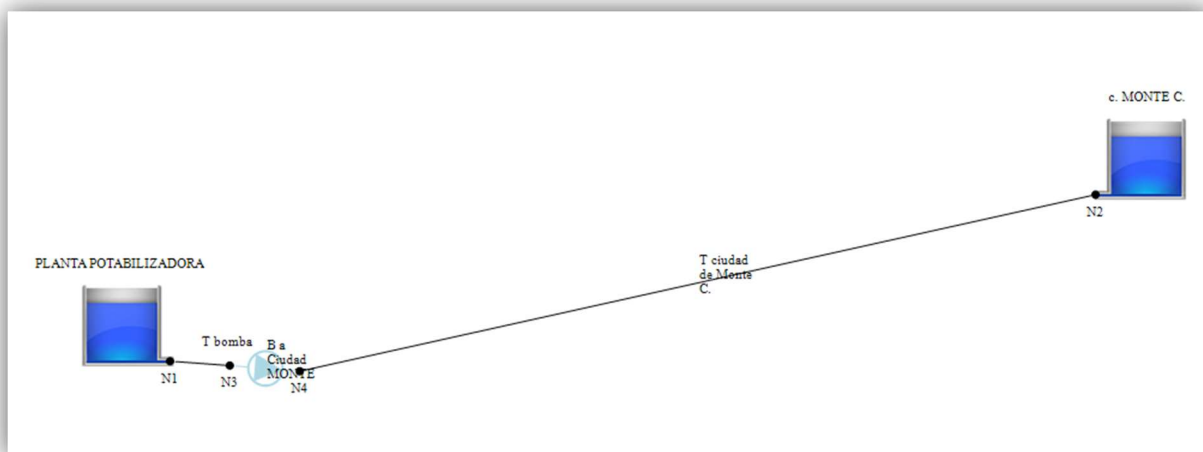


Ilustración 59. Esquema general, tramo 4 (Fuente: Programa Allievi).

Se hace correr el modelo de manera preliminar, a fin de conocer puntos críticos mientras ocurre el fenómeno, como se observa en la Ilustración 60.

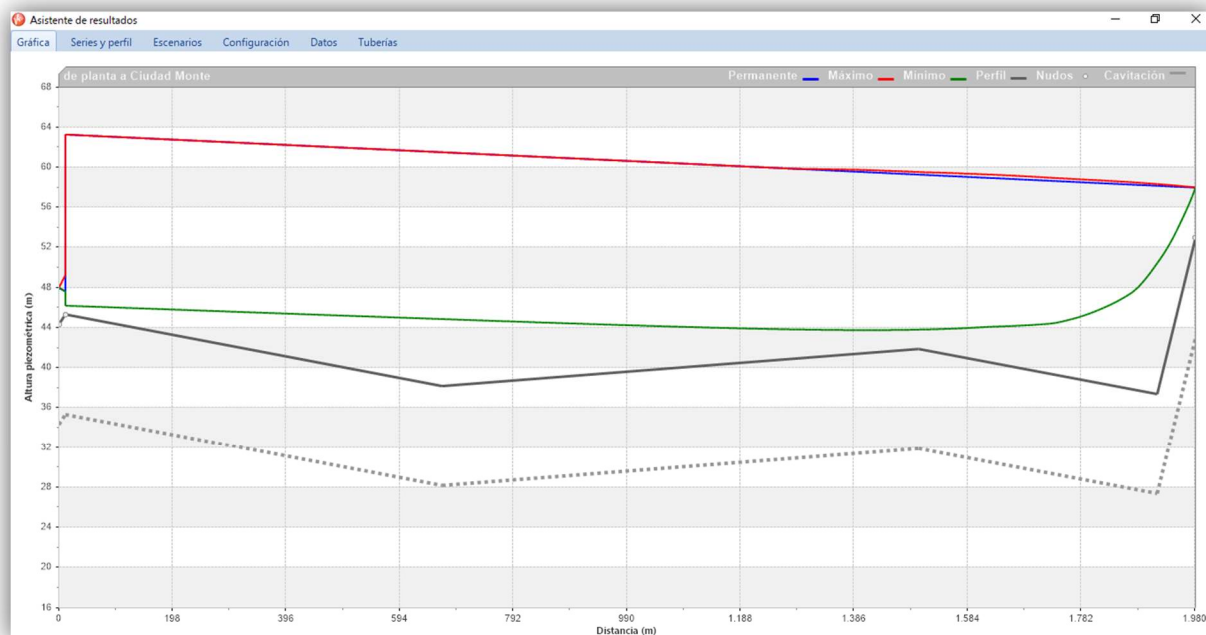


Ilustración 60. Resultados Alturas piezométricas, tramo 4 (Fuente: Programa Allievi)

Es importante destacar que, de acuerdo con las referencias en la Ilustración 60, se observa que no se presentan inconvenientes relacionados con el fenómeno transitorio. Es decir, se da por finalizado el análisis en este tramo.



10. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO Y CURVA DE INVERSIÓN

Computar una obra implica cuantificar todos los factores y elementos necesarios para ejecutar un proyecto de construcción identificando materiales, mano de obra y equipos requeridos, y agrupándolos en rubros de naturaleza semejante, los cuales a su vez se dividen en ítems.

Como se trata de un anteproyecto, la cuantificación se realizará mediante la medición en planos y planillas realizadas, en las unidades correspondientes de acuerdo con el ítem (m, m², m³, Gl, unidades, etc).

Presupuestar una obra implica estimar el precio de esta previo a su ejecución, para lo cual existen distintos métodos:

1) **Presupuesto por comparación:** este método permite obtener un precio estimado teniendo en cuenta el nivel de calidad de la obra y los precios actuales del mercado. La unidad más común utilizada para la comparación es el precio por metro cuadrado de construcción, aunque se pueden emplear otros criterios. Es importante usar este método con precaución, ya que la comparación solo será válida si existen semejanzas en cuanto a la función, calidad y localización de la obra.

2) **Presupuesto por suma de partidas globales:** en este caso, el constructor actúa como coordinador de subcontratistas. Solicita presupuestos a diferentes empresas especializadas y, al reunirlos, elabora el presupuesto total del proyecto, añadiendo los gastos generales y el margen de beneficio.

3) **Presupuesto por análisis de precios unitarios:** es el método más detallado, ya que presenta de manera ordenada y desglosada cada una de las partidas, basado en el cómputo métrico. Es el más adecuado cuando se requiere un presupuesto minucioso y preciso. El mismo consiste en determinar el precio de la unidad de cada ítem, por lo que el presupuesto final será el precio del cómputo realizado. **Este método se utilizará para presupuestar el anteproyecto en cuestión.**

El procedimiento para evaluar el precio final de una obra consta de los siguientes pasos:

-Computo: medición de todas las unidades necesarias para llevar a cabo el proyecto



-Costo unitario: implica analizar el precio de una unidad métrica del ítem, evaluando costo de materiales, mano de obra y equipos

-Presupuesto: al costo unitario se lo incrementa teniendo en cuenta gastos generales directos e indirectos, beneficios e impuestos.

Dada la magnitud del anteproyecto, el mismo estará dividido en distintas etapas de ejecución, por lo que el cómputo y presupuesto responderá a dicha planificación. Además, esto permite habilitar la obra en módulos funcionales, de modo tal que se pueda hacer uso de las instalaciones a medida que se avance en la misma.

-Etapa 1: construcción de la obra de toma, pozo de bombeo y tramo de impulsión N°1 pozo de bombeo-planta potabilizadora con su terraplén.

-Etapa 2: construcción de planta potabilizadora y tramo de impulsión N° 4 planta potabilizadora-Monte Caseros.

-Etapa 3: construcción de tramo de impulsión N° 2 planta potabilizadora-Curuzú Cuatía y cisterna de rebombeo.

-Etapa 4: construcción del tramo de impulsión N° 3 Curuzú Cuatía- Sauce.

Los cálculos de cómputo, análisis de precio unitario, presupuesto y curva de inversión se encuentran en el ANEXO N° 5. A modo de resumen se presenta una guía del procedimiento llevado a cabo. En la Tabla N° 69 se visualiza el cómputo realizado para la Etapa 1.



Tabla 69. Computo Etapa 1 (Fuente: elaboración propia).

-Etapa 1: Construcción de la obra de toma, pozo de bombeo y tramo de impulsión N°1 pozo de bombeo-planta potabilizadora con su terraplén.			
Rubro	Item	Unidad	Cantidad
1- Toma de aducción			
1,1	Obra civil de toma	GL	1,00
2-Pozo de bombeo			
2.1	Excavación de zona del pozo	m ³	112,06
2.2	Relleno y compactación	m ³	3,75
2.3	Construcción de pozo de bombeo	Gl	1,00
2.4	Provisión, acarreo y colocación de sistema de bombeo (incluye equipos, valvulas, etc)	Gl	1,00
2.5	Grupo electrogeno	Gl	1,00
2.6	Construcción de casilla	Gl	1,00
2.7	Instalacion electrica	Gl	1,00
2.8	Cerco y cerramiento del predio	Gl	1,00
3-Impulsión			
3.1	Terraplenado y compactación de camino de acceso a pozo de bombeo	m ³	27.593,10
3.2	Provisión, acarreo y colocacion de geotextiles de proteccion del terraplen	m ²	2.039,67
3.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería 800mm	m	430,00
3.4	Provisión, acarreo y colocación de valvulas y accesorios	Gl	1,00
3.5	Pavimentación del camino de acceso	Gl	1,00

Seguidamente, en la Tabla N° 70 se presenta un ejemplo del desarrollo del precio unitario de un ítem.

Tabla 70. Precio unitario Ítem "relleno y compactación" (Fuente: elaboración propia).

Rubro :	2-Pozo de bombeo	Item:	2.2	Unidad:	m3
2.2	Relleno y compactación				
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A	Materiales				
301	Tablaestacas metalicas	m2	0,5	8304,50	\$ 4.152,25
351	Suelo seleccionado para relleno	m3	0,75	30000,00	\$ 22.500,00
				Sub total (A) Materiales	\$ 26.652,25
B	Mano de Obra				
101	Oficial especializado	hs	0,30	\$ 8.096,40	\$ 2.428,92
102	Oficial	hs	0,80	\$ 6.913,28	\$ 5.530,62
103	Medio oficial	hs	0,00	\$ 6.382,28	\$ 0,00
104	Ayudante	hs	1,50	\$ 5.867,88	\$ 8.801,82
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16.761,36
C	Equipos				
202	Retroexcavadora 71 HP	hs	0,06	36437,21	\$ 2.186,23
201	Camion volcador 6 m3 80 HP	hs	0,06	25235,44	\$ 1.514,13
210	Cargadora frontal	hs	0,06	25634,89	\$ 1.538,09
203	Vibrocompactador manual	hs	0,125	1678,98	\$ 209,87
208	Equipo depresor de napas 140 HP	hs	0,75	30345,51	\$ 22.759,13
				Sub total (C) Equipo	\$ 28.207,46

COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 71.621,07
COEFICIENTE RESUMEN	1,72
PRECIO	\$ 122.901,76



El coeficiente resumen es el valor que resulta de dividir el presupuesto final entre el costo-costo, y tiene en cuenta factores como Gastos generales (directos e indirectos), impuestos, beneficios, etc. En la Tabla N° 71 quedan expresados los valores para determinarlo.

Tabla 71. Coeficiente resumen (Fuente: elaboración propia).

Coeficiente resumen		
C-C		1
Gastos Generales	20%	0,2
Subtotal1		1,2
Beneficios	10%	0,12
Subtotal2		1,32
Impuestos	30%	0,396
Coeficiente resumen		1,72

Por último, se presenta el presupuesto final de la obra en la Tabla N° 72 y las curvas de inversión de cada una de las etapas en las Ilustración N° 61, 62, 63 y 64 respectivamente. Su desarrollo puede ser visualizado en el ANEXO N°5.

Tabla 72. Presupuesto total (Fuente: elaboración propia).

TOTAL ETAPAS	\$ 99.408.974.864,83
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (+5%)	\$ 4.970.448.743,24
PRESUPUESTO TOTAL (AR\$)	\$ 104.379.423.608,07
PRESUPUESTO TOTAL (USD\$)	\$ 106.836.666,95

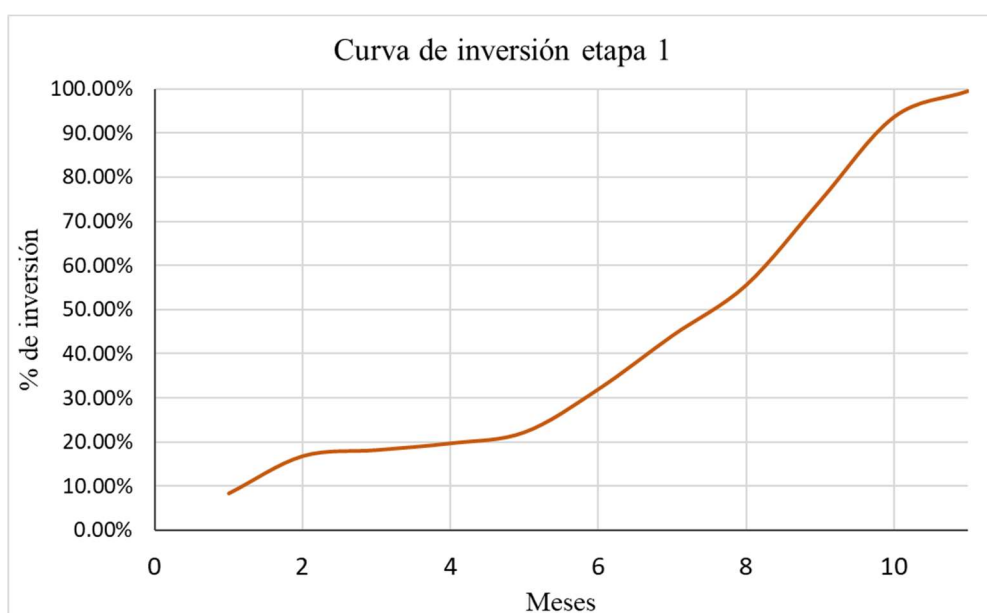


Ilustración 61. Curva de inversión Etapa 1 (Fuente: elaboración propia)

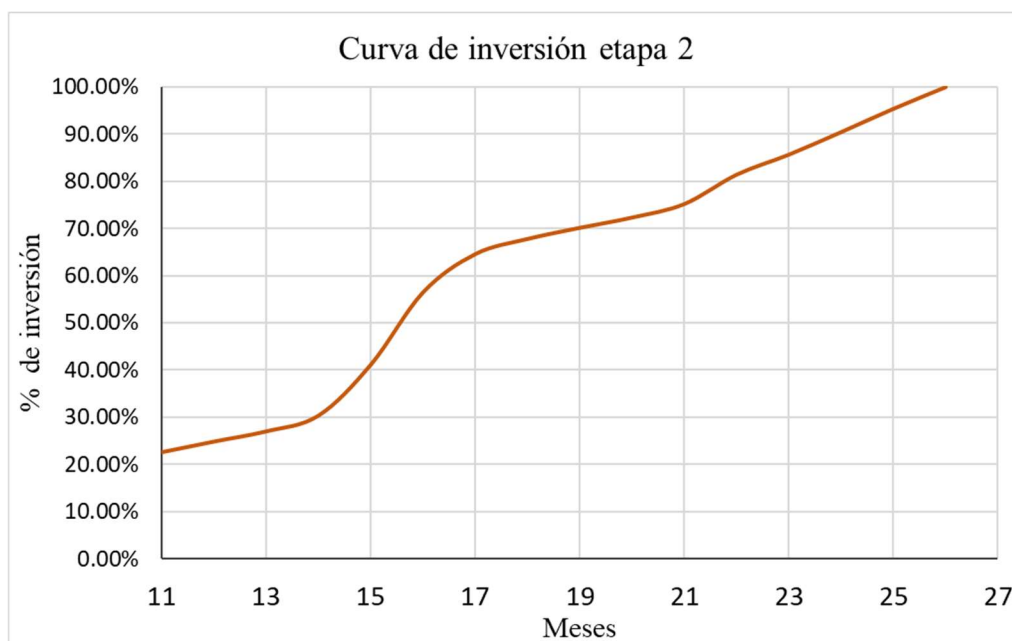


Ilustración 62. Curva de inversión Etapa 2 (Fuente: elaboración propia)

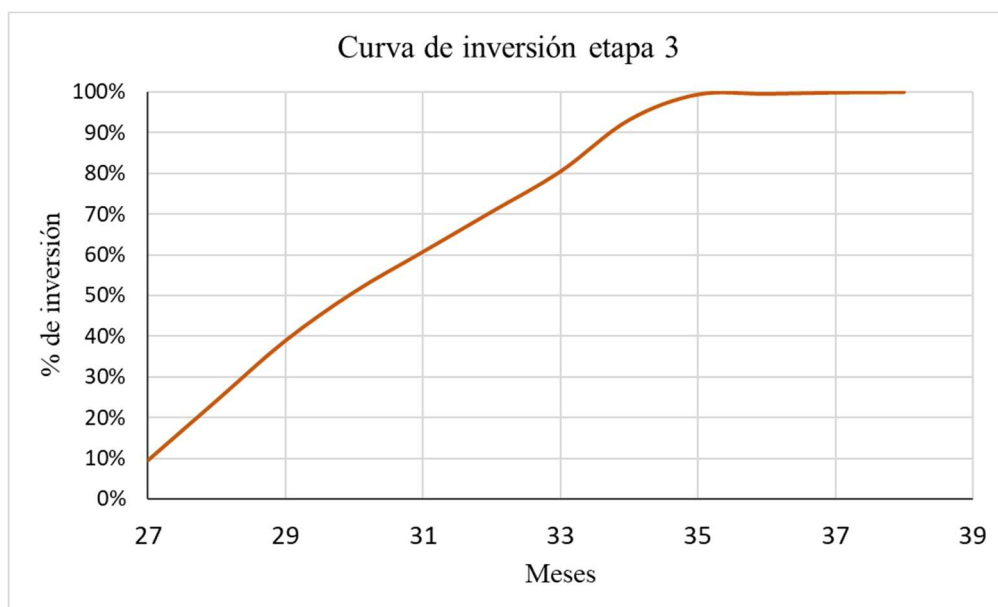


Ilustración 63. Curva de inversión Etapa 3 (Fuente: elaboración propia)

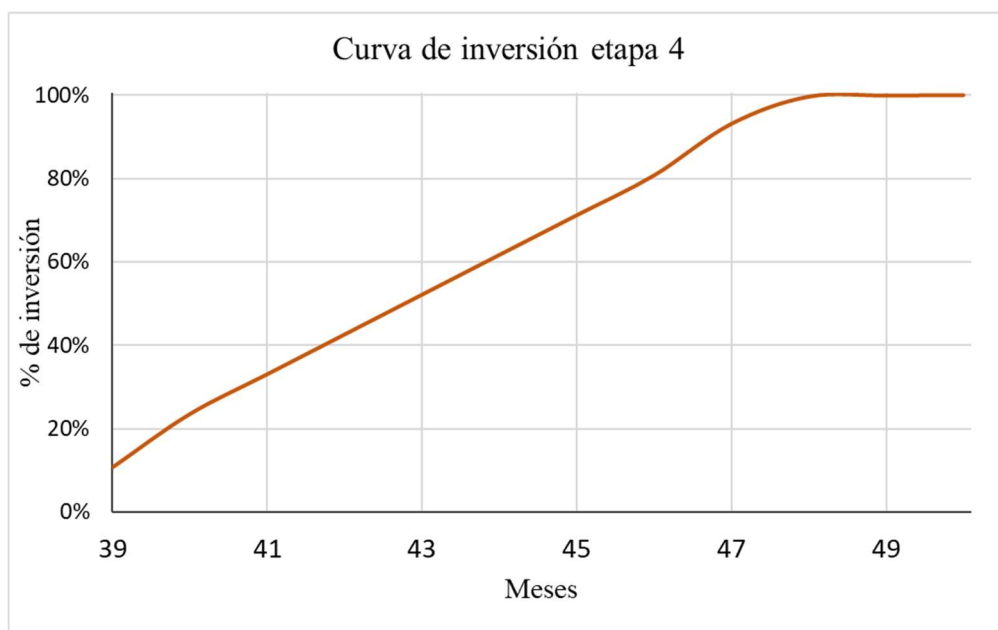
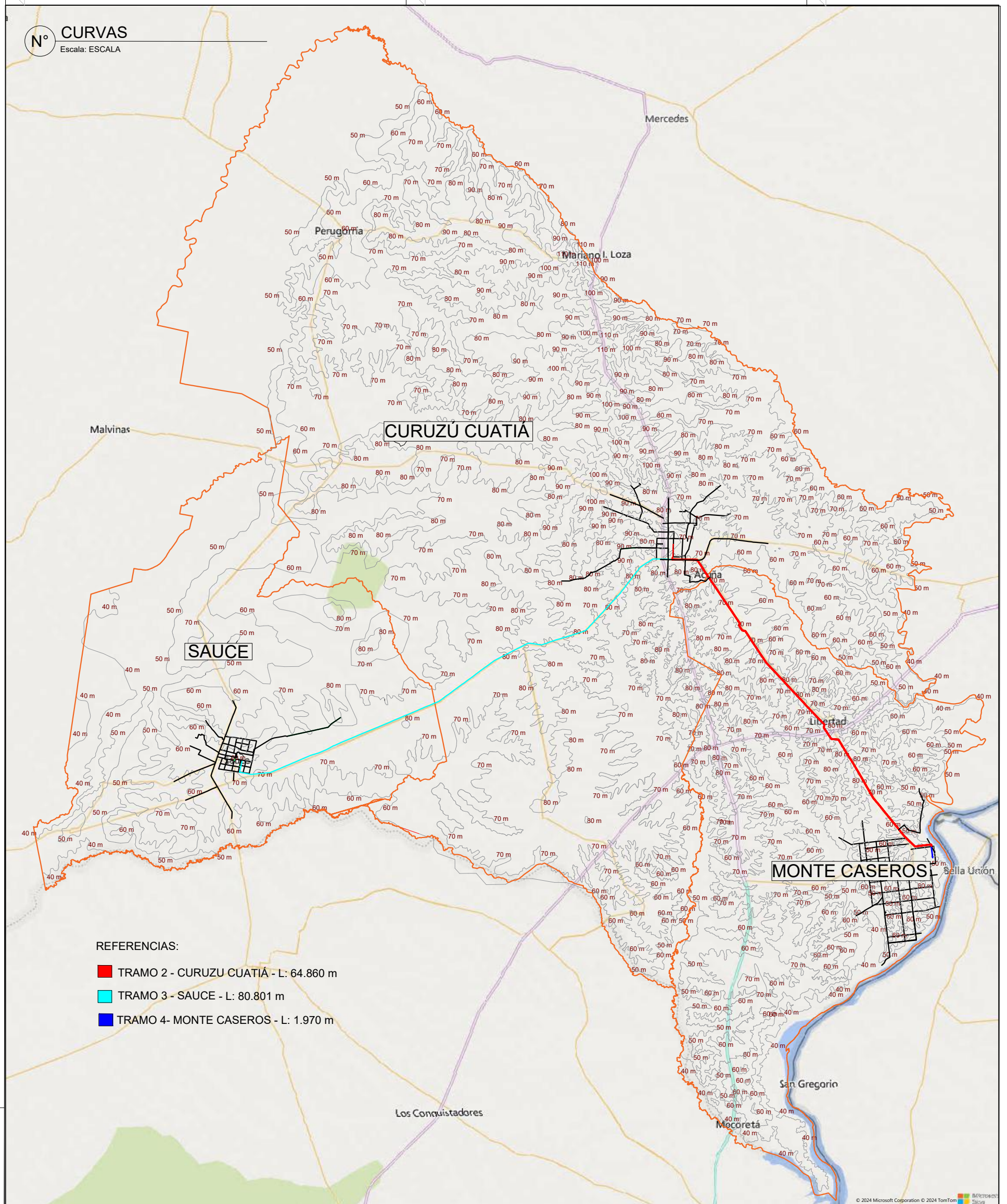
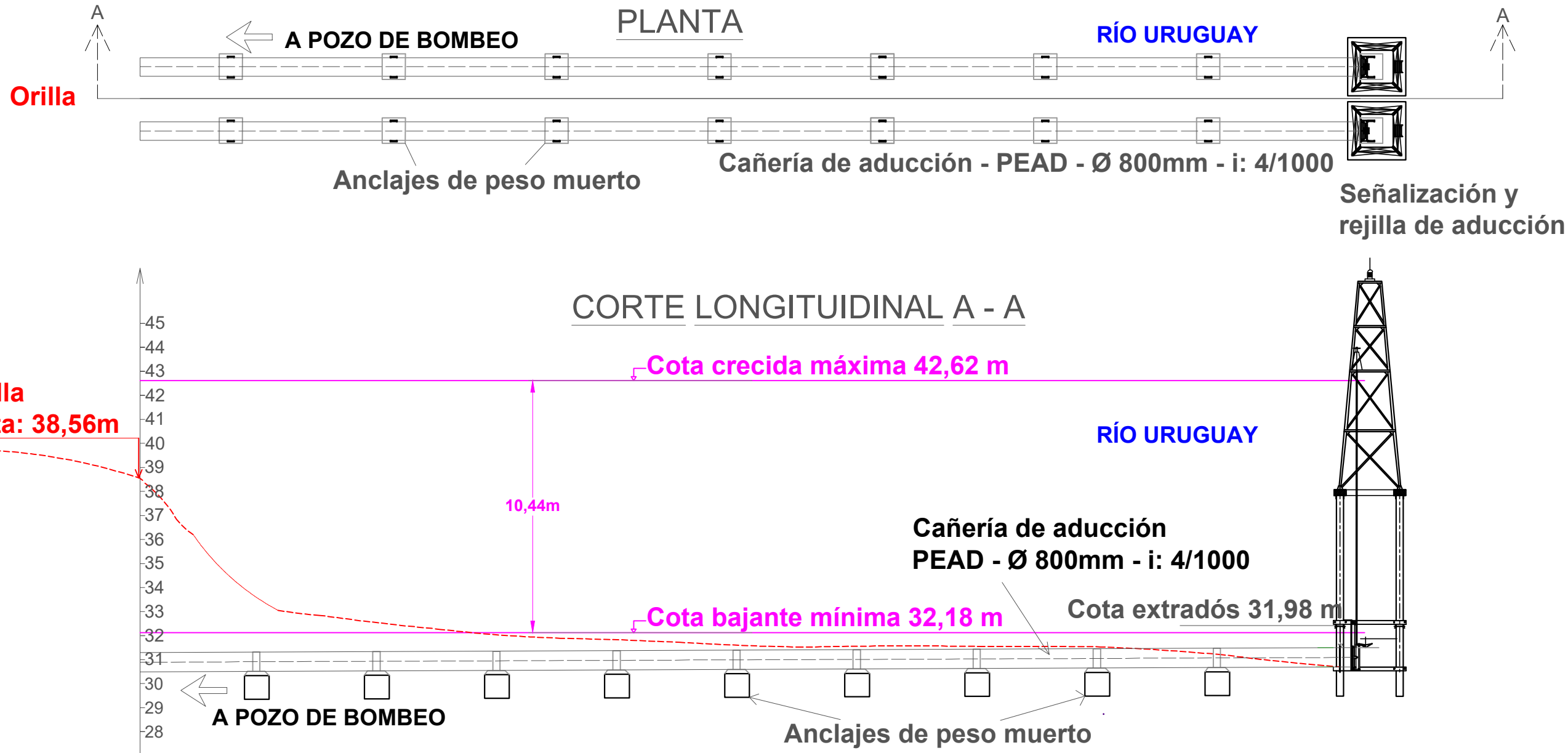
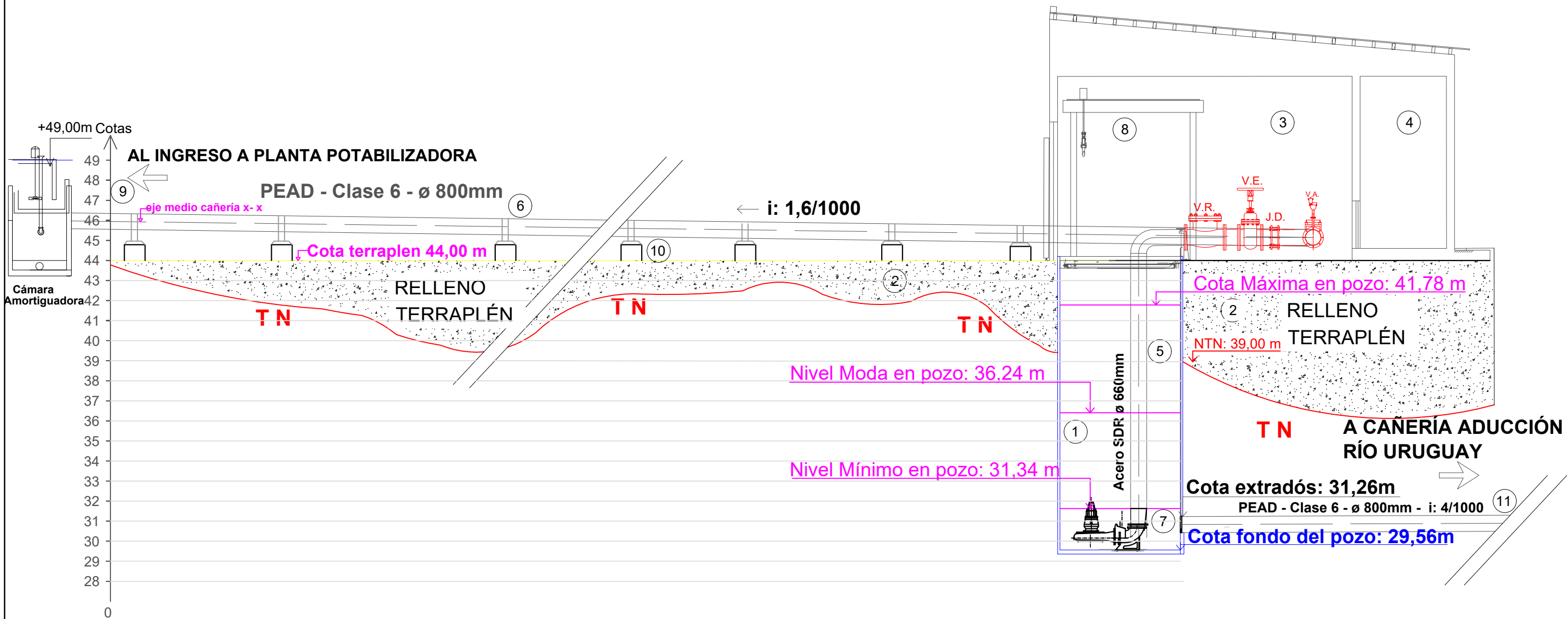


Ilustración 64. Curva de inversión Etapa 4 (Fuente: elaboración propia)

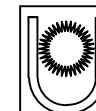
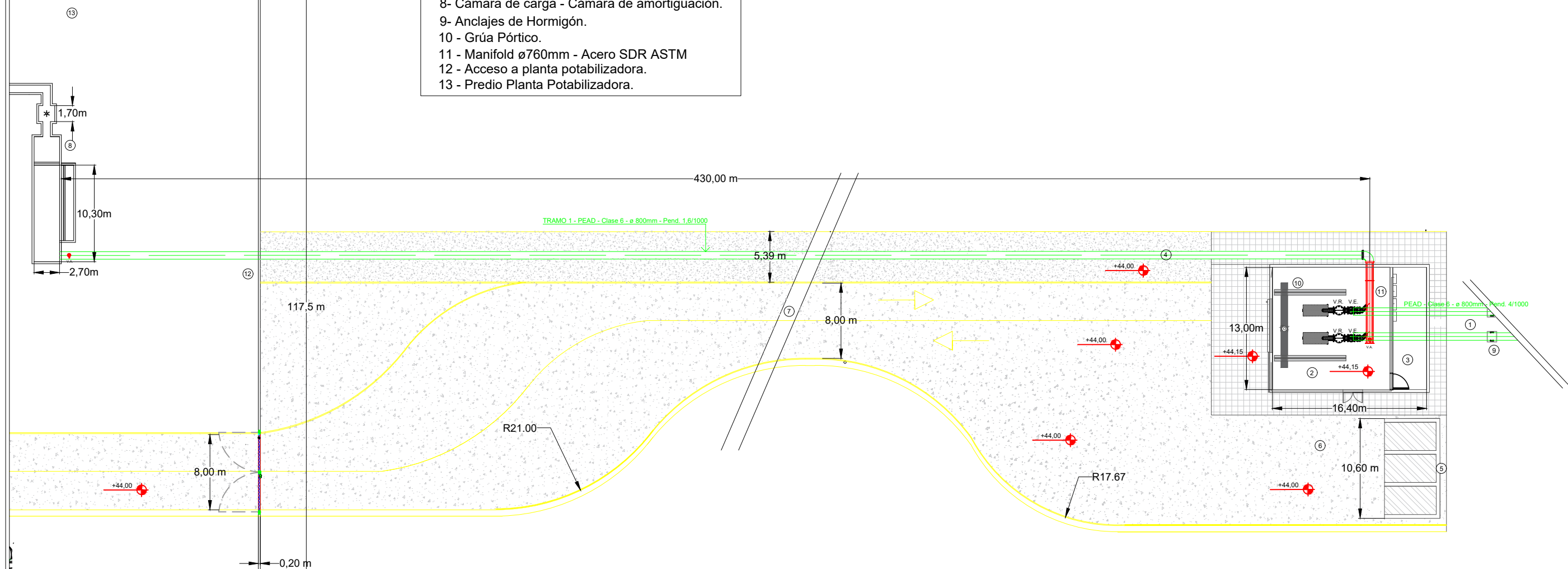




3 CORTE LONGITUDINAL A-A: ESTACIÓN DE BOMBEO 1 y POZO DE BOMBEO.
Escala: 1:200



- 1- Cañería de aducción.
- 2- Sala de maquinas.
- 3- Sala de control.
- 4- Cañería de impulsión.
- 5- Estacionamiento.
- 6- Acceso de estacionamiento.
- 7- Terraplen de acceso a estación de bombeo
- 8- Cámara de carga - Cámara de amortiguación.
- 9- Anclajes de Hormigón.
- 10 - Grúa Pórtico.
- 11 - Manifold ø760mm - Acero SDR ASTM
- 12 - Acceso a planta potabilizadora.
- 13 - Predio Planta Potabilizadora.



FACULTAD DE
INGENIERÍA
UNNE

GIMENEZ, Mauricio Julián
MAIOCCHI, Maria Eugenia
SOSA, Marco Antonio

TRABAJO FINAL

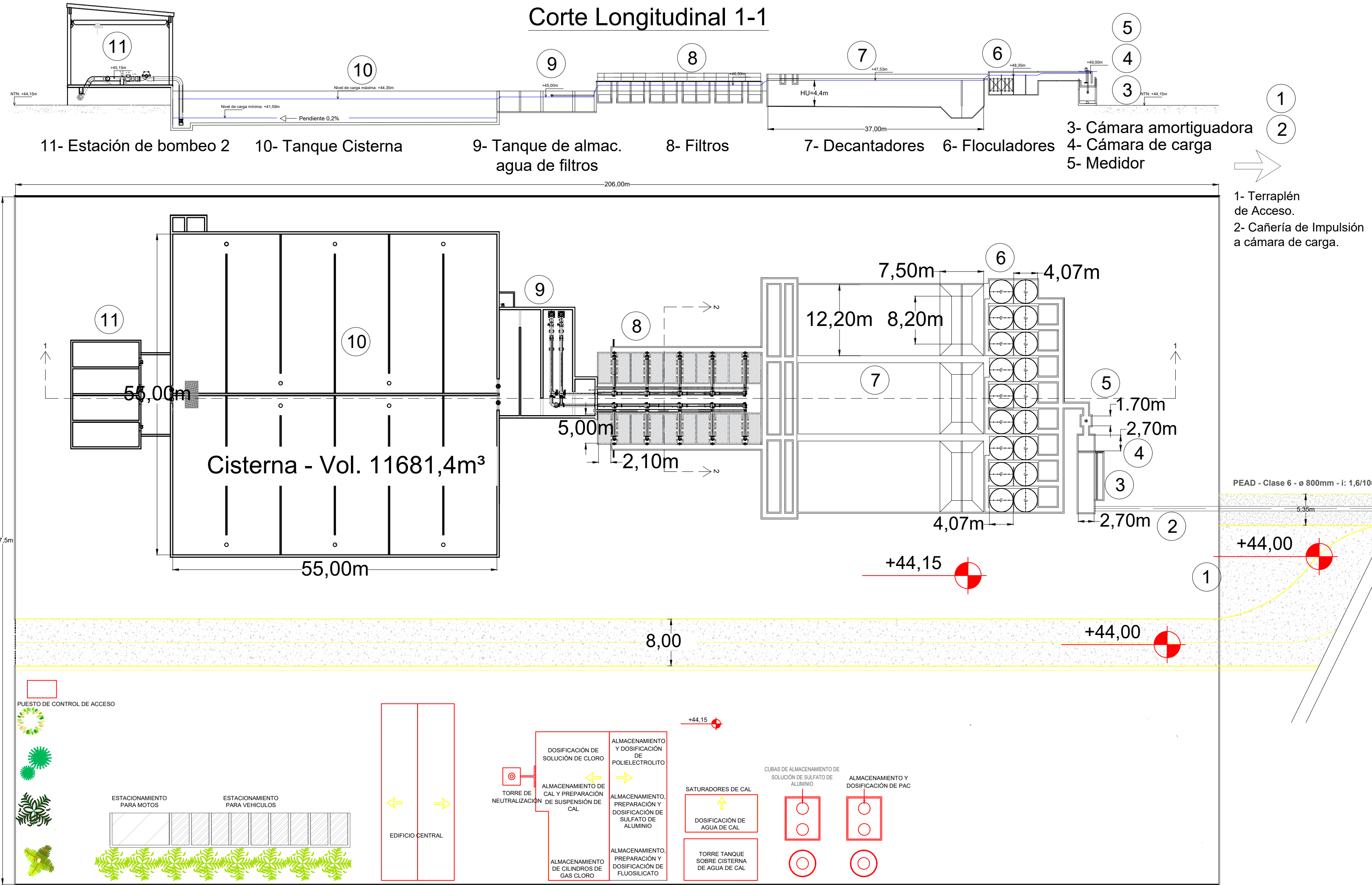
PLANTA: ESTACIÓN DE BOMBEO 1 -
TERRAPLÉN DE ACCESO.

a	PLANO N° 4
---	---------------

ESCALA: 1:450
FECHA: AGOSTO 2024

5 PLANTA POTABILIZADORA.

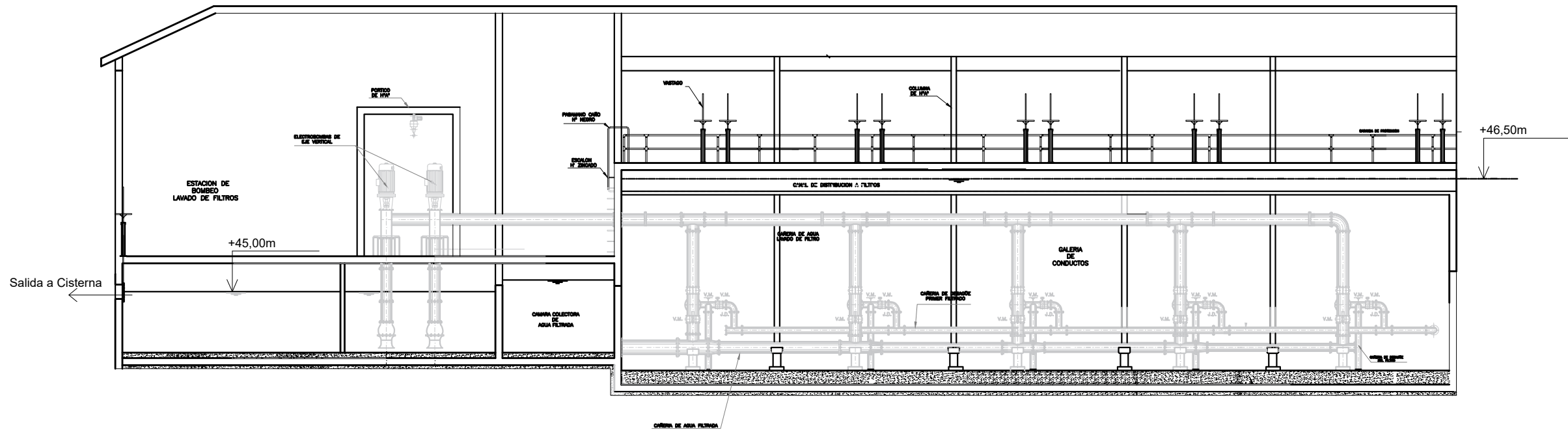
Escala: 1:500



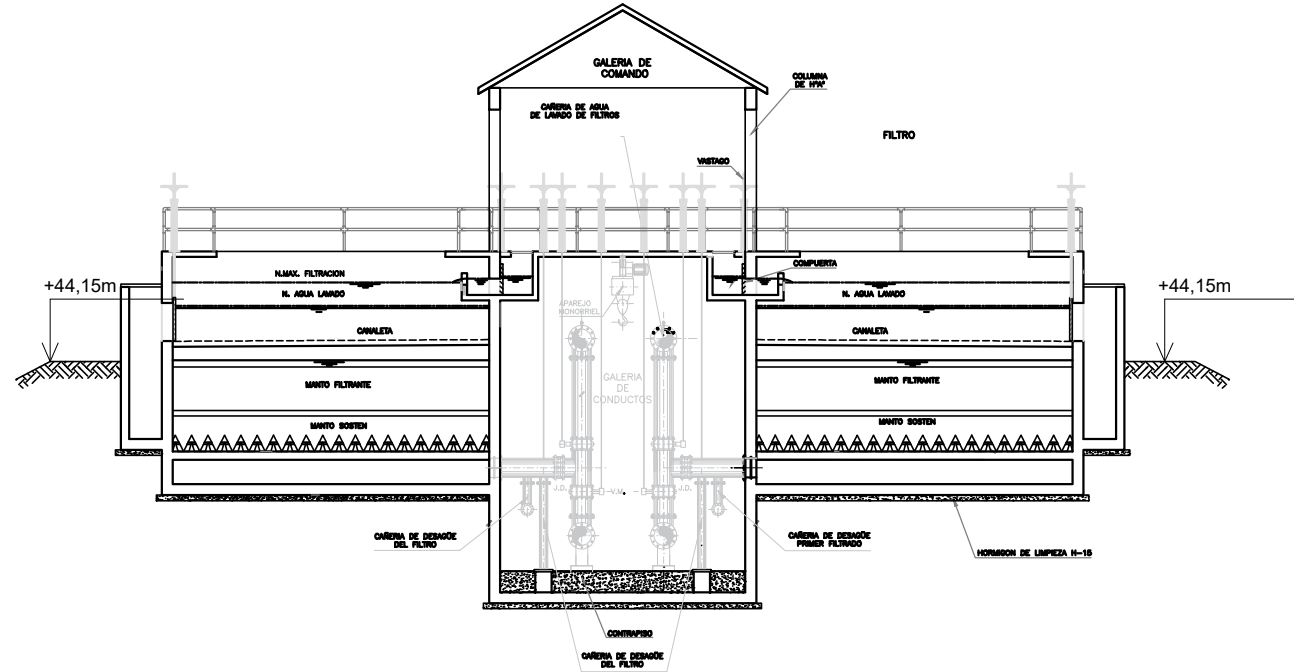
SALIDA/ENTRADA

6 CORTE LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DE LOS FILTROS.
Escala: 1:200

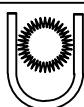
Corte Longitudinal 1-1



Corte Transversal 2-2



DIMENSIONES HOJA: ISO A3 (420 X 297)
FECHA DE IMPRESIÓN: 7/8/2024



FACULTAD DE
INGENIERÍA
UNNE

GIMENEZ, Mauricio Julián
MAIOCCHI, Maria Eugenia
SOSA, Marco Antonio

TRABAJO FINAL

CORTE LONGITUDINAL Y
TRANSVERSAL DE LOS FILTROS.

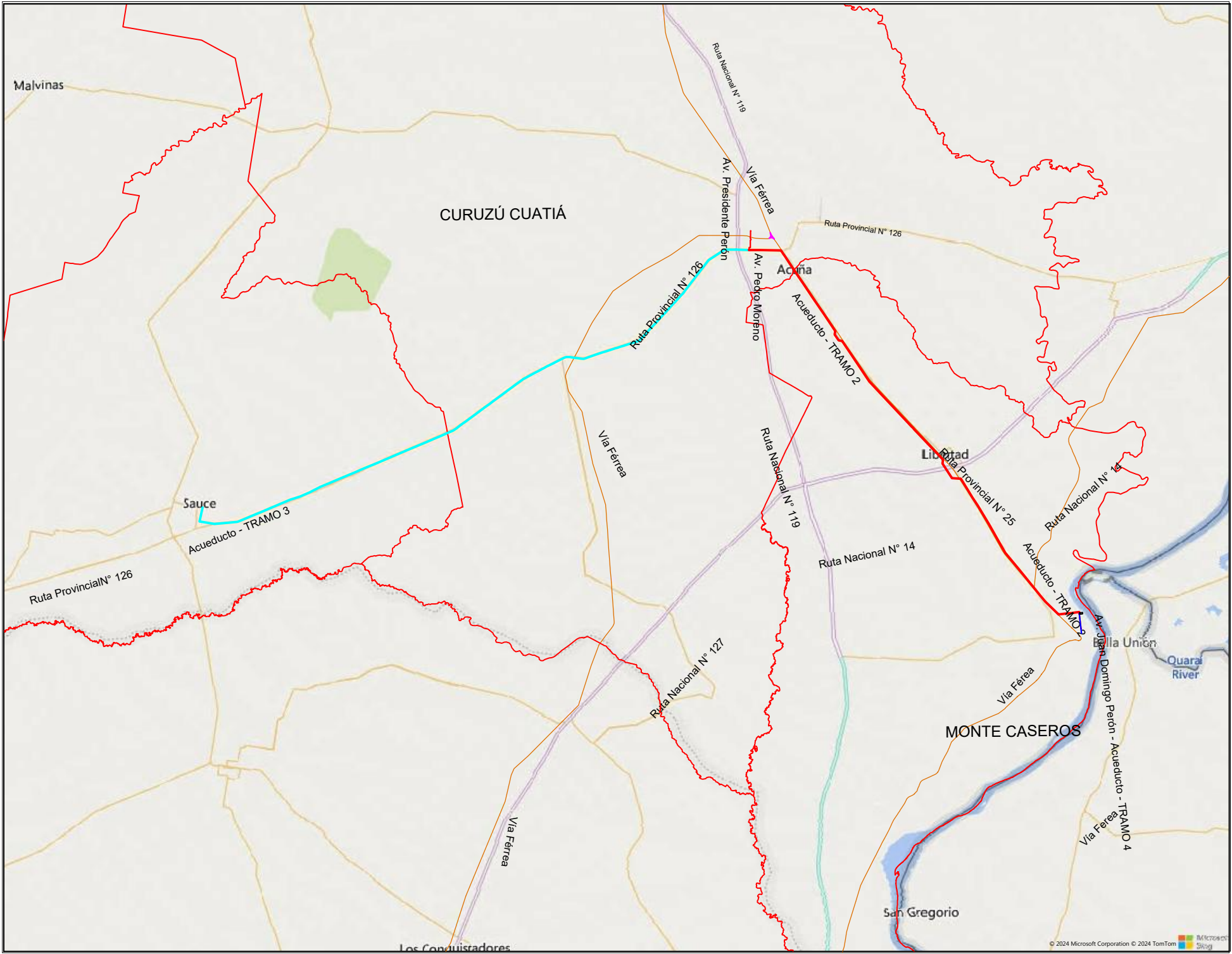
PLANO N°
6

ESCALA: 1:200
FECHA: AGOSTO 2024

Nº

TRAZA DEL PROYECTO

Escala: ESCALA

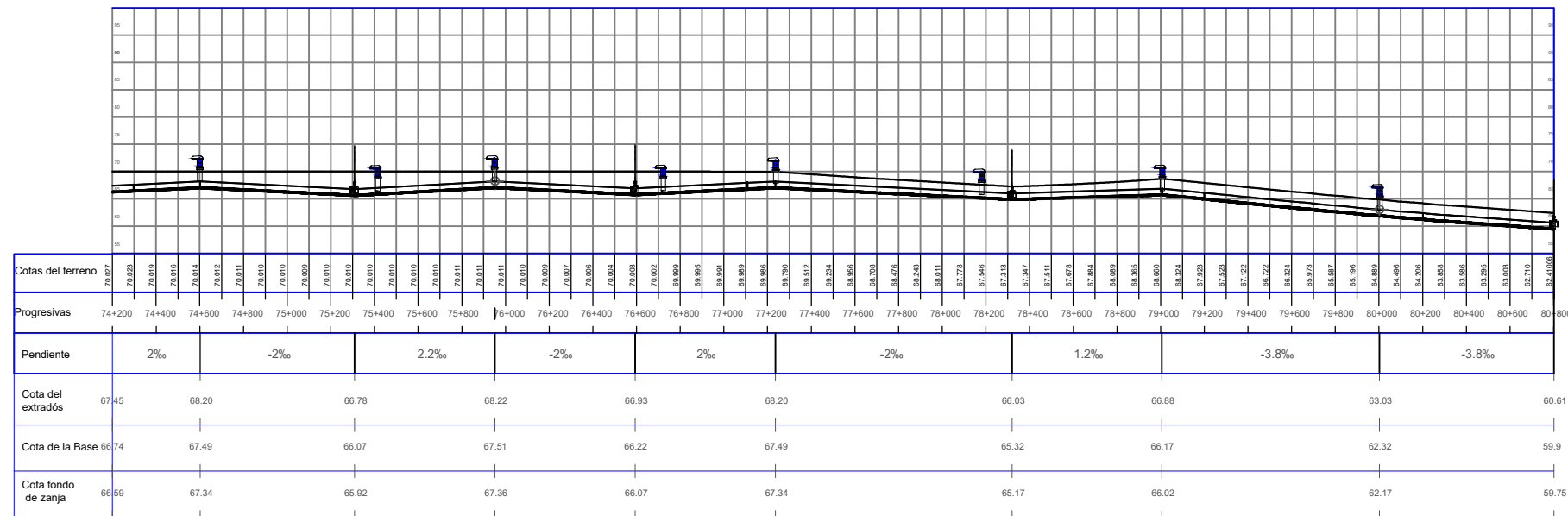
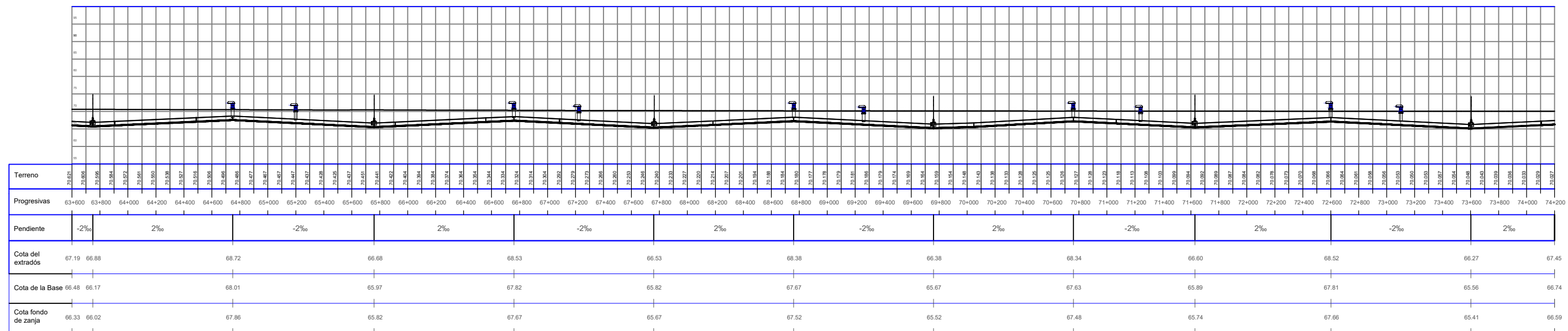
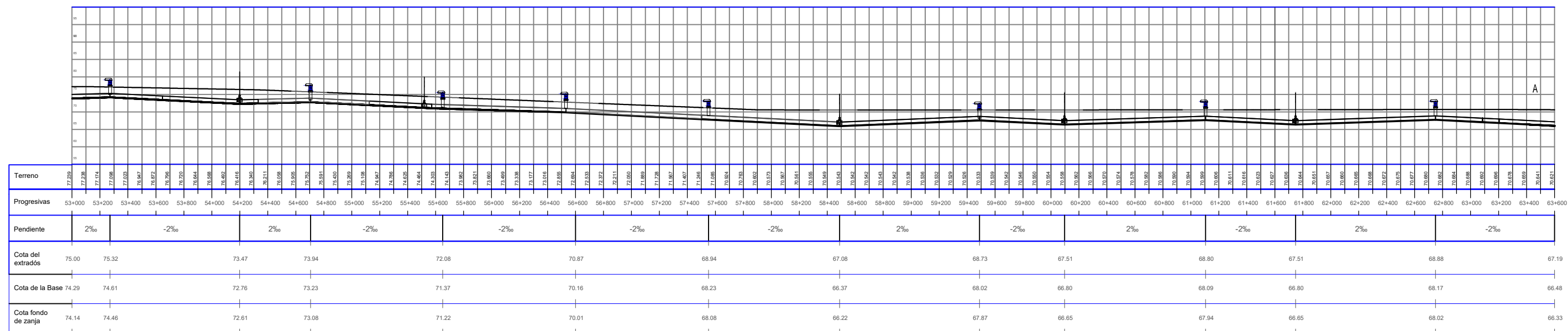
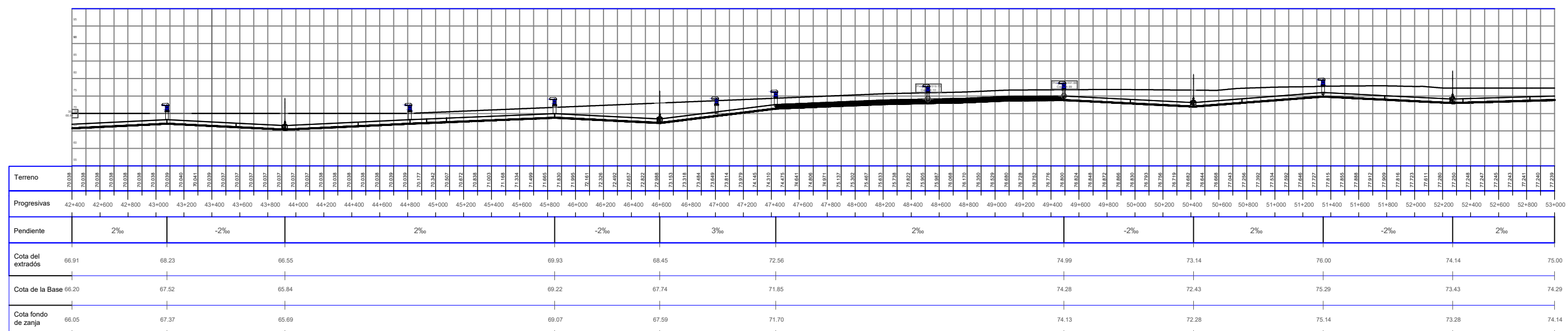
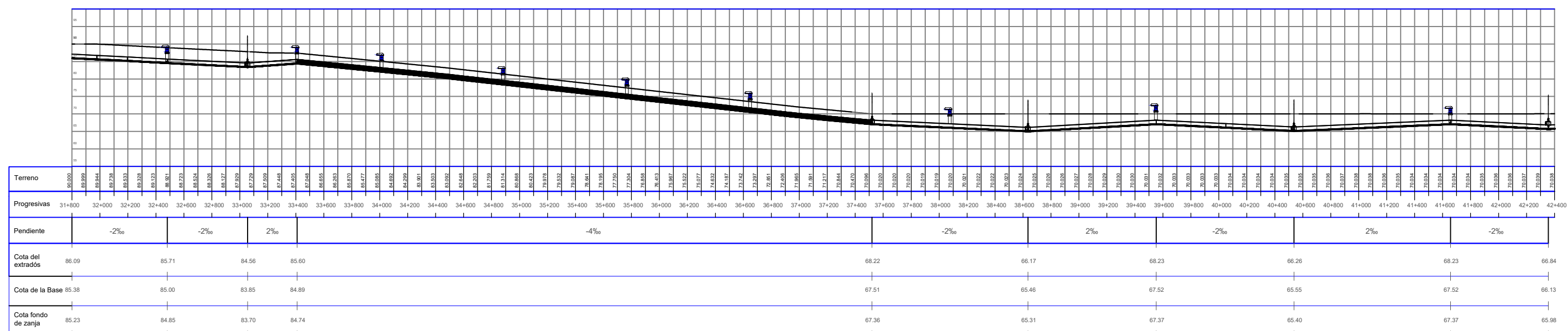
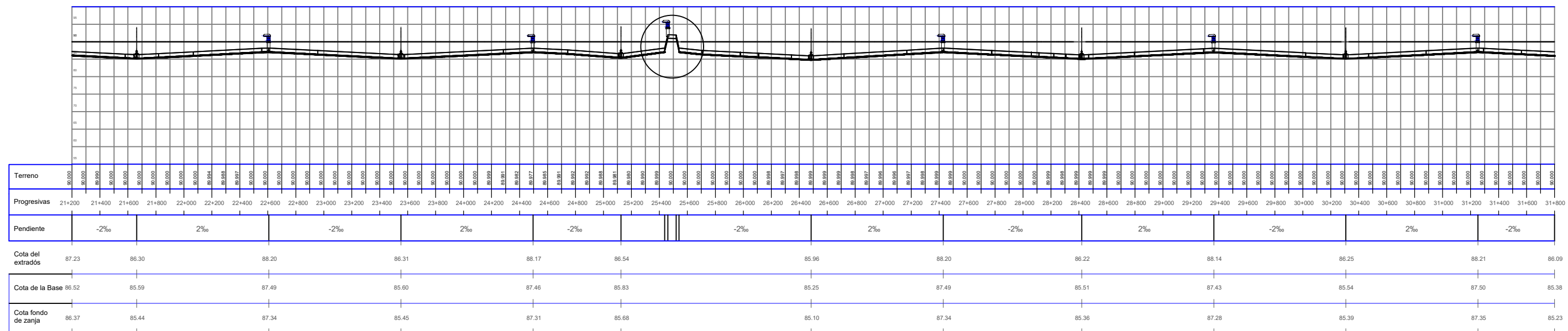
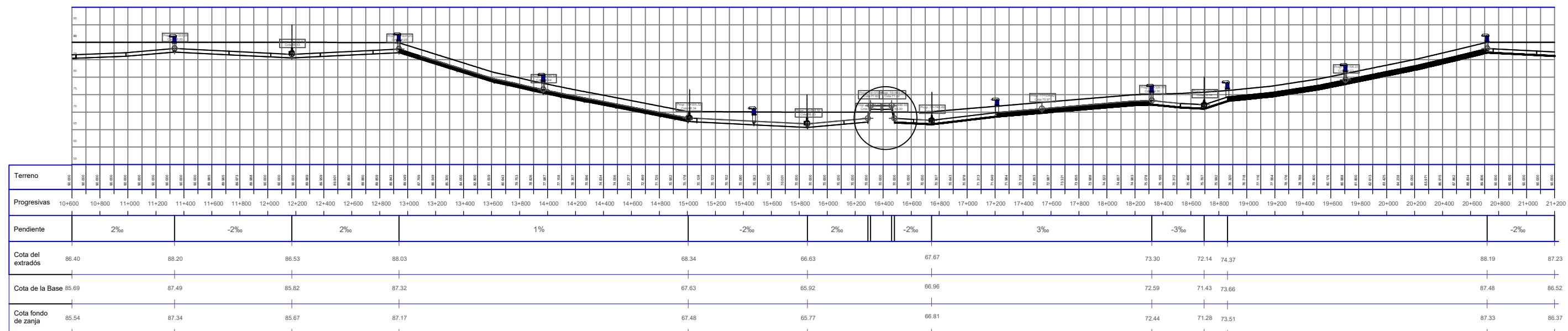
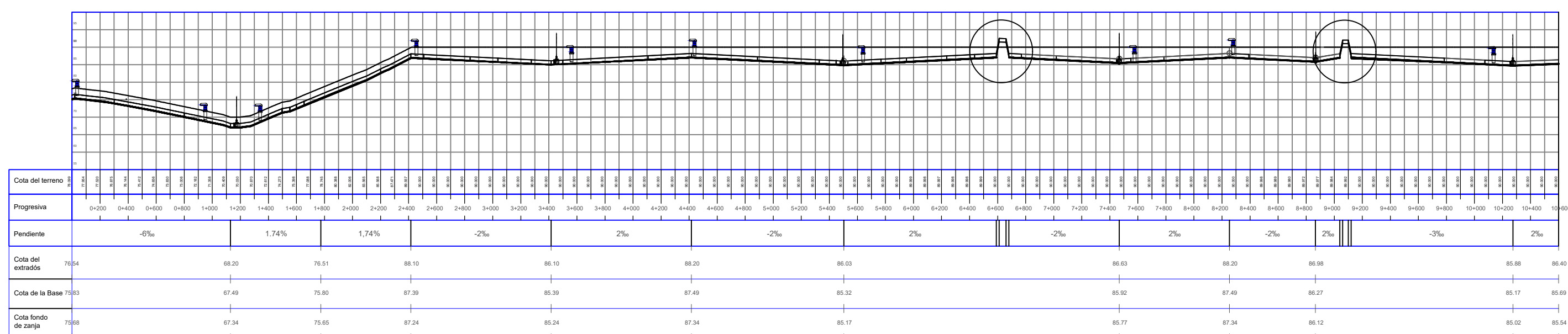


REFERENCIAS:

- TRAMO 2 - CURUZU CUATÍA - L: 64.860 m
- TRAMO 3 - SAUCE - L: 80.801 m
- TRAMO 4- MONTE CASEROS - L: 1.970 m

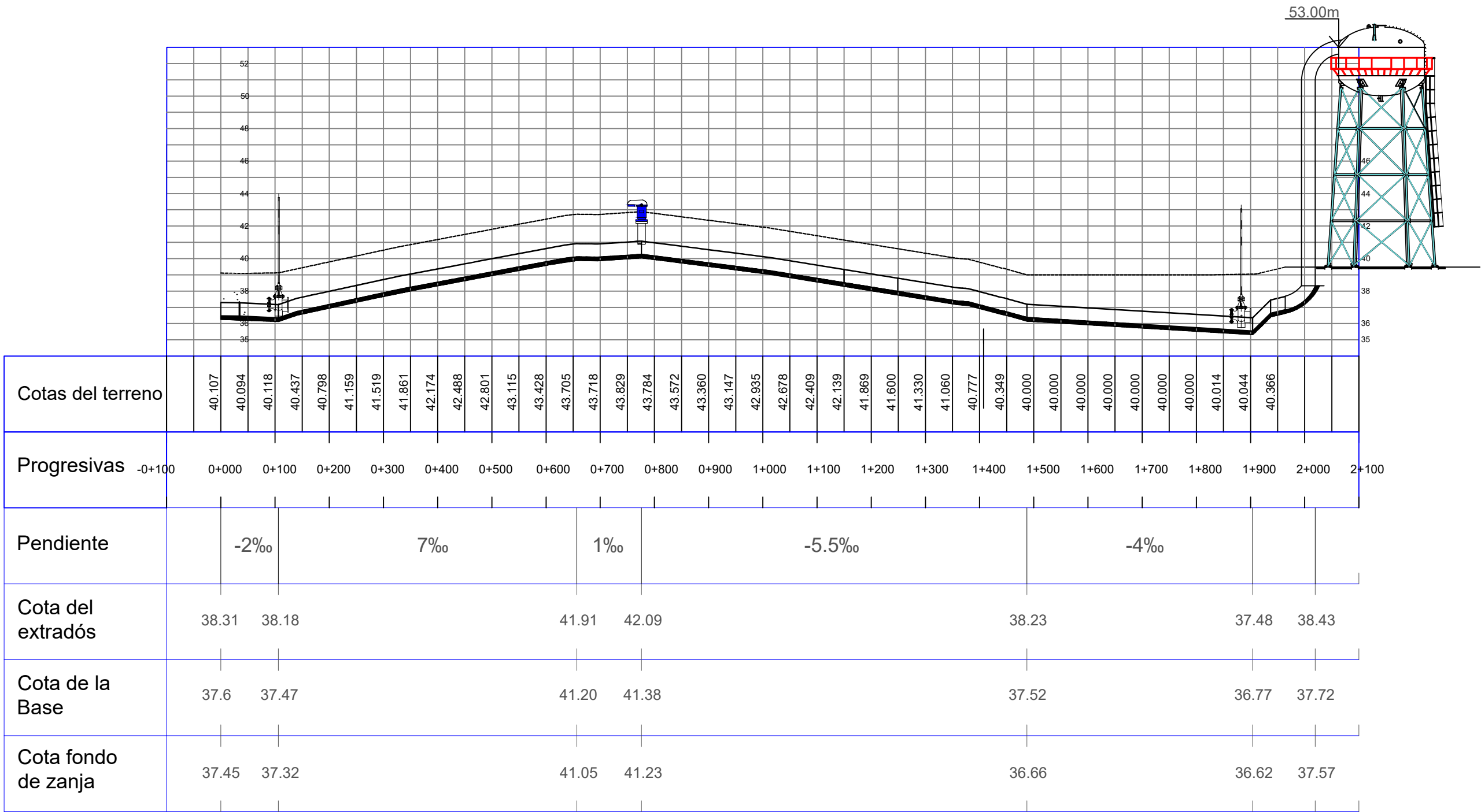
GIMENEZ, Mauricio Julián MAIOCCHI, Maria Eugenia SOSA, Marco Antonio	TRABAJO FINAL	
	TRAZA COMPLETA: TRAMO 2 - TRAMO 3 - TRAMO 4.	
	PLANO N°	ESCALA: 1:450.000
	7	FECHA: AGOSTO 2024





10 PERFIL ALTIMETRICO - TRAMO 4

Escala: 1:40000



DIMENSIONES HOJA: ISO A3 (420 X 297)
FECHA DE IMPRESIÓN: 8/8/2024



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNNE

GIMENEZ, Mauricio Julián
MAIOCCHI, Maria Eugenia
SOSA, Marco Antonio

TRABAJO FINAL

PERFIL ALTIMÉTRICO - TRAMO 4

PLANO N°
10

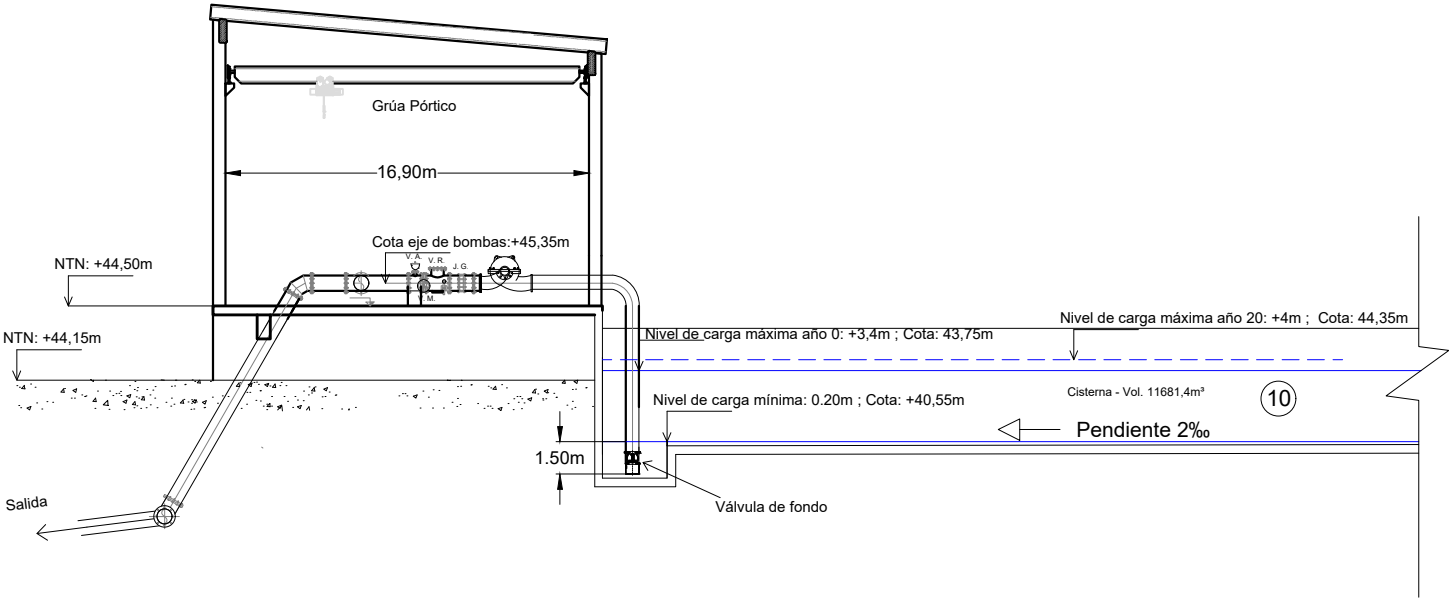
ESCALA: 1:40000
FECHA: AGOSTO 2024

8

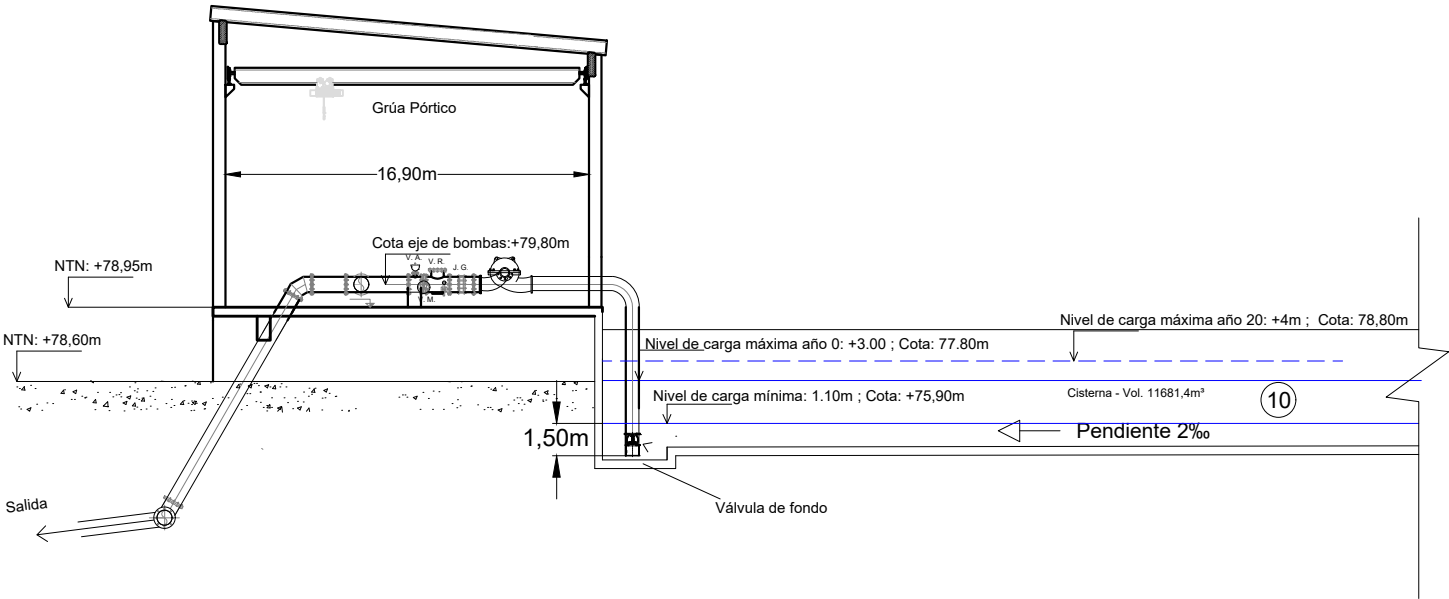
CORTE LONGITUDINALES TANQUE CISTERNA.

Escala: 1:350


ESTACIÓN DE BOMBEO Y CISTERNA MONTE CASEROS - CORTE LONGITUDINAL



ESTACIÓN DE BOMBEO Y CISTERNA CURUZÚ CUATÍA - CORTE LONGITUDINAL



DIMENSIONES HOJA: ISO A3 (420 X 297)
FECHA DE IMPRESIÓN: 8/9/2024

 <div>FACULTAD DE INGENIERÍA UNNE</div>	TRABAJO FINAL	
	CORTE LONGITUDINAL CISTERNA.	
	PLANO N° 11	ESCALA: 1:350
		FECHA: AGOSTO 2024

10

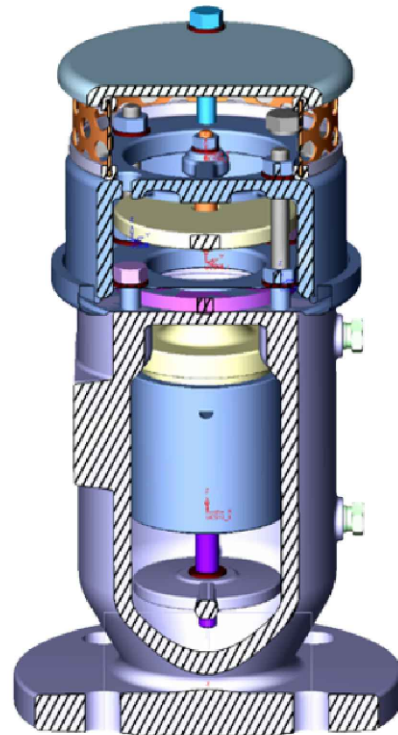
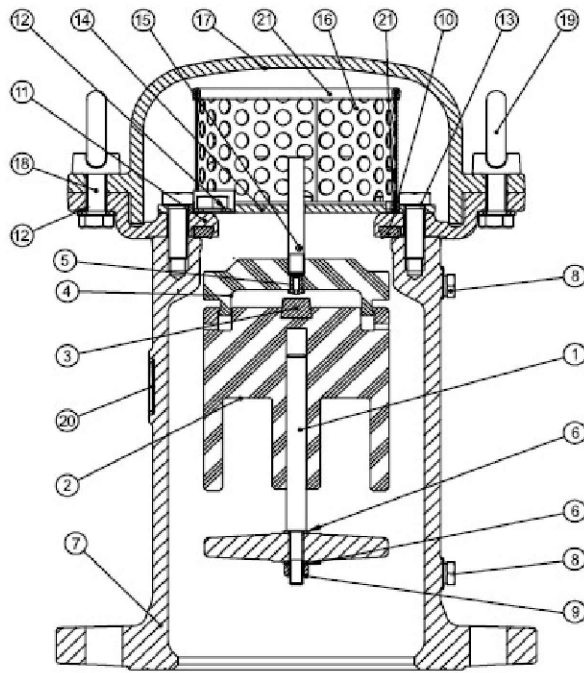
DETALLES DE VÁLVULAS

Escala: 1:3

VALVULA DE TRIPLE EFECTO + DOSPOSITIVO ANTIARIETE (FUENTE:DOROT)

Partes

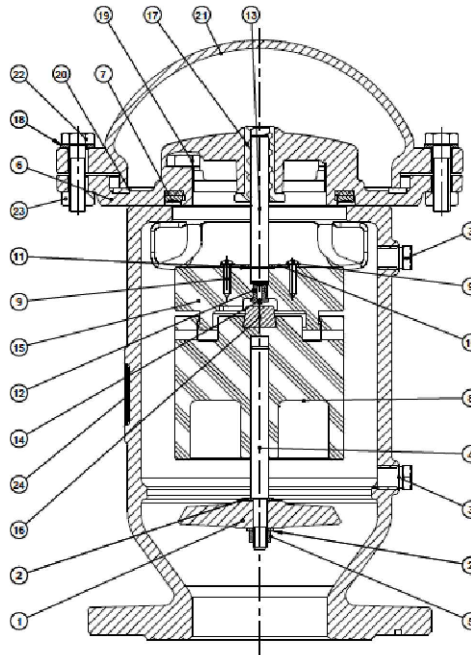
No.	Descripción	Material	Notas
1	Eje guía principal	SST 304	
2	Flotador principal	HDPE	
3	Sello del orificio	EPDM	
4	Flotador superior	HDPE	
5	Orificio	SST 304	
6	Arandela	SST 304	DIN125-A2
7	Cuerpo	D.I. ISO 1083 GR 400-15	
8	Tapón	Brass EN 12165 CW617N	
9	Tuerca	SST 304	DIN934-A2
10	Sello	NR	
11	Disco del sello	D.I. ISO 1083 GR 400-15	
12	Arandela	SST 304	DIN125-A2
13	Tornillo	SST 304	
14	Guía superior	SST 304	
15	Eje superior	SST 304	DIN933-A2
16	Rejilla	SST 304	
17	Tapa	D.I. ISO 1083GR 400-15	
18	Tornillo	SST 304	
19	Anillo de leva	Cast Steel	
20	Placa de I.D.	Aluminum	
21	Faja de la Rejilla	PVC	



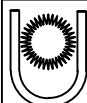
VALVULA DE TRIPLE EFECTO (FUENTE:DOROT)

No.	Description	Material	Optional
1	Body	D.I.	Steel A-216 WCB, SST CF8M, NI Aluminium Bronze, S. Duplex
2	Washer	SST	SST 316, S. Duplex
3	Plug	BRS	SST 316, S. Duplex
4	Bottom Guiding Shaft	SST	SST 316, S. Duplex
5	Nut	SST	SST 316, S. Duplex
6	Plate	D.I.	Steel A-216 WCB, SST CF8M, NI Aluminium Bronze, S. Duplex
7	Seal	EPDM	NBR, Viton
8	Float Body	PE-H.D.	
9	Bolt	SST	SST 316, S. Duplex
10	Disc	SST	SST 316, S. Duplex
11	I.D. Plate	AL	SST 316
12	O-Ring 2-009	NBR	EPDM, Viton
13	Top Guiding Shaft	SST	SST 316, S. Duplex
14	Nozzle	SST	SST 316, S. Duplex
15	Float Cover	PE-H.D.	
16	Nozzle Seal	EPDM	NBR, Viton
17	Guiding Insert	POM	
18	Washer	SST	SST 316, S. Duplex
19	Bolt	SST	SST 316, S. Duplex
20	Cover Seal	EPDM	NBR, Viton
21	Cover	D.I.	Steel A-216 WCB, SST CF8M, NI Aluminium Bronze, S. Duplex
22	Bolt	SST	SST 316, S. Duplex
23	Nut	SST	SST 316, S. Duplex

Components



DIMENSIONES HOJA: ISO A3 (420 X 297)
FECHA DE IMPRESIÓN: 8/9/2024



FACULTAD DE INGENIERÍA UNNE

GIMENEZ, Mauricio Julián
MAIOCCHI, Maria Eugenia
SOSA, Marco Antonio

TRABAJO FINAL

Plano N°10 DETALLES DE VÁLVULAS DE AIRE

PLANO N°
12

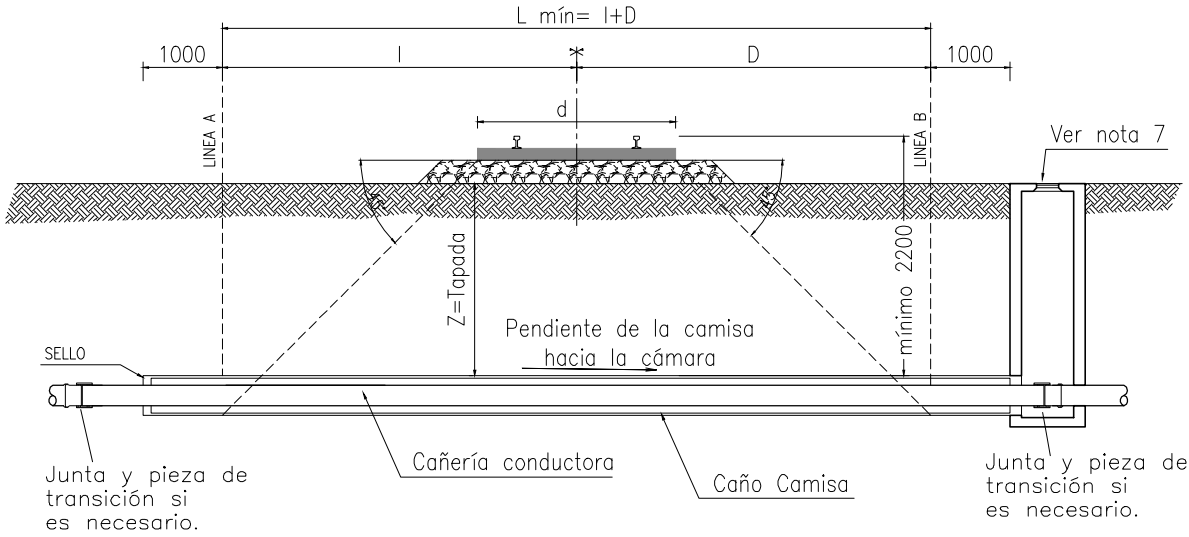
ESCALA: 1:3
FECHA: AGOSTO 2024



- Todas la medidas están expresadas en milímetros.
- Hormigón H-21
- Acero A-420
- Si se emplean moldes metálicos no se requerirá la ejecución de los revoques interiores.
- En suelos agresivos o en presencia de napa de agua agresiva se empleará cemento A.R.S.
- Deberá verificarse a fisuración para la condición especificada como: "Fisura muy reducida"
- Vástago de maniobra de acero SAE 1020 para torque equivalente al correspondiente a la válvula, revestido con pintura anticorrosiva
- El relleno alrededor de la cámara, se con suelo cemento.
- La superficie deberá ser reconstruida de acuerdo a las especificaciones.
- Cuando la calzada sea de tierra, se construirá un bloque de hormigón "D", de 300 x 300 mm, alrededor de la tapa.
- El aro de empotramiento se calculará para la presión de prueba en zanja, actuando sobre la brida ciega.

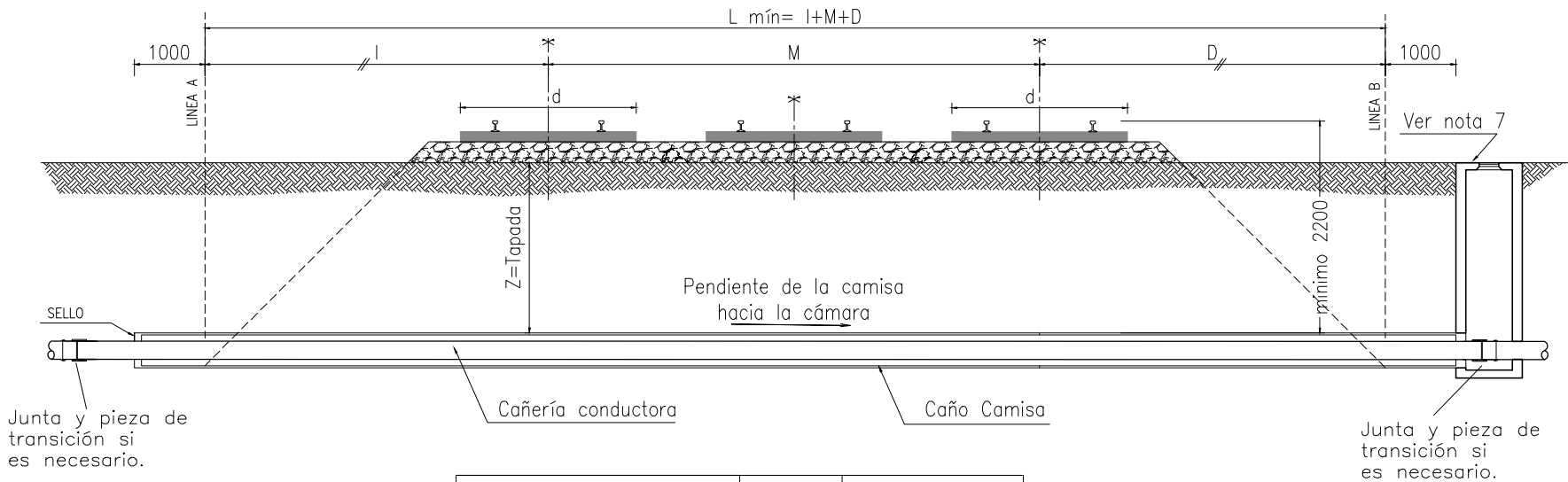
(FUENTE: AySA)

DIAMETRO



VIA PRINCIPAL	I	6000
	D	6000
VIA NO PRINCIPAL	I	4000
	D	4000

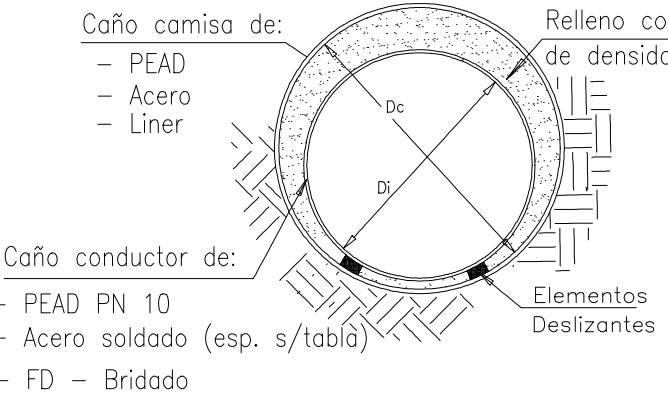
CASO DE VIA MULTIPLE



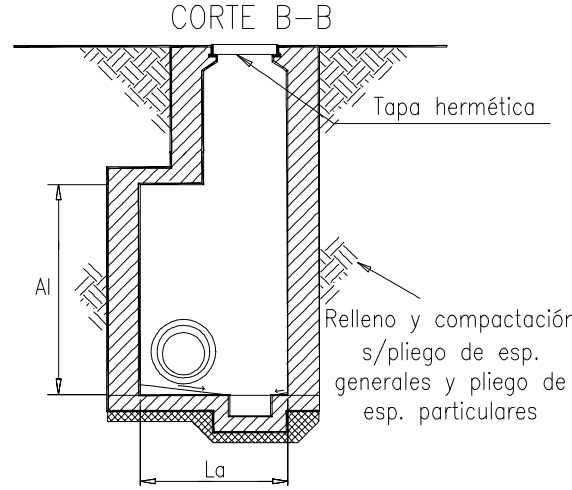
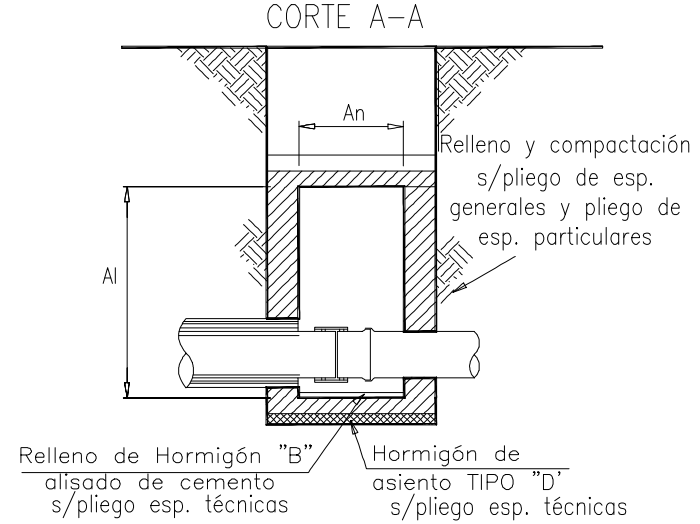
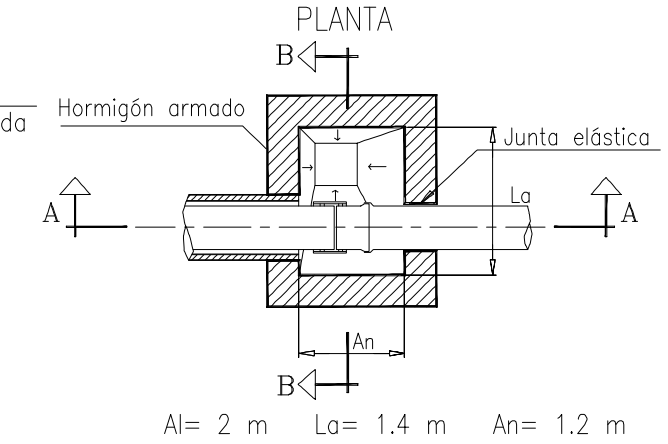
VIA PRINCIPAL	I	6000
	D	6000
	M	Según medición
VIA NO PRINCIPAL	I	4000
	D	4000
	M	Según medición

- NOTAS:
- 1.- Medidas en milímetros, salvo indicación contraria.
 - 2.- Los espesores de las cámaras deberán ser verificados mediante cálculo.
 - 3.- Las medidas de las tablas son medidas mínimas a cumplir y deberán ser verificadas.
 - 4.- Para todos los casos tanto I como D deben ser mayores que $Z/2 + d/2$.
 - 5.- No se permiten juntas elásticas en las cañerías conductoras.
 - 6.- Ver normas de ocupación ferroviaria según autoridad competente.
 - 7.- En el caso de cañería de cloaca a gravedad se deberá instalar una boca de registro aguas arriba y aguas abajo.
 - 8.- No se permite la utilización de cañería conductora acero soldado para conducciones a gravedad.
- (FUENTE:AySA)

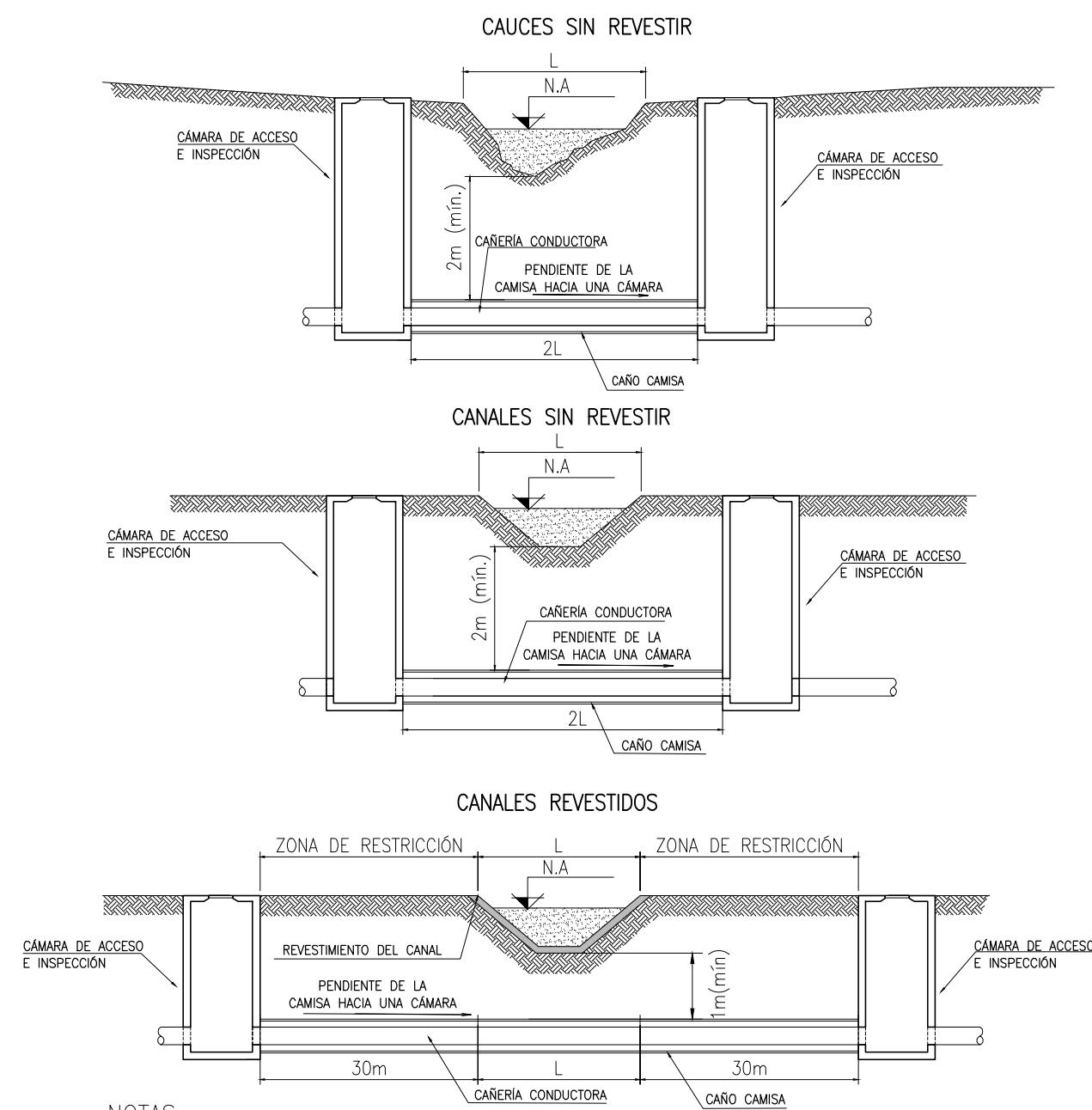
SECCION TRANSVERSAL



DETALLE CAMARA



DETALLE CRUCE DE CAUCE.

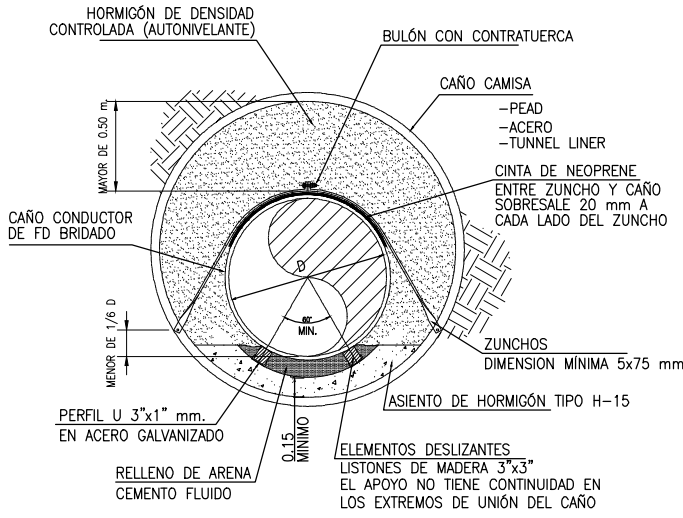


NOTAS:

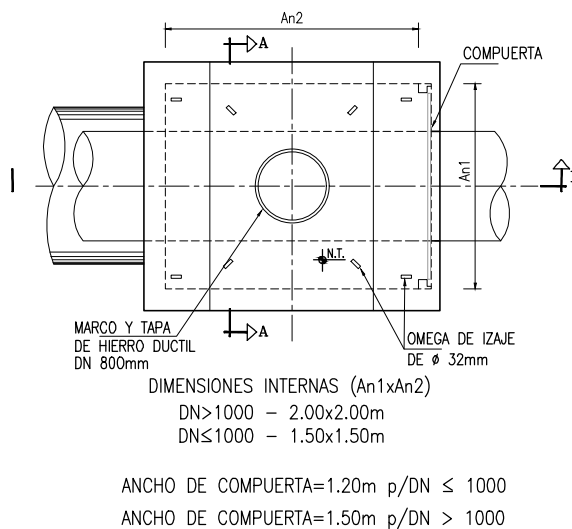
- 1.- El relleno con mortero podrá ser reemplazado con separadores centralizados plásticos cuya ubicación y materiales deberán ser aprobados por la inspección de obra
- 2.- Los espesores de las cámaras deberán ser verificados mediante cálculo
- 3.- Las medidas de las tablas son medidas mínimas a cumplir y deberán ser verificadas
- 4.- No se permiten juntas elásticas en las cañerías conductoras
- 5.- Complementar la información con las normas de hidráulica correspondientes.
- 6.- Complementar la información con las normas de vialidad correspondientes.
- 7.- En caso de caño camisa de acero la contratista deberá mediante el estudio de un especialista evaluar la necesidad de protección catódica y de ser necesario instalar un sistema de protección.
- 8.- La longitud del cruce de autopista, colectoras de autopistas y/o salidas de las mismas, será definida por la autoridad competente.
- 9.- La compuerta no será provista por el contratista.
- 10.- Para cámaras de 2,00m x 1,50m la losa de techo debe ser de tres módulos desmontables. El peso máximo de cada módulo debe ser 2 toneladas.
- 11.- Los zunchos deberán estar provistos de sistemas que permitan un correcto ajuste sobre la cañería.

(FUENTE: AySA)

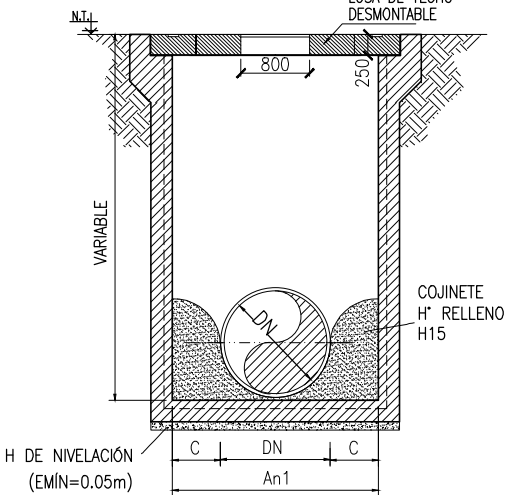
DETALLE DE CÁMARAS DE ACCESO
SECCIÓN TRANSVERSAL



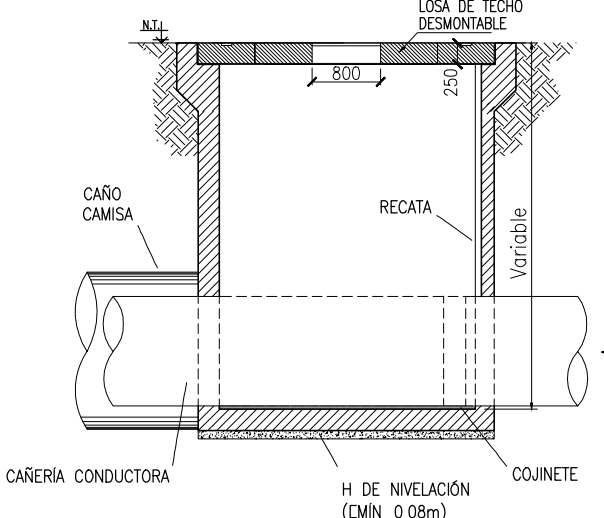
PLANTA




CORTE A-A



CORTE B-B



 FACULTAD DE INGENIERÍA UNNE GIMENEZ, Mauricio Julián MAIOCCHI, Maria Eugenia SOSA, Marco Antonio	TRABAJO FINAL	
	DETALLES CRUCE DE CAUCE DIAMETROS DN 450MM A 1200MM.	
	PLANO N° 15	ESCALA: 1:25 FECHA: AGOSTO 2024

ANEXO 2

CÁLCULO DE ADUCCIÓN

1.- CALCULO DE LA ADUCCION

El sistema comprende a dos cañería de PEAD bajo nivel del río con la ubicación indicada en planos

A efecto de originar una mínima pérdida de carga con una velocidad que permita arrastre de material sedimentable en particular para situaciones extremas, originadas por las alturas mínimas del río. Se adopta como material PEAD

Evaluando las peores condiciones, es decir que solamente funcione 1 caño de 800 mm

1.1.- CALCULO Y DISEÑO

Caudal total a captar	1.947	m3/h
Caudal total a captar	0.541	m3/s
Numero de conductos a instalar	2	
Caudal a captar por conducto	0.27	m3/s
k = rugosidad media de la cañería	0.007	
L = longitud de la cañería	520.00	m
v = Viscosidad cinemática (m²/s)	0.0000011	
D= diametro exterior identifica la cañería de pead	800	mm
D = diametro interno de la cañería (D°ext.= 800 mm)	30.6	0.7388 m
A = sección de la cañería	0.429	m2
Aceleración de la gravedad (m/s²)	9.810	
v = velocidad en la conducción	0.631	m/s
Nº de REYNOLDS	423659.199	
Factor de Fricción adimensional	0.014	

1.1.- CALCULO Y DISEÑO

Caudal total a captar	1.947	m3/h
Caudal total a captar	0.541	m3/s
Numero de conductos a instalar	1	
Caudal a captar por conducto	0.54	m3/s
k = rugosidad media de la cañería	0.007	
L = longitud de la cañería	520.00	m
v = Viscosidad cinemática (m²/s)	0.0000011	
D= diametro exterior identifica la cañería de pead	800	mm
D = diametro interno de la cañería (D°ext.= 800 mm)	31	0.7388 m
A = sección de la cañería	0.428	m2
Aceleración de la gravedad (m/s²)	9.810	
v = velocidad en la conducción	1.262	m/s
Nº de REYNOLDS	847748.170	
Factor de Fricción adimensional	0.012	

1.1.1.- PERDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN

Para la mitad del caudal al pérdida de energía será: 0.19 m

1.1.1.- PERDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN

Para la mitad del caudal al pérdida de energía será: 0.69 m

1.1.2.- PERDIDA LOCALIZADA

Accesorio	Ku	Cantidad	Kt
Entrada (en rejilla de aducción)	0.80	1	0.80
Salida	1.00	1	1.00
Curva 90°	0.65	0	0.00
Curva 45°	0.25	0	0.00
Te Normal	0.35	0	0.00
Te de Lado	0.85	0	0.00
Reducción	0.15	0	0.00
Ampliación	0.65	0	0.00
V.E.	0.18	0	0.00
V.M.	0.35	0	0.00
V.R.	1.25	0	0.00
TOTAL SUMA DE Kt		K=	1.80
V2/2G		0.020 m	- m
AHLOC		0.037 m	
PERDIDA DE CARGA TOTAL: 0.23 m			

0.081 m
0.146 m

PERDIDA DE CARGA TOTAL: 0.84 m

2.- ANALISIS HIDROMETRICO

2.-

Datos hidrométricos

Altura mínima historica del río	-0.25	m
Altura máxima historica del río	10.19	m
Cota del .00 del hidrometro (IGN)	32.43	m
Ello da una Cota mínimo nivel en río	32.18	m
La cota del lecho del río en el punto de captación es.	30.69	m

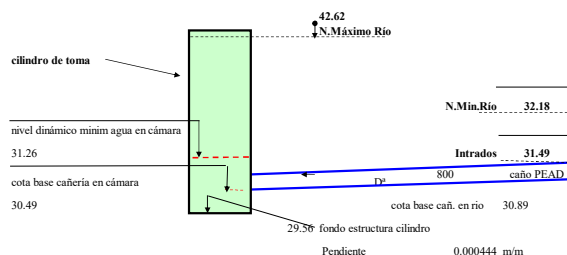
2.1.- COTAS PARA EL DISEÑO

El tirante mínimo sobre el punto de toma sera:	1.49	m
Se fija el intrados de la cañería en el punto de toma, etc:	31.49	
Se otorga una mínima Pendiente a la cañería de aducción de	0.0004	m/m
Surge una cota de intrados en E.Elevadora de:	31.26	
Cota base de cañería en cámara	30.49	

2.2.- FONDO EDIFICIO DE TOMA

Cota nivel dinámico min. de agua en Estación de Bombeo	31.26	
Sumergencia requerida por la bomba	0.60	m
Altura bomba	0.50	m
Revancha al fondo	0.60	
Cota fondo estación de bombeo	29.56	m

2.3.- ESQUEMA RESULTANTE



ANEXO 2

PLANTA POTABILIZADORA

Caudal de diseño		
se mayor a un 10% el Qmax diario	m ³ /h	m ³ /s
QC=caudal maximo a tratar por la planta	1946,97	0.54
Tiempo de funcionamiento	24	hs/día
Cota del terreno de la planta	43	m
Cota del terreno nivelado de la planta	44	m
Cota ingreso de la cañería a la camara de carga	46	m

Camara de carga

Permanencia adoptada(T)(s)=	30	
Volumen(m³)= T*Qc	16.22	
Tirante adoptado(m)=	3	cota 49
Área(Vol/Tirante)(m²)= Vol/h	5.41	
Diámetro(m)=	2.62	
Diámetro adoptado(m)=	2.7	

Medidor

COAGULACION

Cálculo de dispersores:

Permanencia entre 5 y 10 s		
Adopto T(S)=	10.00	
Volumen(Volm)(m³)=TxQc=Dt*Dt*H	5.41	
Relación H/Dt(k)=1 a 1.5	1.25	
Ancho(Dt)=(Volm/k)*(1/3)(m)=	1.63	
Se adopta (m)=	1.70	
Tirante de agua(H)=Dt*K(m)	2.13	
Sección transversal(m²)=	3.61	
Rel(1/20)=	0.18	
a1*e1=At/20		
a1(m)=	0.425	
e1(m)=	0.425	
Diseño de las paletas:		
Relación Dt/D adop=	2.70	
Diámetro de las paletas(D)(m)=	0.63	
Relación H/D=	3.38	BC
Relación distancia h/D=	0.75	
dist entre paleta y solera h (m)	0.47	< e1 (BC)
Altura de la paleta W=D/5(m)=	0.13	

Velocidad de giro de las paletas:

Grad de velocidad (G) (300 a 1200 1/s)	350	
c.Visc.dinámica a 15°C=(1.15*10 ⁻³ *N.s/m²)	0.00115	
Potencia P=G²*Vol*μ (Watt)	761.8860	
Se adopta (Watt)=	761.9	
Densidad del agua a 15°C= Kg/m³	1000	
Número de potencia (k)=5	5	
N° de rotaciones= Rpm	69.3	BC

DECANTADORES se calculan primero los decantadores aunque en orden van primero los floculadores

zona de decantación

Número de unidades (Nd)(min.2)=	3	
Caudal por unidad (Qd=Qc/ND)=(m³/día)	15575.74	
Carga superficial (Cs)(30 a 40 m³/m²/día)=	35	
Tiempo de detención(td)(2.5 a 3.5 hs)=	3	
Área de decantación (Ap)=Qd/Cs(m²)=	445.02	
Hútil(Hu)=td*cs(m)=	4.38	
Se adopta (m)=	4.4	
Relación Ld/Bd (2 a 5)=	3	
Relación Ld/Hu (2 a 25)=	8.41	

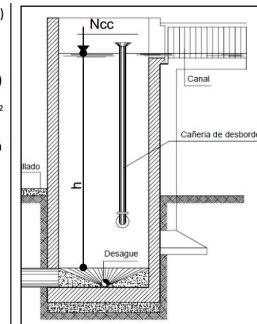
Permanencia (T) = s (20 a 40 s)

Volumen (Vol_{cc}) = P x Qc = m³

Tirante de agua (h) = m (Adoptado)

Área de la cámara (A_{cc}) = Vol_{cc} / h = m²

Diámetro (D) = (A_{cc} x 4 / π)^{0.50} = m



Diseño de cámara

Permanencia (T) = s

Volumen (Vol_m) = T x Qc = D_r x D_r x H = m³

Relación H/D_r (k) = (1 a 1,5)

Ancho (D_r) = $\sqrt[3]{\text{Vol}_m/k}$ = m

Tirante de agua (H) = D_r x K = m

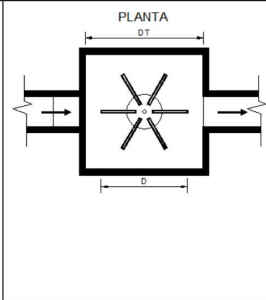
Diseño de los orificios de ingresos

El orificio de entrada se toma aprox. de sección igual a 1 / 20 de la sección transversal del dispersor:

a₁ x e₁ = A_r/20 = m²

a₁ = m

e₁ = m



Diseño de Paletas

Relación D_r / D (2,7 a 3,3) =

Diámetro de paletas (D) = m

Relación H / D = (2,7 a 3,9)

Relación: distancia h / D = (0,75 a 1,3)

Distancia entre paleta y solera (h) = m

Altura de Paleta (W) = D/5 = m

Velocidad de Giro de las Paletas

Grad. de Velocidad (G) = (300 a 1200 s⁻¹)

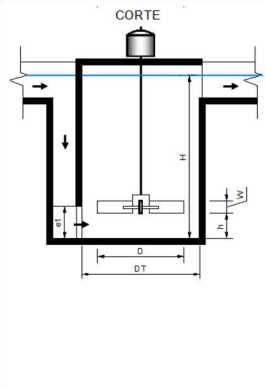
C. visc. dinámica a 15°C (μ)= 1,15 x 10⁻³ N.s/m²

Potencia aplicada P = G² · Vol · μ = w

Densidad del agua a 15 °C (ρ) = kg/m³

Número de potencia (K) = 5 (de Figura 14¹)

Número de rotaciones n = $\sqrt[3]{\frac{P}{\rho \cdot K \cdot D^5}}$ = rps



$L_d = \text{Raiz}(A_p \cdot L_d / B_d) \text{ (m)} =$	36.54
Se adopta $L_D \text{ (m)} =$	37
$B_d = A_p / L_d \text{ (m)} =$	12.18
Adopto $B_d \text{ (m)} =$	12.2
$H_U \text{ (m)} =$	4.4
Zona de entrada	
Diámetro de los orificios $d_o \text{ (m)} =$	0.013
N° de fila de orificios =	25
N° de columna de orificios $(N_{co}) =$	20
Condiciones: La distancia entre orificios no debe ser mayor a 0,5m	
$L_o = B_d / N_{co} \text{ (m)} =$	0.488
$H_o = H_u / N_{fo} \text{ (m)} =$	0.22

Adopto $L_0 = 22 \text{ cm}$, a los bordes quedan 26cm

Adopto $H_o = 22 \text{ cm}$, a los bordes quedan 11
Se miden desde el baricentro de los orificios

Verif= 0.001236329 < 0.5

BC

Salida

Cantidad de frente de vertedero $(N_{fv}) =$	6
Long. De la vertedera $= B_d \cdot N_{fv} \text{ (m)} =$	73.2
Carga unitaria del vert $Q_{ad} = Q_d / L_v \text{ (l/s} \cdot \text{m)} =$	2.46
Tirante sobre el vertedero $\text{(m)} =$	0.075
Caudal por vertedero $(q_v) = 1,4 \cdot h_v^{1.5} \text{ (m}^3/\text{s)} =$	0.0022
N° de vertederos por frente $(N_v) = Q_d / (q_v \cdot N_{fv}) =$	13.93
Se adopta =	14

$L_V \text{ (m)} =$	0.44
Distancia entre ejes vertederos $D_v \text{ (m)} =$	0.87

lv y su separacion valen 0.44

Zona de lodos:

Turbiedad máxima $= (\text{UNT})$	100
Dosis máxima. De $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ aplicada $\text{(mg/l)} =$	50
Constante $K_1 = (0,015 \text{ a } 0,025)$	0.02
Constante $K_2 (0.0015 \text{ a } 0.0009)$	0.00115
Q_1 De lodos $(Q_L) \text{ (m}^3/\text{dia)} =$	173.67
Ancho Sup. De tolva $\text{(m)} =$	12.2
Largo Sup. De tolva $(L_t) = 1/2 \text{ a } 1/3 \text{ LT (entre } 8.25 \text{ y } 5.5 \text{ m)} =$	7.5
Altura de la tolva (entre 1 y 2 m) =	2
Ancho inferior $(at) = B_t - 2 \cdot ht \text{ (m)} =$	8.2
Largo inf. De tolva $(L_t) = L_t - 2 \cdot ht \text{ (m)} =$	3.5
Área superior de la tolva $(At) = B_t \cdot L_t \text{ (m}^2) =$	91.5
Área inferior de la tolva $(at) = bt \cdot L_t \text{ (m}^2) =$	28.7
Volumen total de lodos $\text{(m}^3) =$	114.30
Frecuencia de limpieza $(TL) = \text{Vol}_L / Q_L$	0.66
	15.84

dia
hs

Floculadores:

Número de serie de floculadores por decantador $\text{NSF} =$	3
$Q_f = Q_d / \text{Nsf} \text{ (m}^3/\text{s)} =$	0.06

Primera cámara

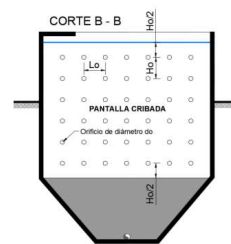
Permanencia $(T_1) = \text{Mín } 10 \text{ a } 15 \text{ min}$	15.00
Volumen de cámara $(\text{Vol}_1) = Q_f \cdot T_1 \text{ (m}^3) =$	54.08
Ancho del floculador $B_{f1} = B_D \text{ (m)} =$	4.07

Separación= 0.1

$H_u =$ m

Zona de Entrada

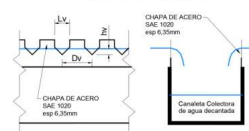
Diámetro de los orificios $(d_o) =$ m
 Número de Fila de orificios $(N_{fo}) =$
 Número de Columna de orificios $(N_{co}) =$
 Se debe verificar las siguientes condiciones:
 1) La distancia entre orificios no debe ser mayor a 0,50 m.
 $L_o = B_d / N_{co} =$ m
 $H_o = H_u / N_{fo} =$ m
 2) La relación entre la sumatoria de las áreas de pasaje de los orificios $\Sigma a_o \text{ (m}^2)$, debe ser inferior a 0,50.
 $\Sigma (a_o) / A_e = \Sigma (a_o) / (H_u \cdot B_d) =$ < 0,50



Zona de Salida

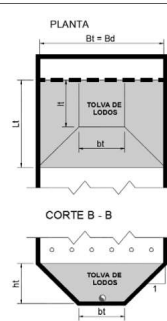
Cantidad de Frente de vertedero $(N_{fv}) =$
 Long. de la vertederos $(L_v) = B_d \times N_{fv} =$ m
 Carga unitaria del vert. $(Q_{ad}) = Q_d / L_v =$ l/s.m
 (menor a 1,8 l/s.m)
 Tirante sobre vertedero $(h_v) =$
 Caudal por vertedero $(q_v) = 1,4 \cdot h_v^{1.5} =$ m³/s
 N° de Vert. por frente $(N_v) = Q_d / (q_v \cdot N_{fv}) =$
 Se adopta $N_v =$
 Distancia entre vertederos $(D_v) =$

DETALLE DE VERTEROS Y CANALETA COLECTORA DE AGUA DECANATADA



Zona de Lodos

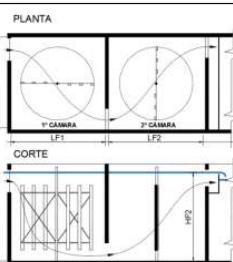
Turbiedad máx. del agua = UNT
 Dosis máx. de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ aplicada = mg/l
 Constante $K_1 = (0,015 \text{ a } 0,025)$
 Constante $K_2 = (0,0014 \text{ a } 0,0009)$
 Q de lodos $(Q_L) = Q \cdot \frac{(K_1 \cdot D + K_2 \cdot T)}{100} =$ m³/dia
 Ancho Sup. de Tolva $(B_t) = B_d =$
 Largo Sup. de Tolva $(L_t) = 1/2 \text{ a } 1/3 L_d =$ m
 Altura de Tolva $(ht) =$ m (1 a 2 m)
 Ancho inf. de Tolva $(at) = B_t - 2 \cdot ht =$ m
 Largo Inf. de Tolva $(L_t) = L_t - 2 \cdot ht =$ m
 Área superior de la Tolva $(At) = B_t \times L_t =$ m²
 Área inferior de la Tolva $(at) = bt \times L_t =$ m²
 Volumen de Tolva de lodos $(\text{Vol}_t) =$
 $\text{Vol}_t = \frac{At}{3} \cdot (At + at + \sqrt{At \cdot at}) =$ m³
 Frecuencia de limpieza $(TL) = \text{Vol}_t / Q_L =$ día



Número de serie de floculadores por decantador $\text{Nsf} =$ $Q_f = Q_d / \text{Nsf} =$ m³/s

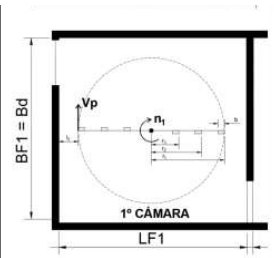
Primera Cámara

Permanencia $(T_1) =$ min (10 a 15 min)
 Volumen de Cámara $(\text{Vol}_1) = Q_f \cdot T_1 =$ m³
 Ancho de Floculador $(B_{f1}) = B_d =$ m
 Largo de Floculador $(L_{f1}) = B_{f1} =$ m
 Altura de Floculador $(H_{f1}) =$
 $H_{f1} = \text{Vol}_1 / B_{f1} \cdot 2 =$ m (2,50 a 5,00 m)
Diseño de las Paletas de la Primera Cámara
 Longitud de las paletas $(l) = H_{f1} \cdot 1 \text{ m} =$ m
 Radio de giro de la 1ª paleta $(r_1) =$ m



Largo del floculador $Lf1=Bf1(m)=$	4.07		
Altura del floculador $(Hf1)(m)=$			
$Hf1=V0f1/Bf1^2(m)=$	3.27		
Se adopta $Hf1(m)=$	3.3		
Diseño de las paletas de la primera cámara:			
Long. De las paletas $(l)=Hf1-1(m)=$	2.3		
Radio de giro de la 1ª paleta $r1(m)=$	2.03		
Radio de giro de la 2ª paleta $r2(m)=$	1.36		
Radio de giro de la 3ª paleta $re(m)=$	0.68		
Ancho de la paleta $b(m)=$	0.10		
Vel. de giro de las paletas $n1(rpm)=$	1<	5	<6

Radio de giro de la 1ª paleta $(r1)=$	m
Radio de giro de la 2ª paleta $(r2)=$	m
Radio de giro de la 3ª paleta $(r3)=$	m
Ancho de la paleta $(b)=$	m
Velocidad de giro de las paletas $(n1)=$	rpm
Gradiente de Velocidades de la Primera Cámara (G) (entre 70 a 50 s⁻¹)	
Coeficiente de Arrastre (C_D)	
$C_D = 1,10 + 0,02 \cdot \left(\frac{b}{l} + \frac{l}{b} \right) =$	
Relación entre la V del agua y n (K) =	0,25
Densidad del agua a 15 °C (ρ) =	kg/m ³
Viscosidad din.del agua a 15°C (μ)=	N.s/m ²
Velocidad de giro de las paletas (n_1) =	rps
$G_1 = 5 \cdot \sqrt{\frac{\rho \mu}{a \mu a d} [C_D (1 - k)^3 \cdot n^3 \cdot b + l(r_1^3 + r_2^3 + r_3^3)]} =$	
$G_1 =$	
s ⁻¹	



Coeficiente de arrastre $CD=$	1.561		
Relación entre la V del agua y n(k)=	0.25		
Densidad del agua a 15°C Kg/m³=	1000		
Viscosidad dinámica del agua a 15°C(Pa*s)=	0.001		
Velocidad de giro de las paletas $(n1)=(rps)$	0.08		

$\rho \cdot g / u \cdot vol$	181390		
$CD(1-k)^3$	0.66		
$n^3 \cdot b \cdot l$	0.000133		

$r1^3 + r2^3 + r3^3 (m3)$	11.21		
$G1(1/s)=$	50<	66.75	<70

Verif 1:

$vp1=$	1.06	<1.2 m/s	BC
--------	------	----------	----

Área de las paletas(m2)	1.38		
Área del plano transversal (m2)	13.42		

Verif 3= $G1 \cdot T1$	30.000<	60071.50	<130.000
------------------------	---------	----------	----------

segunda Cámara:

Permanencia($T2$)=Min 10 a 15 min	15		
Volumen de cámara $(Volf2)=Qf \cdot T1$	54.08	Separación=	0.1
Ancho del floculador $Bf1=BD(m)$	4.07		
Largo del floculador $Lf1=Bf1(m)=$	4.07		
Altura del floculador $(Hf1)(m)=$	3.27		
Se dopta $Hf1(m)=$	3.3		
Diseño de las paletas de la primera cámara:			
Long. De las paletas $(l)=Hf1-1(m)=$	2.3		
Radio de giro de la 1ª paleta $r1(m)=$	2.03		
Radio de giro de la 2ª paleta $r2(m)=$	1.36		
Radio de giro de la 3ª paleta $re(m)=$	0.68		
Ancho de la paleta $b(m)=$	0.08		
Velocidad de giro de las paletas $n1(rpm)=$	3.5		
$CD=$	1.7		
Relación entre la V del agua y n(k)=	0.3		
Densidad del agua a 15°C Kg/m³=	1000.0		
Viscosidad dinámica del agua a 15°C=pa*s	0.0		

Velocidad de giro de las paletas (n1)=rps		0.1	
ρ^*g/u^*vol		181390	
$Cd(1-k)^3$		0.7	
n^3*b*I		0.000037	
$r1^3+r2^3+r3^3$		11.2	
G1=	10<	36.2	<40
vp1=		0.744877778	<1.2 m/s
Área de las paletas(m2)		1.104	
Área del plano transversal (m2)		13.42	
Verif 3= G1*T1	30.000<	32604.29247	<130.000

CÁLCULO DE FILTROS:

Det. Del n° de filtros:

$$N = 0,044 \cdot \sqrt{Q} = 9.511 \quad 10$$

Velocidad de filtración: (m/h)= 5

Sup de filtración (Sf)=QC/VF (m²)= 389.39

Área de cada filtro (AF)=Sup/N° de filtros (m²) 38.94

Relación Lf/Bf= (Entre 1.25 a 1.33) 1.25

Determinación de Bf:

Lf(m)= 4.93

Bf(m)= 3.95

b1(m)= 0.59

b(m)= 2.07

Ancho del filtro Bf(m)= 4

Largo del friltro (Lf)(m)= 5

b1(m)= 0.6

Ancho efectivo de filtración (b)(m)= 2.1

Área recalculada con las dimensiones adoptadas(m2)= 40

Manto filtrante:

Tamaño efectivo (tef)= (mm) 0.5

Coef de uniformidad (Cu)= 1.65

Espesor del manto(m)= 0.6

Manto sostén:

	D(mm)	profundidad(cm)	Adoptados(cm)	Espesores(cm)
M1 (cm)=	2	10.6866	11	11
M2 (cm)=	4	21.3731	22	11
M3 (cm)=	8	32.0597	33	11
M4 (cm)=	16	42.7463	43	10
M5(cm)=	32	53.4328	54	11
M6(cm)=	64	64.1194	65	11

Lavado del filtro

Velocidad de Impieza(m/h) 40

Caudal de lavado (m³/h)= 1600

colector del agua de lavado:

QL' (m3/h)= 1840

Cantidad de canaletas (nc)= 2

Área de Filtración

Velocidad de Filtración (V_f)= m/h

Superficie de Filtración (S_f)=QC/V_f= m²

Área de cada Filtro (A_f)= S_f / N = m

Relación L_f/B_f= 1,25 (entre 1,25 a 1,33)

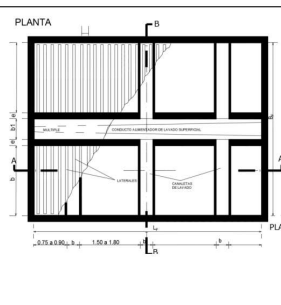
Para determinar BF se consideran las siguientes relaciones:

$$2b = B_f - 2e + b_1$$

$$b_1 = 0,15 B_f$$

$$A_f = 2 B_f \cdot L_f = (A - 2e - b_1) \cdot L_f$$

Espesor de pared (e) = 0,20 m (0,15 a 0,20 m)



Por tanto, AF se puede obtener la siguiente ecuación:

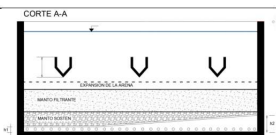
$$A_f = 1,0626 B_f^2 - 0,50 B_f$$

Ancho del Filtro (B_f)= m

Largo del Filtro (L_f) = m

Ancho del canal colector (b1) = m

Ancho efectivo de filtración (b) = m



Manto Filtrante

Es función de las características del coágulo a tratar. En este caso usaremos el método de Hazen para determinar la granulometría en función del tamaño efectivo y el coeficiente de uniformidad.

Tamaño Efectivo (Tef) = mm (0,4 a 0,6 mm)

Coef. de Uniformidad (Cu) = (1,5 a 1,8)

Espesor del manto = (0,50 a 0,70 m)

Manto sostén

Formado por capas de canto rodado, dispuestas en forma graduada, para evitar el pasaje de arena y coágulos. Su espesor varía de 0,40 a 0,70 m. Entre ambos mantos se coloca una capa de arena torpeda de 0,10 m de espesor, gruesa de granulometría 1 a 2 mm.

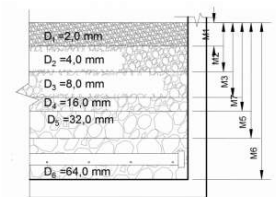
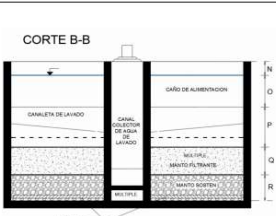
Fórmula de Baylis para obtener la graduación de los mantos de grava:

$$M = K \cdot \log D$$

M: profundidad en cm.

K: constante que depende del tipo de lavado (en nuestro caso, K = 35,5 para lavado de altavelocidad con una expansión del 50 %)

D: diámetro de las partículas expresadas en mm.



Tomando para el 30 % que pasa de la curva granulométrica s= 0,55 mm; y varía entre 35 y 45 m / h.

Velocidad de Limpieza (V_L)= m/h

Caudal de lavado (Q_L) = VL A_f = m³/h

Sistema colector del agua de lavado

Formado por canaletas y el canal colector. Las canaletas reciben por desborde el agua superficial. Entre el fondo de ellas y la superficie del lecho expandido debe quedar de 5 a 10 cm. El pelo de agua dentro de las canaletas 5 a 8 cm más bajo que el borde para evitar que trabajen ahogadas. Primeramente se



calcula el caudal de diseño del sistema colector de agua de lavado (QL')	
$Q_L' = 1,15 Q_L =$	m^3/h
Cantidad de canaletas (n_c) =	

Ancho de canaletas (b_c) (m)=	0.25
Caudal por borde: QL'= Del Gráfico=	0.128 (m3/s) 460 m3/h
Z(m)=	0.62
Y1(m)=	0.2747
Y2(m)=	0.413
Canal colector:	
Revancha(m)=	0.15
Espesor de fondo(e_f)(m)=	0.08
Altura máxima de la canaleta (Hc)(m)=	
Hc(m)=	0.93
Altura de expansión + tirante de seguridad + altura máxima de canaleta(m)=	1.92
Adoptamos una expansión del 40% (debe estar entre el 30 y el 50)	

qf(m3/s)	0.0541
Ql(m3/s)=	0.5111
Se adopta Ql	
Sum Ap / Af	0.003
sumaAp(m2)=	0.120
diametro (m)=	0.391
dp	0.010
Ap(m2)	0.000079
ep(m)=	del Grafico 3 en funcion de DP 0.13
Li = b(m)=	2.10
Np	32.31
Adoptamos Np	32.00
NI	47.77
Adopto NI	48.00
NI / 2	24

Verificacion el	0.052083333	<	0.305	BC
Sum Al	0.3			
Al total(m2)	0.006			
DI(m)	0.1			
LI / DI	23.5	<	60	BC
VL	1.7	<	1.8	BC

MULTIPLE	
h1(m)=	0.2
A1(m2)=	0.11
NI'	9.56
h2(m)=	0.9

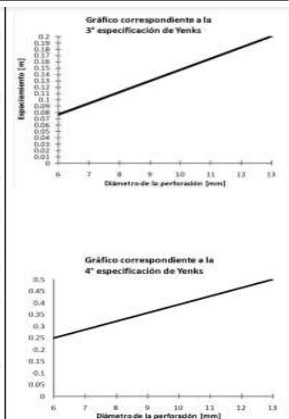
DEPOSITO DE RESERVA

Permanencia(hs)=	6
Vol Util(m3)=	11681.8
Altura util(m)=	4
Diametro interno(m)=	60.99
Area(m2)=	2920.45
lado(m)=	54.04
SI FUESE CUADRADA	
l(m)=	55
B(m)=	55

Ancho de canaletas (b_c) =	m (0,25 a 0,30 m)
Considerando dos lados por canaleta, el caudal que vierte por borde (Q_L'') será:	
$Q_L' = Q_L''/2n =$	m^3/h
La ordenada máxima del pelo de agua se obtiene del gráfico adjunto y adoptando $\alpha = 5^\circ$ se tiene:	
$Z =$	m
$y_1 = z - a \cdot \tan \alpha =$	m
$y_2 = 2/3 z =$	m
Para el canal colector se utiliza el mismo ábaco (Figura 2), adoptando la misma inclinación que el múltiple. Considerando:	
Revancha (R) =	0,08 m
Espesor de fondo (e_f) =	0,08 m
La altura máxima de la canaleta (Hc) será:	
$H_c = z + b / 3 + R + e_f =$	m
La altura del borde superior de la canaleta a superficie del manto filtrante:	
altura de expansión + tirante seguridad + altura máxima canaleta =	m

En nuestro caso:	
Caudal de filtración (q_f) =	m^2/s
Caudal de Lavado (Q_L) =	m^3/s
Aplicando las especificaciones en el orden siguiente, se obtiene:	
De la <u>Nº 5</u> , se adopta la relación de $\Sigma Ap / Af$ y despejar ΣAp .	
$\Sigma Ap / Af =$	(0,002 a 0,003)
Suma áreas perforaciones (ΣAp) =	m^2
De la <u>Nº 2</u> , se adopta el diámetro de las perforaciones (dp).	
$dp =$	m (0,006 y 0,013 m)
$Ap = dp^2 \cdot \pi / 4 =$	m^2
De la <u>Nº 3</u> , Interpolando se determina el espaciamiento de las perforaciones (ep).	
$ep =$	m (0,076 a 0,20 m)
Longitud de Laterales (L_L) = b =	m
Número de perforaciones por lateral (N_p)	
$N_p = 2 \cdot L_L / ep =$	→ Se Adopta $N_p =$
Número de Laterales (N_L)	
$N_L = \Sigma Ap / (N_p \cdot Ap) =$	
Se Adopta $N_L =$	
Por tanto, la cantidad de laterales por lado del filtro será igual a:	
$N_L / 2 =$	
Se debe verificar la condición Nº6, sobre espaciamiento entre laterales (e_L).	
$e_L = L_L / (N_L \cdot 2) =$	(no mayor a 0,305 m)
De la <u>Nº 5</u> , interpolando, ($\Sigma Ap / \Sigma A_L = 0,4$) se obtiene la sumatoria de las áreas laterales (ΣA_L). De allí se calcula A_L y el diámetro de los laterales (D_L), que debe verificar la <u>Nº 1</u> .	
$\Sigma A_L = N_p \cdot N_L / \Sigma A_L =$	m^2
$A_L = \Sigma A_L / N_L$	
$D_L = (A_L \cdot 4 / \pi)^{0.5} =$	m
$L_L / D_L =$	(no mayor a 60)

Se debe verificar la velocidad de lavado en los laterales.	
$V_L = Q_L / (N_L \cdot A_L) =$	m/s (menor a 1,8 m/s)
El múltiple se dimensiona de sección decreciente hacia el extremo a fin de mantener velocidad y presión constante para lograr buena distribución del lavado. En general de ancho constante y altura variable.	
Además los laterales deben elevarse 0,05 m del fondo y dejar distancia mínima de 0,04 m con el borde superior del múltiple. Luego:	
$h_1 = D_L + 0,05 + 0,04 =$	m
La sección mínima será:	
$A_1 = a_1 \cdot h_1 =$	m^2
Que en base a la recomendación b) de Elims podrá alimentar:	
Número de Lateral a abastecida con sección A_1 (N_L') =	
$A_1 = 1,8 \cdot N_L' \cdot A_L =$	
La sección de entrada A_2 , que alimenta N laterales, tendrá altura:	
$A_2 = a_2 \cdot h_2 = 1,8 \cdot N_L \cdot A_L =$	



5.7. Depósito de Reserva

Las Guías del ENOHSa, en el Capítulo 10 "Almacenamiento y regulación de la presión" apartado 2.1 "Normalización de la Capacidad" donde expresa:

"Como criterio general se establece que el volumen mínimo de almacenamiento para la regulación y para considerar una interrupción de energía o de las fuentes de abastecimiento, debe ser en todos los casos, como mínimo, el 25% del gasto medio diario para la población al horizonte de diseño, lo que representa una reserva del orden de 6 horas para ese consumo."

Por tanto la Permanencia (T) = hs (mayor a 6hs)

Volumen útil de la Cisterna (Vol_U) = $Q \cdot T =$ m^3

Altura útil de la cisterna (Hu_u) = m (4 a 6 m)

Diámetro interno (Di) = $(4 \cdot \text{VolC} / \text{HuC} \cdot \pi)^{0,5}$ = m

NP 3400/883 3~ 670

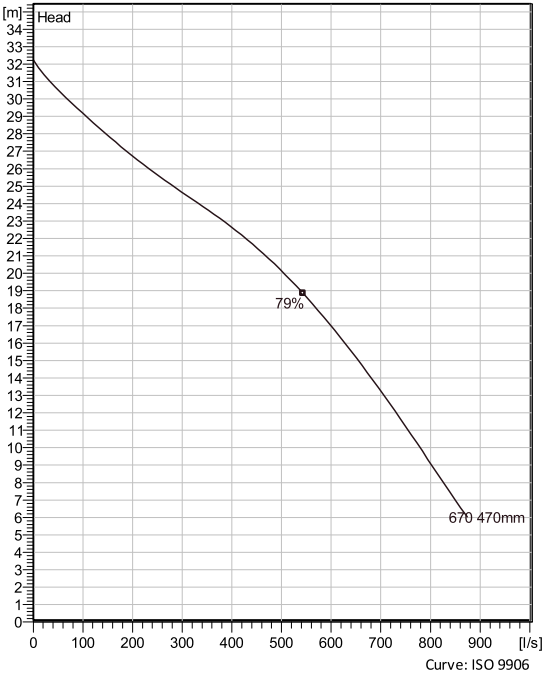
Patented self cleaning semi-open channel impeller, ideal for pumping in most waste water applications. Modular based design with high adaptation grade.



Technical specification



Curves according to: Water, pure Water, pure [100%], 4 °C, 999.9 kg/m³, 1.569 mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

Configuration

Motor number N0883.000 54-80-6MD-W 340KW	Installation type P - Semi permanent, Wet
Impeller diameter 470 mm	Discharge diameter 400 mm

Pump information

Impeller diameter 470 mm
Discharge diameter 400 mm
Inlet diameter 500 mm
Maximum operating speed 995 rpm
Number of blades 3
Max. fluid temperature 40 °C

Material

Impeller Grey cast iron

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi	
Block	0	Created on	8/24/2024	Last update 8/24/2024

NP 3400/883 3~ 670

Technical specification



Motor - General

Motor number N0883.000 54-80-6MD-W 340KW	Phases 3~	Rated speed 995 rpm	Rated power 340 kW
Approval No	Number of poles 6	Rated current 72 A	Stator variant 2
Frequency 50 Hz	Rated voltage 3300 V	Insulation class H	Type of Duty S1
Version code 000	Closed loop cooling system		

Motor - Technical

Power factor - 1/1 Load 0.86	Motor efficiency - 1/1 Load 95.7 %	Total moment of inertia 13.9 kg m ²	Starts per hour max. 10
Power factor - 3/4 Load 0.83	Motor efficiency - 3/4 Load 96.1 %	Starting current, direct starting 495 A	
Power factor - 1/2 Load 0.74	Motor efficiency - 1/2 Load 96.1 %	Starting current, star-delta 165 A	

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi	
Block	0	Created on	8/24/2024	Last update 8/24/2024

NP 3400/883 3~ 670

Performance curve

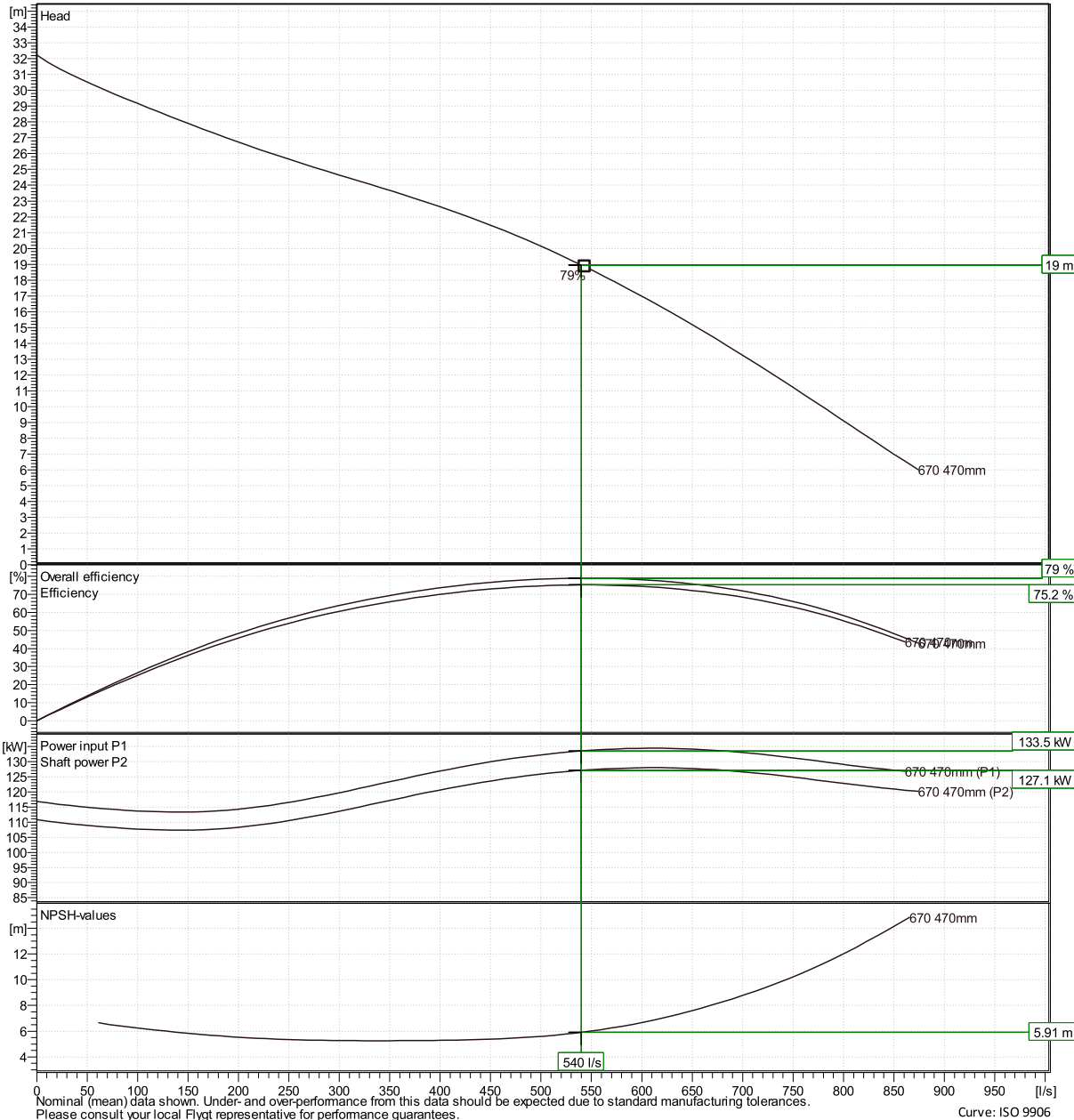


Duty point

Flow
540 l/s

Head
18.9 m

Curves according to: Water, pureWater, pure [100%], 4 °C, 999.9 kg/m³, 1.569 mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

Curve: ISO 9906

tp final
0

eugenia maiocchi

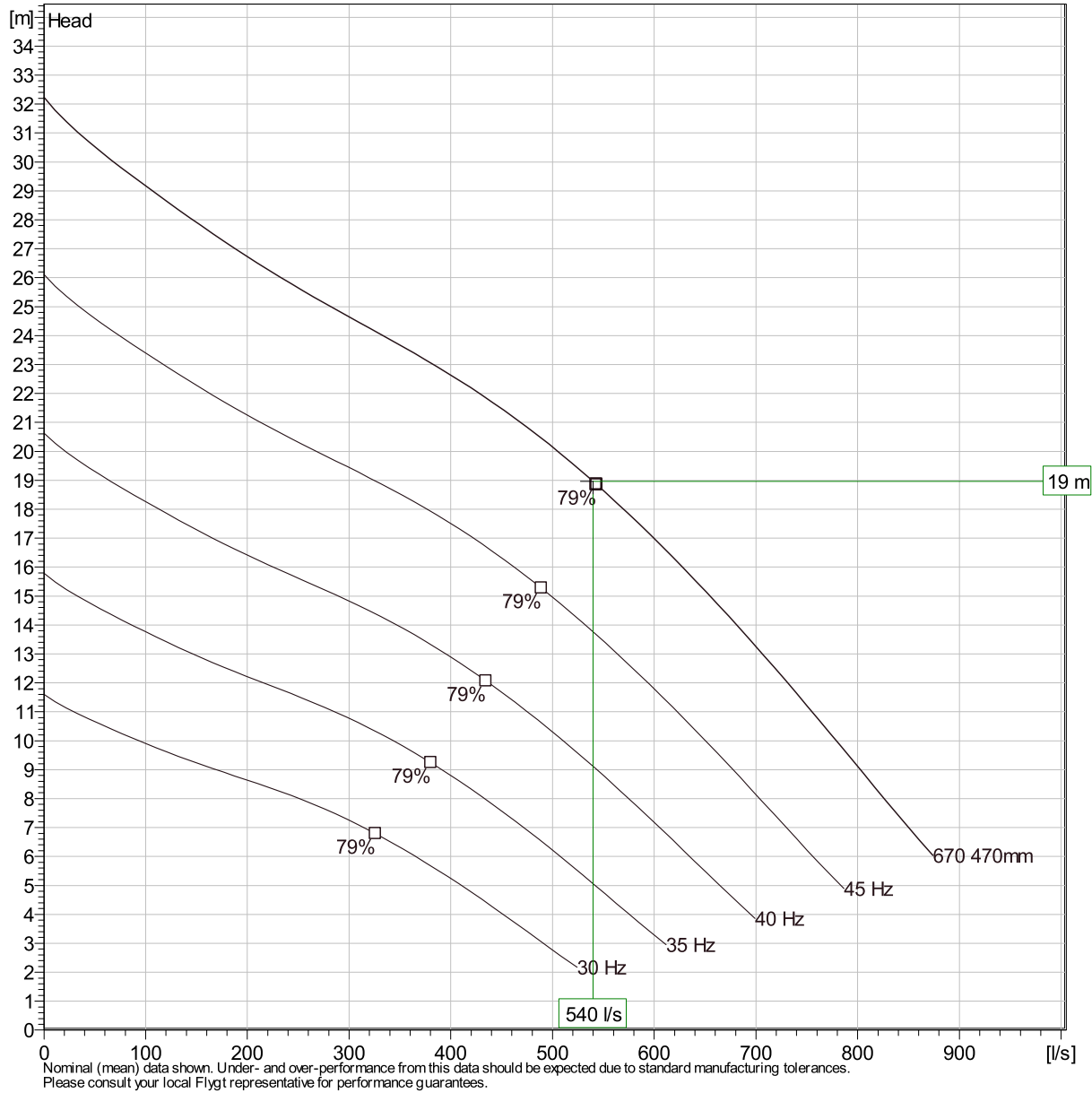
Created on 8/24/2024 Last update 8/24/2024

NP 3400/883 3~ 670

Duty Analysis



Curves according to: Water, pure [100%] ; 4°C; 999.9kg/m³; 1.569mm²/s



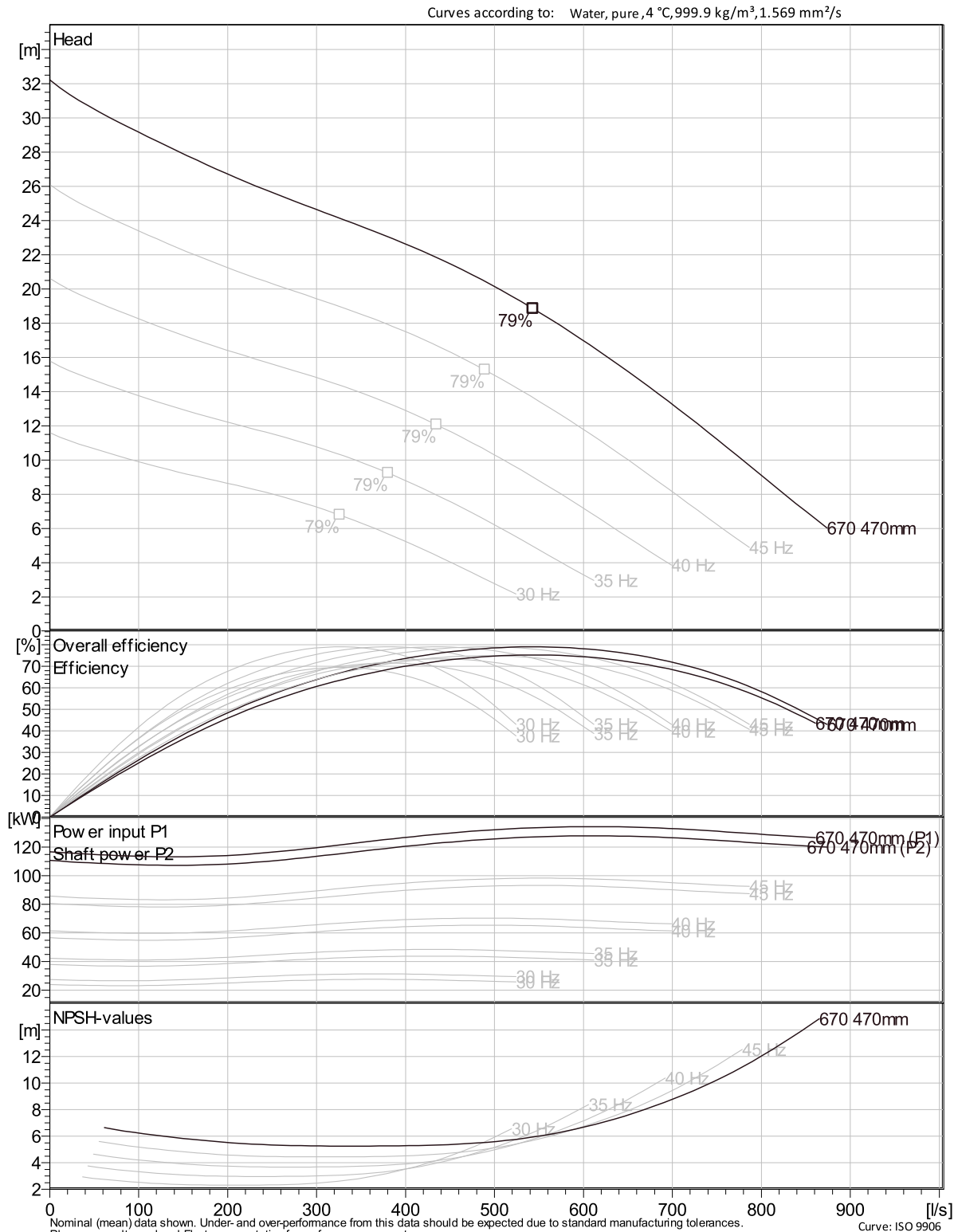
Operating characteristics

Pumps / Systems	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hydr.eff.	Spec. Energy	NPSHre
	l/s	m	kW	l/s	m	kW		kWh/m³	m
1	540	18.9	127	540	18.9	127	79 %	0.0687	5.91

Project		Created by	eugenia maiocchi		
Block	tp final	Created on	8/24/2024	Last update	8/24/2024

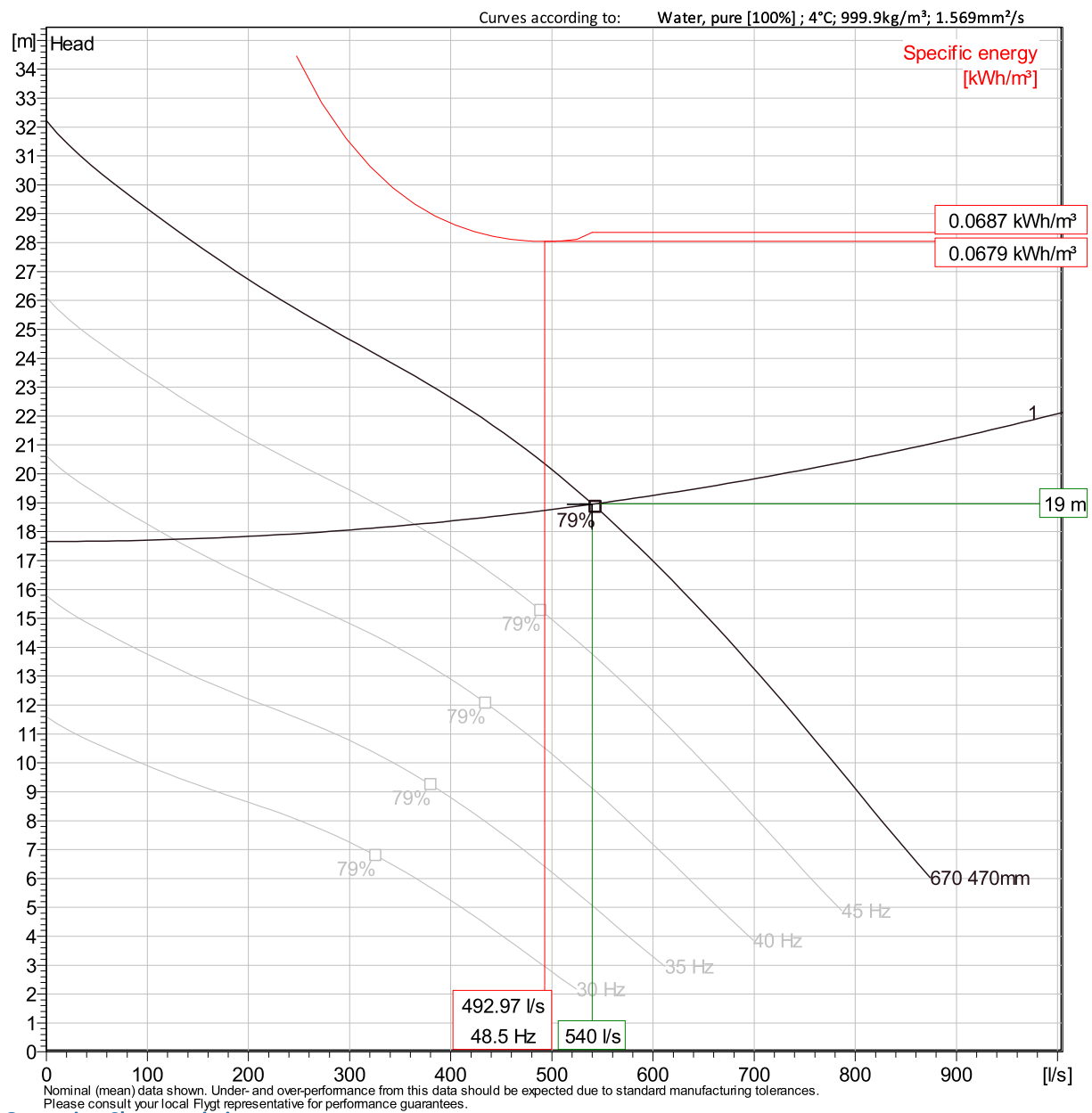
NP 3400/883 3~ 670

VFD Curve



Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi
Block	0	Created on	8/24/2024
		Last update	8/24/2024

VFD Analysis

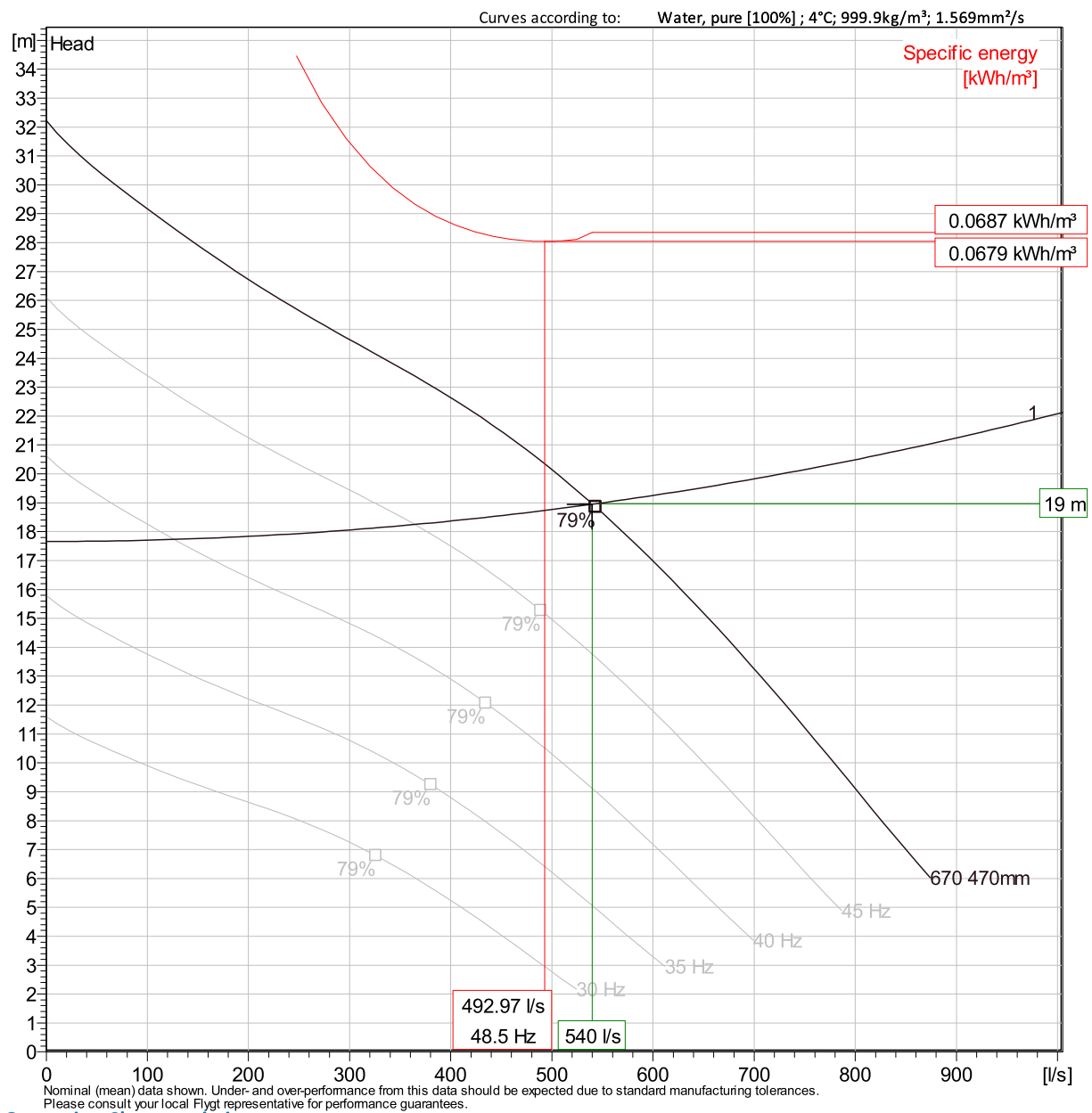


Operating Characteristics

[illegible]

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi		
Block	0	Created on	8/24/2024	Last update	8/24/2024

VFD Analysis



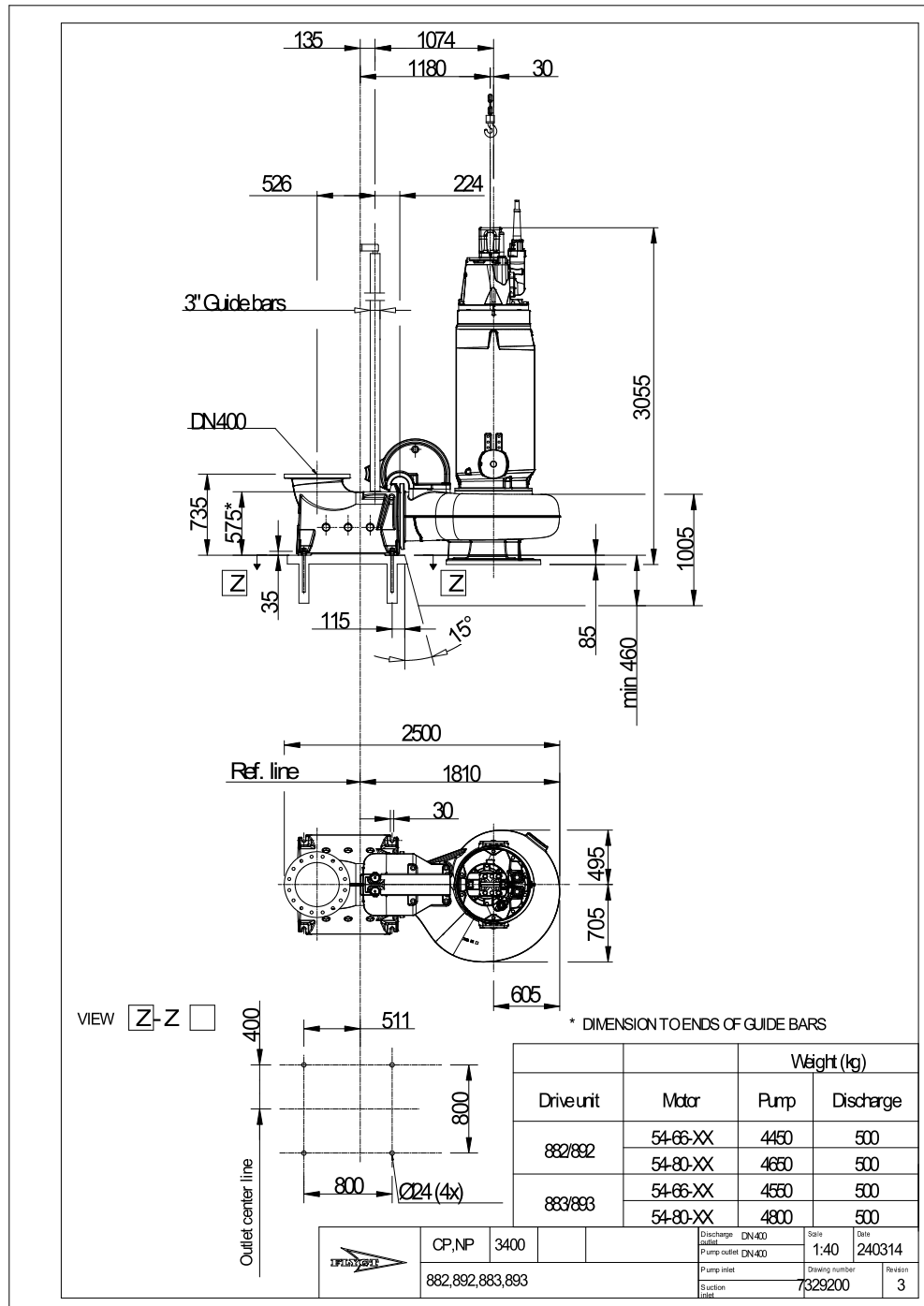
Operating Characteristics

[illegible]

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi		
Block	0	Created on	8/24/2024	Last update	8/24/2024

NP 3400/883 3~ 670

Dimensional drawing



Project tp final
Block 0

Created by eugenia maiocchi
Created on 8/24/2024 Last update

8/24/2024

e-XC250-580/3150W/L45ADS4AG

Technical data

Company name
Contact
Phone number
e-mail address

Operating data

1	Pumpe type	Single head pump	Fluid	Water, pure
2	No. of pumps	1	Operating temperature t A °C	4
3	Nominal flow	l/s 252	pH-value at t A	7
4	Nominal head	m 79.33	Density at t A kg/m³	1000
5	Static head	m 34.45	Kin. viscosity at t A mm²/s	1.569
6	Inlet pressure	kPa 0	Vapor pressure at t A kPa	100
7	Environmental temperature	°C 20	Content of solid% Solid size mm	0 0
8	Available system NPSH	m 0	Altitude m	0

Pump data

9	Design	Double Suction Split Case Pumps	Execution	Clockwise Rotation - viewed from motor end [STD]
10	Operating speed	rpm 1490	Impeller	Max. mm 590
11	Number of stages	1		designed mm 505
12	Suction nozzle	DNs 300 / EN1092-2 / PN25		Min. mm 380
13	Discharge nozzle	DNd 250 / EN1092-2 / PN25		Nominal l/s 255.3
14	Connection	Type A - Flat Face	Flow	Max- l/s 386.1
15	Max. casing pressure	kPa 2500.1		Min- l/s 84.9
16	Max. working pressure	kPa 918		Nominal m 80.5
17	Impeller type	Radial impeller	Head	at Qmax m 53.7
18	Head H(Q=0)	m 94		at Qmin m 92.6
19	Max. shaft power	kW 301.1	Shaft power	kW 244.8
20	Pump weight	kg 1,367.0	Efficiency	% 82.49
21	Total weight	kg 3,467.3	NPSH 3%	m 2.75

Materials

22		Pump		Shaft Seal
23	Casings	[D] - EN-GJS-500-7 / QT500-7 / ASTM A536, 80-55-06	Burgmann	Rubber below seal
24	Impeller	[S] - 304 SS - 1.4308 / ZG0Cr18Ni9 / ASTM - CF8	MG12 - Seal on sleeve (ID 85/110 mm)	
25	Shaft Construction	Dry(sleeves) [STD]	Mechanical seal diameter	110 mm
26	Shaft	1.7035 / 40Cr / AISI - 5140	Rotating ring	Carbon [STD]
27	Shaft Sleeves	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304	Stationary ring	Silicon Carbide
28	Shaft Sleeve Nuts	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304	Elastomers	EPDM [STD]
29	Casing Wear Ring	Bronze - CuSn8Zn4 / ASTM - C90300	Springs	316 SS - 1.4408 / 316 / CF8M
30	Impeller Wear Ring	[S] - 304 SS - 1.4308 / ZG0Cr18Ni9 / ASTM - CF8	Other metal parts	316 SS - 1.4408 / 316 / CF8M
31	Lantern Ring	Cast Iron		
32	Seal flush lines	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304		
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				

Motor data

42	Manufacturer	Lowara	Coupling	Manufacturer	Flender
43	Specific design	IE3 3ph Surface Motor - Premium Efficiency		Series	N-EUPEX - Type A
44	Type	3MGS 355 M B3 315 kW		Type	A 250/4-85/100
45	Rated power	315 kW	Item no.	Frame size	250
46	Nominal speed	1490 rpm	Service factor	Spacer length	mm 4
47	Frame size	355 M/L	Electric voltage	Weight	kg 70.5
48	Weight	kg 1,603.7	Shaft diameter	Coupling protection	kg CG-05 26 kg

Base plate

49	Name	FRAME XC26-857-354	Remarks
50	Weight	kg 400.0	

Project	Project ID tp final	Created by eugenia maiocchi	Created on 08-24-24	Last update 08-24-24
---------	------------------------	--------------------------------	------------------------	-------------------------

e-XC250-580/3150W/L45ADS4AG

Performance curve

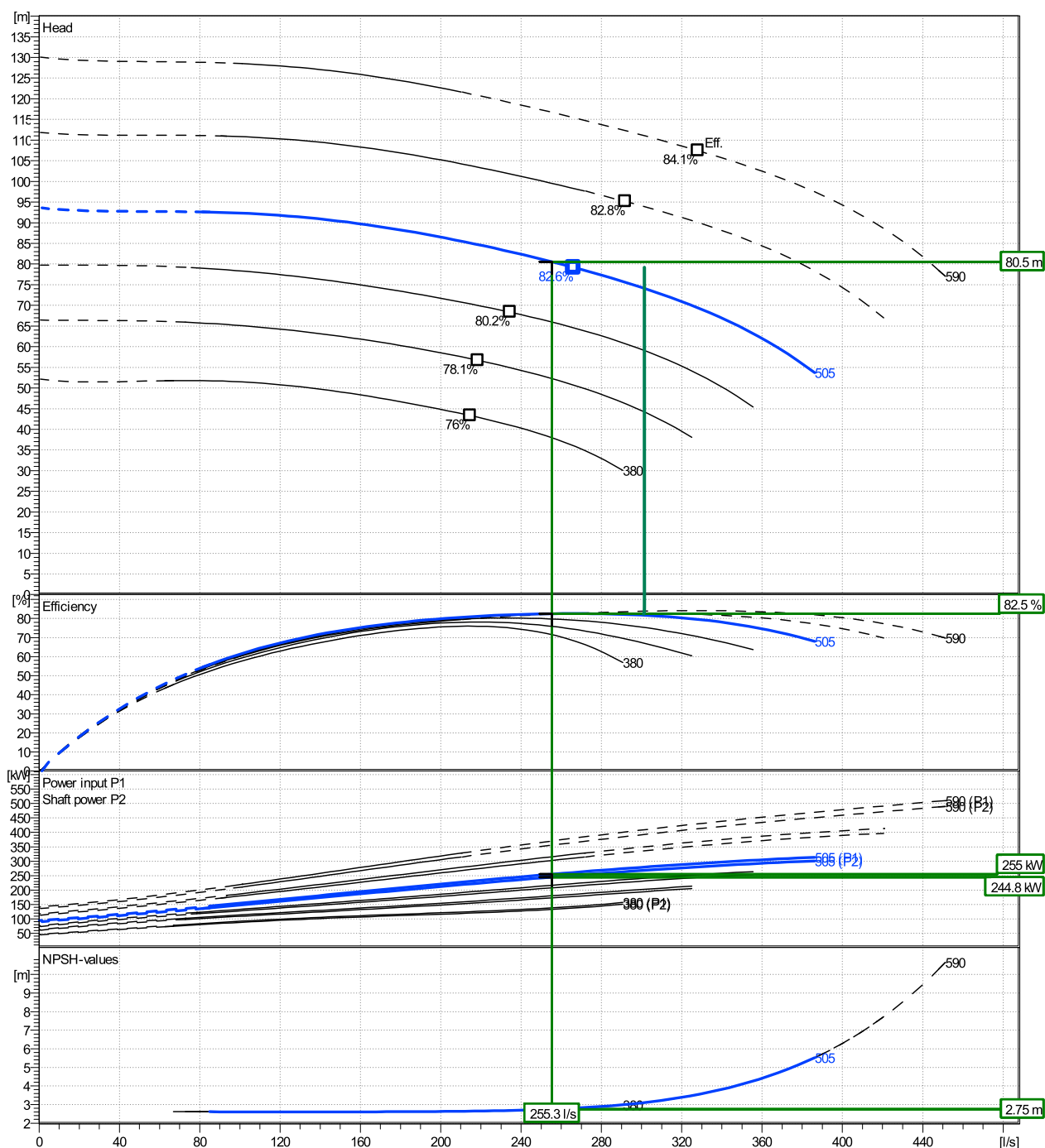
Company name
Contact
Phone number
e-mail address

	Ø inch	Pump capacity			Pump head		Shaft power P2			Frequency	Hz	50
		Operating range Min. l/s	Max. l/s	η Max. l/s	H(Q=0) m	η Max. m	P2(Q=0) kW	Max. kW	η Max. kW	Operating speed	rpm	1490
actual	505	84.9	386	266	93.6	79.2		301	251	Nominal flow	l/s	252
Min.	380	/	/	215	52.2	43.3		/	120	Nominal head	m	79.33
Max.	590	/	/	328	130	107		/	412	Inlet pressure	kPa	0
										Static head	m	34.45

Power datas referred to:

hydr. Performance acceptance acc. To EN ISO 9906 Class Grade 2B

Water, pure [100%] ; 4°C; 1000kg/m³; 1.57mm²/s



e-XC250-610/3550W/L45ADS4AG

Technical data

Company name
Contact
Phone number
e-mail address

Operating data

1	Pumpe type	Single head pump	Fluid	Water, pure
2	No. of pumps	1	Operating temperature t A °C	4
3	Nominal flow	l/s 273	pH-value at t A	7
4	Nominal head	m 84.75	Density at t A kg/m³	1000
5	Static head	m 34.45	Kin. viscosity at t A mm²/s	1.569
6	Inlet pressure	kPa 0	Vapor pressure at t A kPa	100
7	Environmental temperature	°C 20	Content of solid% Solid size mm	0 0
8	Available system NPSH	m 0	Altitude m	0

Pump data

9	Design	Double Suction Split Case Pumps	Execution	Clockwise Rotation - viewed from motor end [STD]
10	Operating speed	rpm 1490	Impeller	Max. mm 615
11	Number of stages	1		designed mm 535
12	Suction nozzle	DNs 300 / EN1092-2 / PN25		Min. mm 380
13	Discharge nozzle	DNd 250 / EN1092-2 / PN25		Nominal l/s 292.9
14	Connection	Type A - Flat Face	Flow	Max- l/s 398.7
15	Max. casing pressure	kPa 2500.1		Min- l/s 95.3
16	Max. working pressure	kPa 1059.2		Nominal m 92.4
17	Impeller type	Radial impeller	Head	at Qmax m 71.5
18	Head H(Q=0)	m 110		at Qmin m 107.2
19	Max. shaft power	kW 376.8	Shaft power	kW 318.9
20	Pump weight	kg 1,367.0	Efficiency	% 83.15
21	Total weight	kg 3,612.1	NPSH 3%	m 4.43

Materials

22		Pump		Shaft Seal
23	Casings	[D] - EN-GJS-500-7 / QT500-7 / ASTM A536, 80-55-06	Burgmann	Rubber below seal
24	Impeller	[S] - 304 SS - 1.4308 / ZG0Cr18Ni9 / ASTM - CF8	MG12 - Seal on sleeve (ID 85/110 mm)	
25	Shaft Construction	Dry(sleeves) [STD]	Mechanical seal diameter	110 mm
26	Shaft	1.7035 / 40Cr / AISI - 5140	Rotating ring	Carbon [STD]
27	Shaft Sleeves	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304	Stationary ring	Silicon Carbide
28	Shaft Sleeve Nuts	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304	Elastomers	EPDM [STD]
29	Casing Wear Ring	Bronze - CuSn8Zn4 / ASTM - C90300	Springs	316 SS - 1.4408 / 316 / CF8M
30	Impeller Wear Ring	[S] - 304 SS - 1.4308 / ZG0Cr18Ni9 / ASTM - CF8	Other metal parts	316 SS - 1.4408 / 316 / CF8M
31	Lantern Ring	Cast Iron		
32	Seal flush lines	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304		
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				

Motor data

42	Manufacturer	Lowara	Coupling	Manufacturer	Flender
43	Specific design	IE3 3ph Surface Motor - Premium Efficiency		Series	N-EUPEX - Type A
44	Type	3MGS 355 M B3 355 kW		Type	A 250/4-85/100
45	Rated power	355 kW	Item no.	Frame size	250
46	Nominal speed	1490 rpm	Service factor	Spacer length	mm 4
47	Frame size	355 M/L	Electric voltage	Weight	kg 70.5
48	Weight	kg 1,748.5	Shaft diameter	Coupling protection	kg CG-05 26 kg

Base plate

49	Name	FRAME XC26-857-354	Remarks
50	Weight	kg 400.0	

Project	Project ID tp final	Created by eugenia maiocchi	Created on 08-24-24	Last update 08-24-24
---------	------------------------	--------------------------------	------------------------	-------------------------

e-XC250-610/3550W/L45ADS4AG

Performance curve

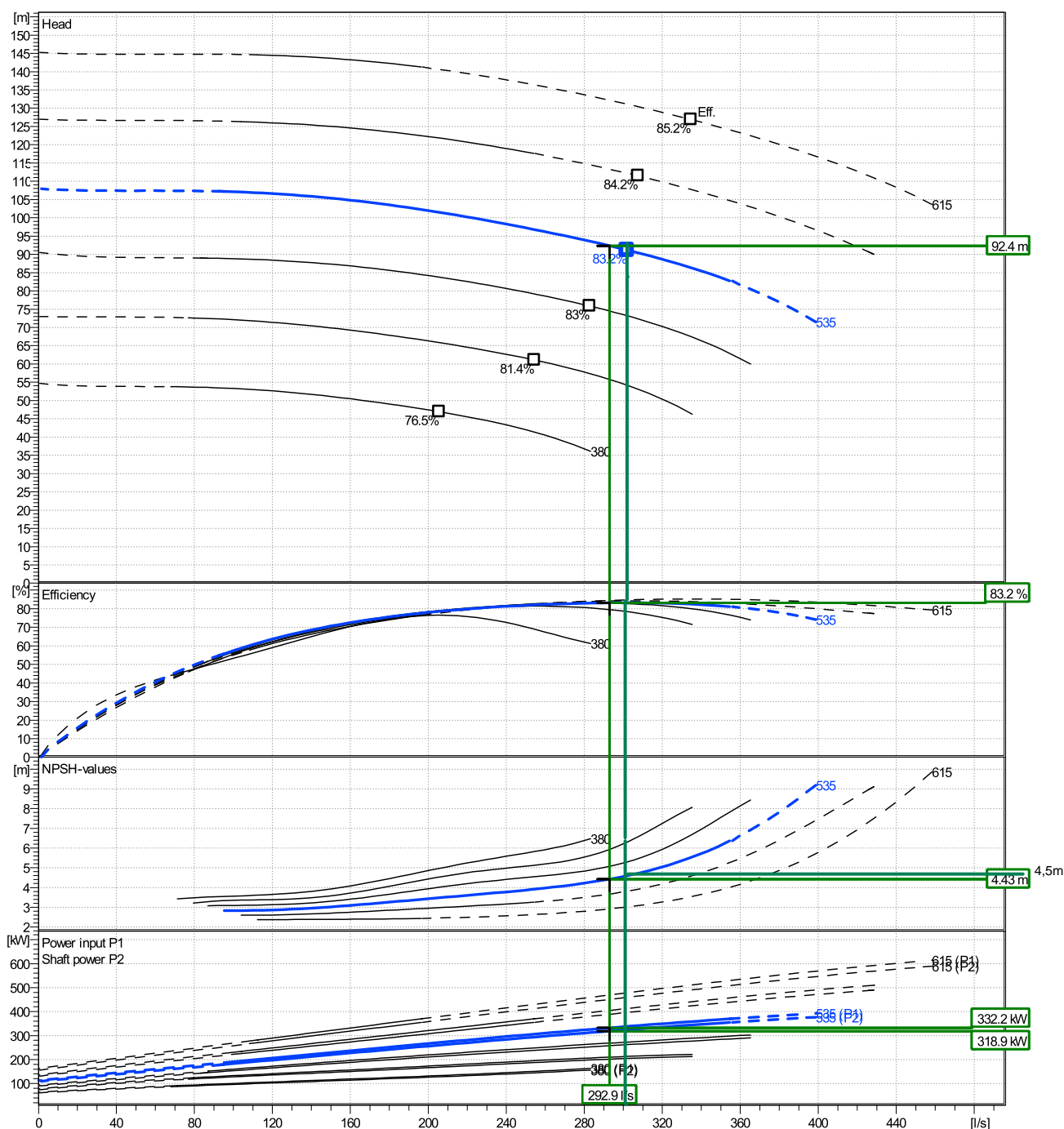
Company name
Contact
Phone number
e-mail address

	Ø inch	Pump capacity			Pump head		Shaft power P2			Frequency	Hz	50
		Operating range Min. l/s	Max. l/s	η Max. l/s	H(Q=0) m	η Max. m	P2(Q=0) kW	Max. kW	η Max. kW	Operating speed	rpm	1490
actual	535	95.3	355	302	108	91.2		377	324	Nominal flow	l/s	273
Min.	380	/	/	206	54.7	46.9		/	128	Nominal head	m	84.75
Max.	615	/	/	335	145	127		/	490	Inlet pressure	kPa	0
										Static head	m	34.45

Power datas referred to:

hydr. Performance acceptance acc. To EN ISO 9906 Class Grade 2B

Water, pure [100%] ; 4°C; 1000kg/m³; 1.57mm²/s



e-XC100-260/750W/L25ACS4AG E4

Technical data

Company name
Contact
Phone number
e-mail address

Operating data

1	Pumpe type	Single head pump	Fluid	Water, pure
2	No. of pumps	1	Operating temperature t A	°C 4
3	Nominal flow	l/s 47	pH-value at t A	7
4	Nominal head	m 61.03	Density at t A	kg/m³ 1000
5	Static head	m -10.65	Kin. viscosity at t A	mm²/s 1.569
6	Inlet pressure	kPa 0	Vapor pressure at t A	kPa 100
7	Environmental temperature	°C 20	Content of solid%	Solid size mm 0 0
8	Available system NPSH	m 0	Altitude	m 0

Pump data

9	Design	Double Suction Split Case Pumps	Execution	Clockwise Rotation - viewed from motor end [STD]
10	Operating speed	rpm 2985	Impeller	Max. mm 265
11	Number of stages	1		designed mm 220
12	Suction nozzle	DNs 150 / EN1092-2 / PN16		Min. mm 190
13	Discharge nozzle	DNd 100 / EN1092-2 / PN16		Nominal l/s 48.1
14	Connection	Type A - Flat Face	Flow	Max- l/s 110.1
15	Max. casing pressure	kPa 1600.1		Min- l/s 22.9
16	Max. working pressure	kPa 705.2		Nominal m 64.3
17	Impeller type	Radial impeller	Head	at Qmax m 31.3
18	Head H(Q=0)	m 72		at Qmin m 69.6
19	Max. shaft power	kW 53.1	Shaft power	kW 39.3
20	Pump weight	kg 270.0	Efficiency	% 77.35
21	Total weight	kg 1,011.0	NPSH 3%	m 6.36

Materials

22		Pump		Shaft Seal
23	Casings	[C] - EN-GJL-250 / HT250 / ASTM A48-class 35	Burgmann	Rubber below seal
24	Impeller	[S] - 304 SS - 1.4308 / ZG0Cr18Ni9 / ASTM - CF8	MG12 - Seal on sleeve (ID 35/60 mm)	
25	Shaft Construction	Dry(sleeves) [STD]	Mechanical seal diameter	60 mm
26	Shaft	1.7035 / 40Cr / AISI - 5140	Rotating ring	Carbon [STD]
27	Shaft Sleeves	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304	Stationary ring	Silicon Carbide
28	Shaft Sleeve Nuts	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304	Elastomers	EPDM [STD]
29	Casing Wear Ring	Bronze - CuSn8Zn4 / ASTM - C90300	Springs	316 SS - 1.4408 / 316 / CF8M
30	Impeller Wear Ring	[S] - 304 SS - 1.4308 / ZG0Cr18Ni9 / ASTM - CF8	Other metal parts	316 SS - 1.4408 / 316 / CF8M
31	Lantern Ring	Cast Iron		
32	Seal flush lines	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304		
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				

Motor data

42	Manufacturer	Lowara	Manufacturer	Flender
43	Specific design	IE4 3ph Surface Motor - Super Premium	Series	N-EUPEX - Type A
44	Type	5MGS 280 S B3 75 kW E4	Type	A 160/4-35/65
45	Rated power	75 kW	Frame size	160
46	Nominal speed	2985 rpm	Spacer length	mm 4
47	Frame size	280 S/M	Weight	kg 17.2
48	Weight	kg 595.8	Coupling protection	kg CG-04 18 kg

Base plate

49	Name	FRAME XC2-513-280	Remarks
50	Weight	kg 110.0	

Project	Project ID tp final	Created by eugenia maiocchi	Created on 08-24-24	Last update 08-24-24
---------	------------------------	--------------------------------	------------------------	-------------------------

e-XC100-260/750W/L25ACS4AG E4

Performance curve

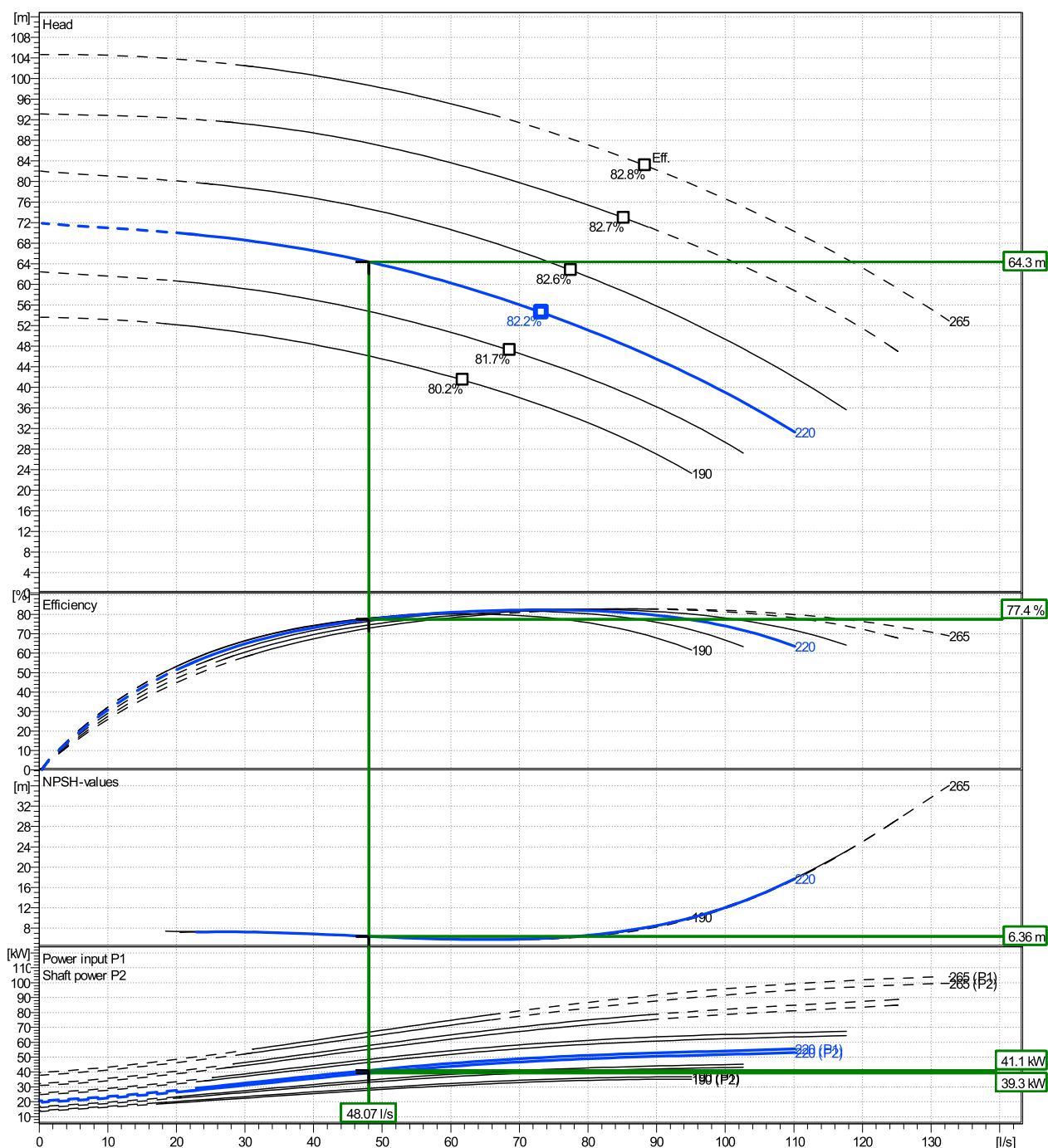
Company name
Contact
Phone number
e-mail address

	Ø inch	Pump capacity Operating range			Pump head η		Shaft power P2 η			Frequency		Hz
		Min. l/s	Max. l/s	Max. l/s	H(Q=0) m	Max. m	P2(Q=0) kW	Max. kW	Max. kW	Operating speed rpm		
actual	220	22.9	110	73.2	71.9	54.5		53.1	47.5	Nominal flow	l/s	47
Min.	190	/	/	61.8	53.6	41.4		/	31.3	Nominal head	m	61.03
Max.	265	/	/	88.3	105	83.1		/	87	Inlet pressure	kPa	0
										Static head	m	-10.65

Power datas referred to:

hydr. Performance acceptance acc. To EN ISO 9906 Class Grade 2B

Water, pure [100%] ; 4°C; 1000kg/m³; 1.57mm²/s



e-XC100-260/750W/L25ACS4AG E4

Technical data

Company name
Contact
Phone number
e-mail address

Operating data

1	Pumpe type	Single head pump	Fluid	Water, pure
2	No. of pumps	1	Operating temperature t A	°C 4
3	Nominal flow	l/s 50	pH-value at t A	7
4	Nominal head	m 71.44	Density at t A	kg/m³ 1000
5	Static head	m -10.65	Kin. viscosity at t A	mm²/s 1.569
6	Inlet pressure	kPa 0	Vapor pressure at t A	kPa 100
7	Environmental temperature	°C 20	Content of solid%	Solid size mm 0 0
8	Available system NPSH	m 0	Altitude	m 0

Pump data

9	Design	Double Suction Split Case Pumps	Execution	Clockwise Rotation - viewed from motor end [STD]
10	Operating speed	rpm 2985	Impeller	Max. mm 265
11	Number of stages	1		designed mm 235
12	Suction nozzle	DNs 150 / EN1092-2 / PN16		Min. mm 190
13	Discharge nozzle	DNd 100 / EN1092-2 / PN16		Nominal l/s 50.7
14	Connection	Type A - Flat Face	Flow	Max- l/s 117.6
15	Max. casing pressure	kPa 1600.1		Min- l/s 25.2
16	Max. working pressure	kPa 804.5		Nominal m 73.9
17	Impeller type	Radial impeller	Head	at Qmax m 35.6
18	Head H(Q=0)	m 82		at Qmin m 79.4
19	Max. shaft power	kW 64.5	Shaft power	kW 47.7
20	Pump weight	kg 270.0	Efficiency	% 77.54
21	Total weight	kg 1,011.0	NPSH 3%	m 6.22

Materials

22		Pump		Shaft Seal
23	Casings	[C] - EN-GJL-250 / HT250 / ASTM A48-class 35	Burgmann	Rubber below seal
24	Impeller	[S] - 304 SS - 1.4308 / ZG0Cr18Ni9 / ASTM - CF8	MG12 - Seal on sleeve (ID 35/60 mm)	
25	Shaft Construction	Dry(sleeves) [STD]	Mechanical seal diameter	60 mm
26	Shaft	1.7035 / 40Cr / AISI - 5140	Rotating ring	Carbon [STD]
27	Shaft Sleeves	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304	Stationary ring	Silicon Carbide
28	Shaft Sleeve Nuts	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304	Elastomers	EPDM [STD]
29	Casing Wear Ring	Bronze - CuSn8Zn4 / ASTM - C90300	Springs	316 SS - 1.4408 / 316 / CF8M
30	Impeller Wear Ring	[S] - 304 SS - 1.4308 / ZG0Cr18Ni9 / ASTM - CF8	Other metal parts	316 SS - 1.4408 / 316 / CF8M
31	Lantern Ring	Cast Iron		
32	Seal flush lines	304 SS - 1.4301 / 0Cr18Ni9 / AISI - 304		
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				

Motor data

42	Manufacturer	Lowara	Coupling	Manufacturer	Flender
43	Specific design	IE4 3ph Surface Motor - Super Premium		Series	N-EUPEX - Type A
44	Type	5MGS 280 S B3 75 kW E4		Type	A 160/4-35/65
45	Rated power	75 kW	Item no.	Frame size	160
46	Nominal speed	2985 rpm	Service factor	Spacer length	mm 4
47	Frame size	280 S/M	Electric voltage	Weight	kg 17.2
48	Weight	kg 595.8	Shaft diameter	Coupling protection	kg CG-04 18 kg

Base plate

49	Name	FRAME XC2-513-280	Remarks
50	Weight	kg 110.0	

Project	Project ID tp final	Created by eugenia maiocchi	Created on 08-24-24	Last update 08-24-24
---------	------------------------	--------------------------------	------------------------	-------------------------

e-XC100-260/750W/L25ACS4AG E4

Performance curve

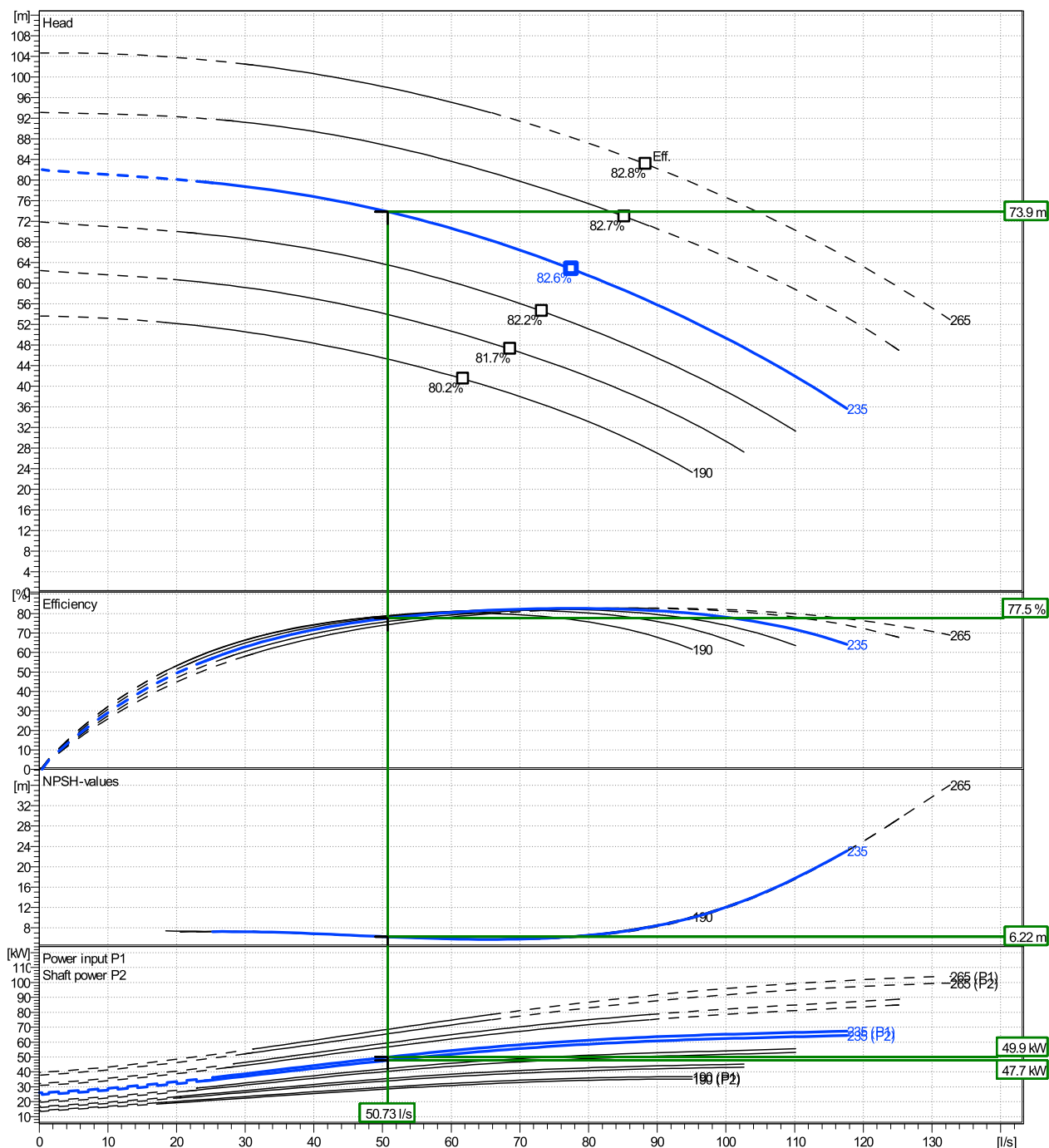
Company name
Contact
Phone number
e-mail address

	Ø inch	Pump capacity Operating range			Pump head H(Q=0)		Shaft power P2			Frequency		Hz
		Min. l/s	Max. l/s	Max. l/s	η	Max. m	P2(Q=0) kW	Max. kW	η	Max. kW	Operating speed rpm	
actual	235	25.2	118	77.5	82	62.8		64.5	57.9		2985	50
Min.	190	/	/	61.8	53.6	41.4		/	31.3		Nominal flow	l/s
Max.	265	/	/	88.3	105	83.1		/	87		Nominal head	m
											Inlet pressure	kPa
											Static head	m
												71.44
												0
												-10.65

Power datas referred to:

hydr. Performance acceptance acc. To EN ISO 9906 Class Grade 2B

Water, pure [100%] ; 4°C; 1000kg/m³; 1.57mm²/s



CP 3356/605 3~ 820

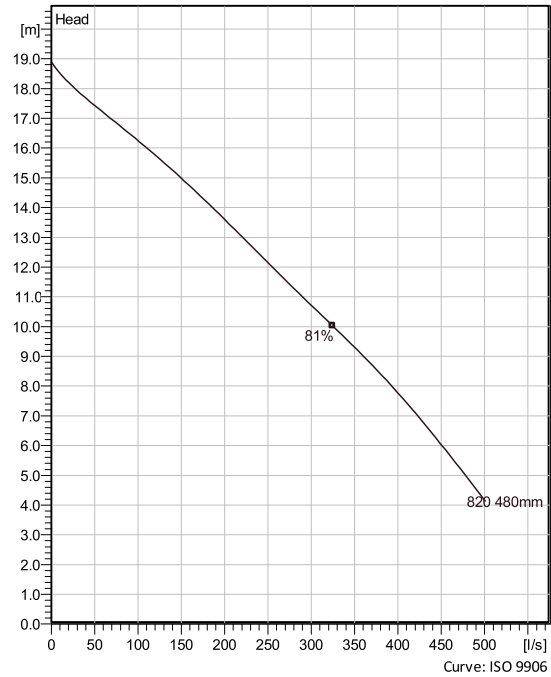
Shrouded single or multi-channel impeller pumps with large throughlets and single volute pump casing for liquids containing solids and fibres. Cast iron design with double sealing technology. Some models available as stainless steel versions.



Technical specification



Curves according to: Water, pure Water, pure [100%], 4 °C, 999.9 kg/m³, 1.569 mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

Configuration

Motor number C0605.000 35-29-8AA-W 45KW	Installation type P - Semi permanent, Wet
Impeller diameter 480 mm	Discharge diameter 350 mm

Pump information

Impeller diameter 480 mm
Discharge diameter 350 mm
Inlet diameter 350 mm
Maximum operating speed 730 rpm
Number of blades 3
Throughlet diameter 102 mm
Max. fluid temperature 40 °C

Material

Impeller Grey cast iron

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi
Block	0	Created on	8/24/2024
		Last update	8/24/2024

CP 3356/605 3~ 820

Technical specification



Motor - General

Motor number C0605.000 35-29-8AA-W 45KW	Phases 3~	Rated speed 730 rpm	Rated power 45 kW
Approval No	Number of poles 8	Rated current 165 A	Stator variant 3
Frequency 50 Hz	Rated voltage 230 V	Insulation class H	Type of Duty S1
Version code 000	Direct media cooling system		

Motor - Technical

Power factor - 1/1 Load 0.77	Motor efficiency - 1/1 Load 88.5 %	Total moment of inertia 2.64 kg m ²	Starts per hour max. 15
Power factor - 3/4 Load 0.73	Motor efficiency - 3/4 Load 90.0 %	Starting current, direct starting 714 A	
Power factor - 1/2 Load 0.63	Motor efficiency - 1/2 Load 90.5 %	Starting current, star-delta 238 A	

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi	
Block	0	Created on	8/24/2024	Last update 8/24/2024

CP 3356/605 3~ 820

Performance curve

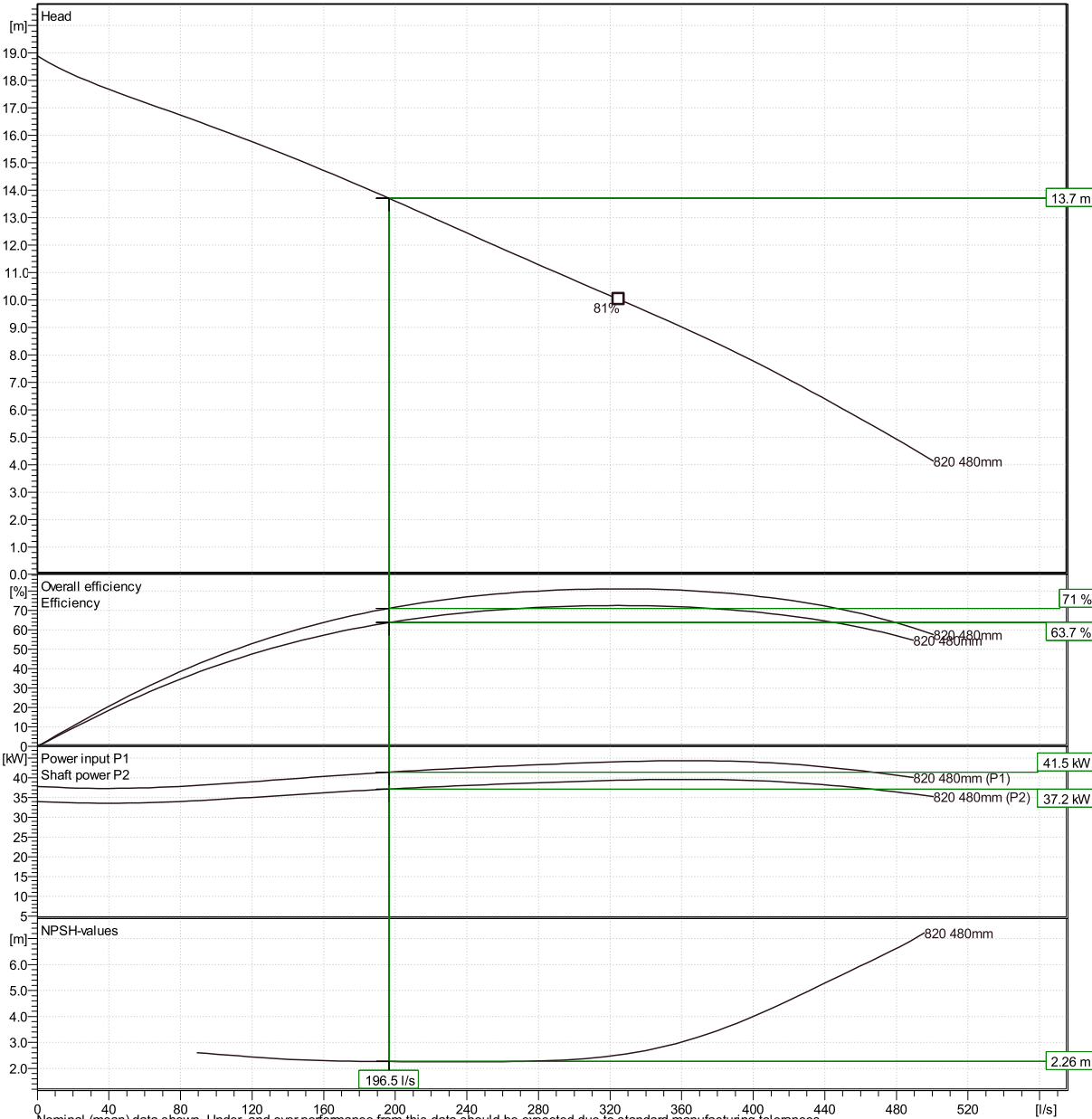


Duty point

Flow
197 l/s

Head
13.7 m

Curves according to: Water, pureWater, pure [100%], 4 °C, 999.9 kg/m³, 1.569 mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances.
Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

Curve: ISO 9906

tp final
0

eugenia maiocchi

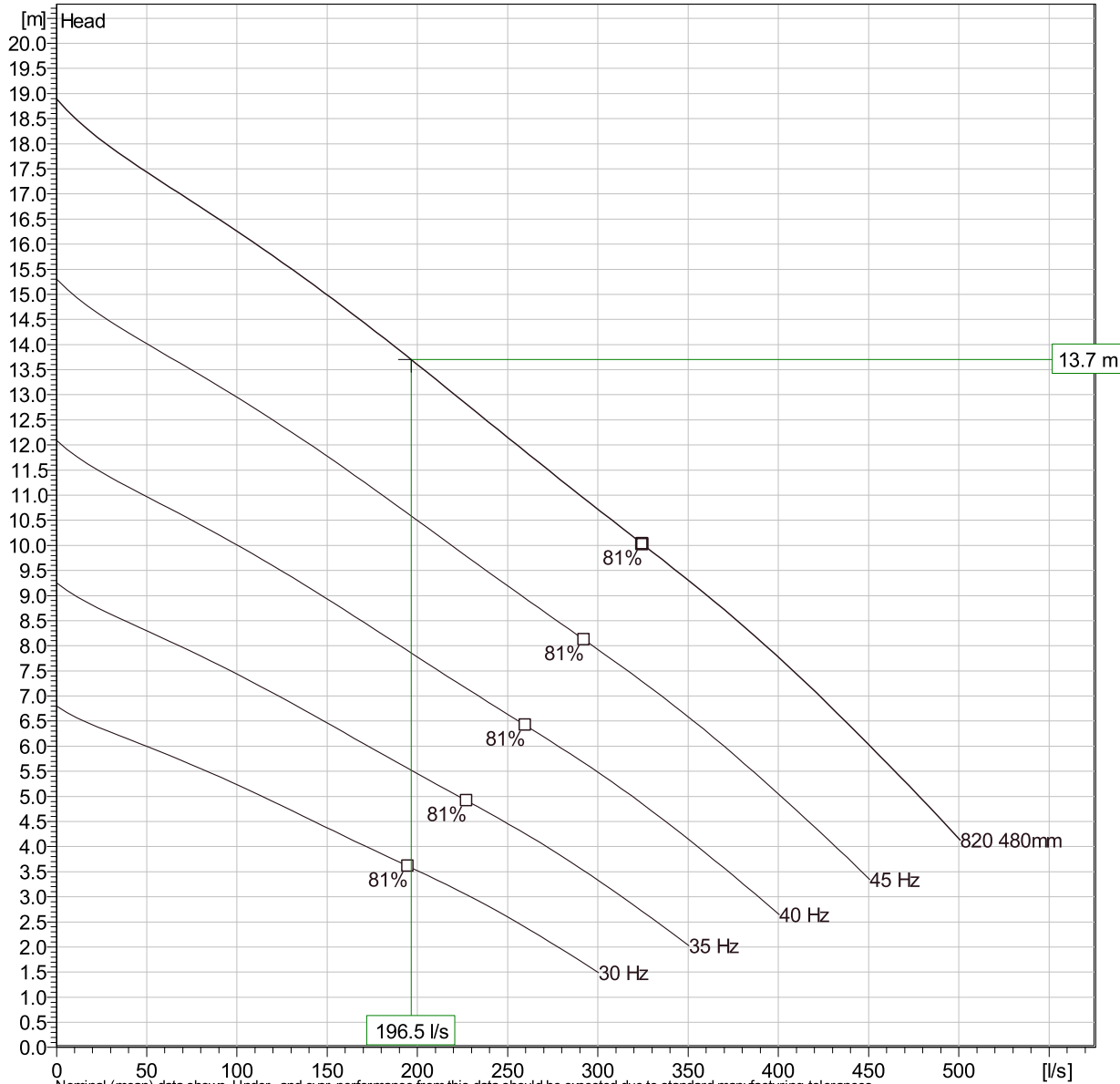
Created on 8/24/2024 Last update 8/24/2024

CP 3356/605 3~ 820

Duty Analysis



Curves according to: Water, pure [100%] ; 4°C; 999.9kg/m³; 1.569mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances.
Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

Operating characteristics

Pumps / Systems	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hydr.eff.	Spec. Energy	NPSHre
	l/s	m	kW	l/s	m	kW		kWh/m³	
1	197	13.7	37.2	197	13.7	37.2	71 %	0.0586	2.26

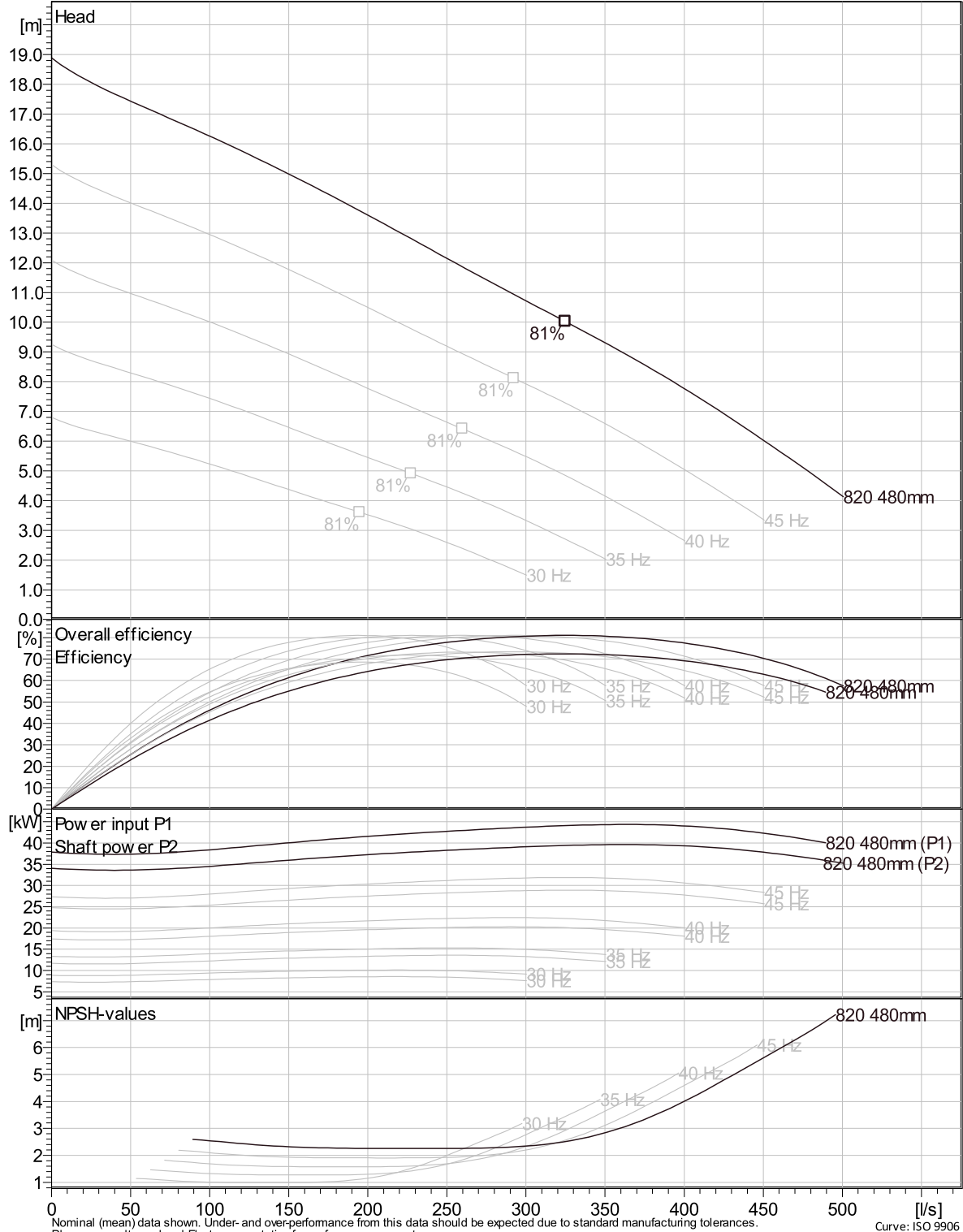
Project		Created by	eugenia maiocchi						
Block	tp final	Created on	8/24/2024	Last update	8/24/2024				

CP 3356/605 3~ 820

VFD Curve



Curves according to: Water, pure, 4 °C, 999.9 kg/m³, 1.569 mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances.
Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

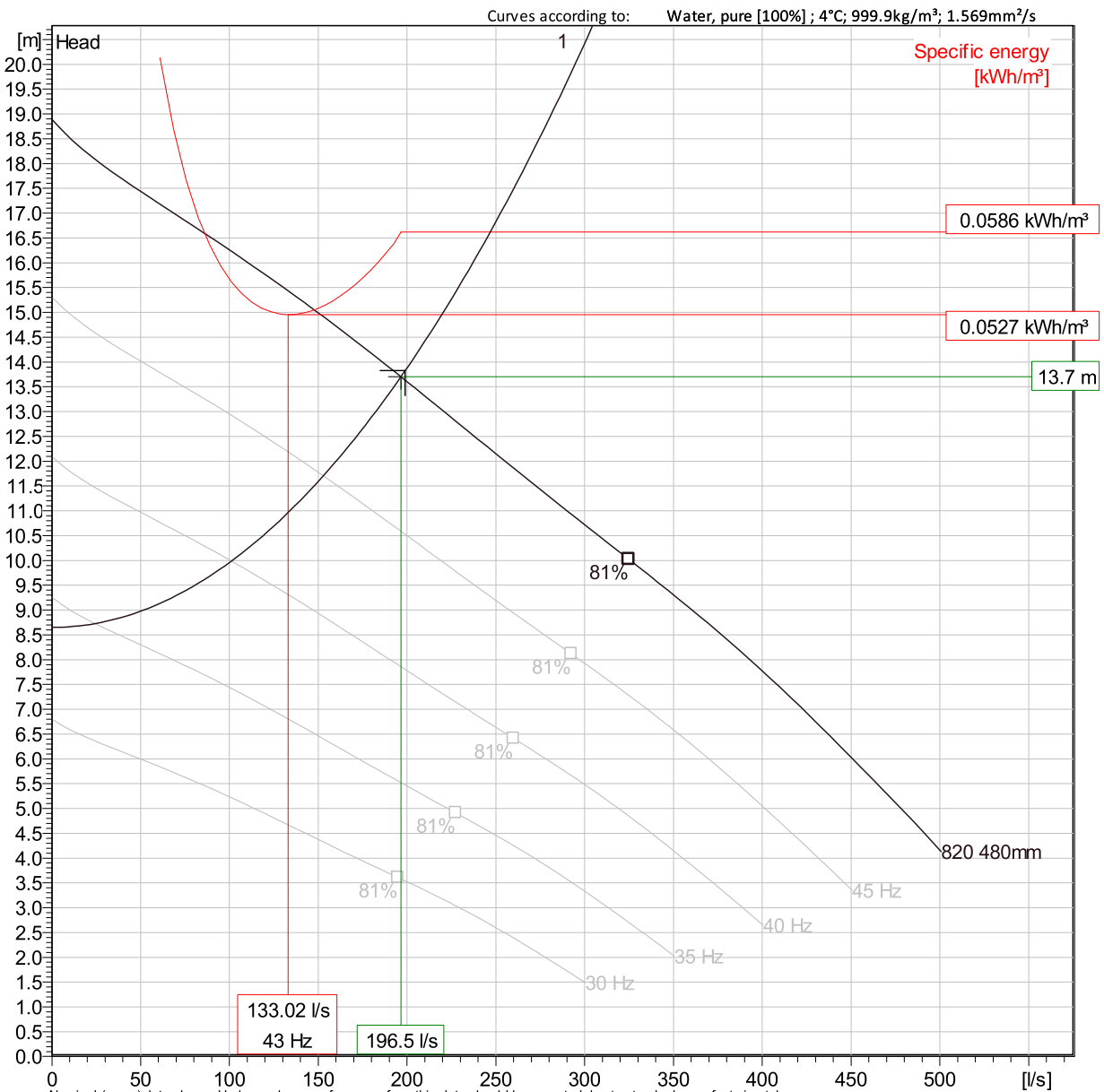
Curve: ISO 9906

Project tp final
Block 0

Created by eugenia maiocchi
Created on 8/24/2024 Last update 8/24/2024

CP 3356/605 3~ 820

VFD Analysis



Operating Characteristics

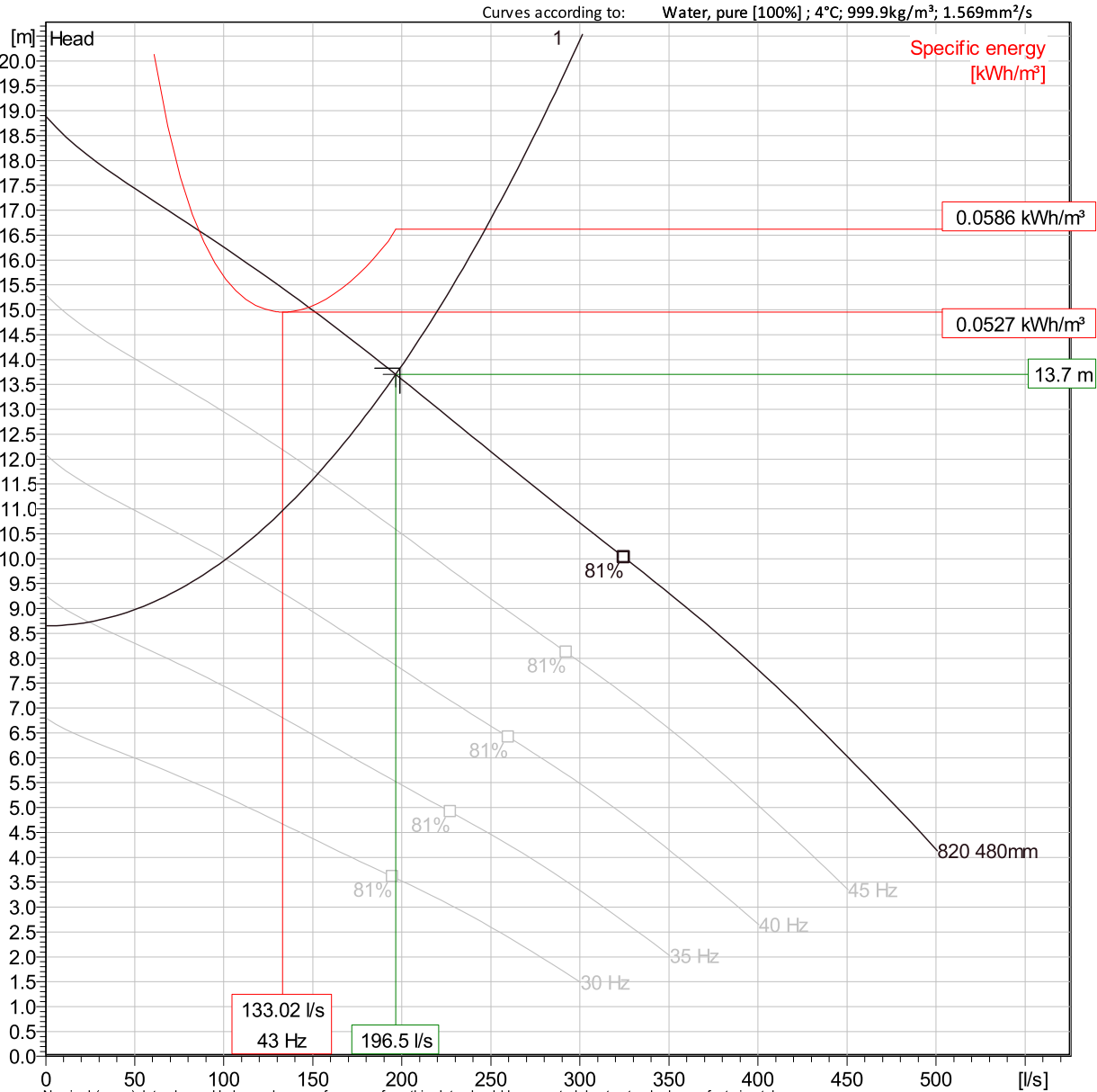
Pumps / Systems	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hydr. eff.	Specific energy	NPSHre
		l/s	m	kW	l/s	m	kW		kWh/m³	m
1	50 Hz	197	13.7	37.2	197	13.7	37.2	71 %	0.0586	2.26
1	45 Hz	153	11.7	26.6	153	11.7	26.6	66 %	0.0534	1.93
1	40 Hz	101	9.99	18.1	101	9.99	18.1	54.8 %	0.0551	1.68
1	35 Hz	24.3	8.73	11.5	24.3	8.73	11.5	18 %	0.151	

Project tp final
Block 0

Created by eugenia maiocchi
Created on 8/24/2024 Last update 8/24/2024

CP 3356/605 3~ 820

VFD Analysis



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances.
Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

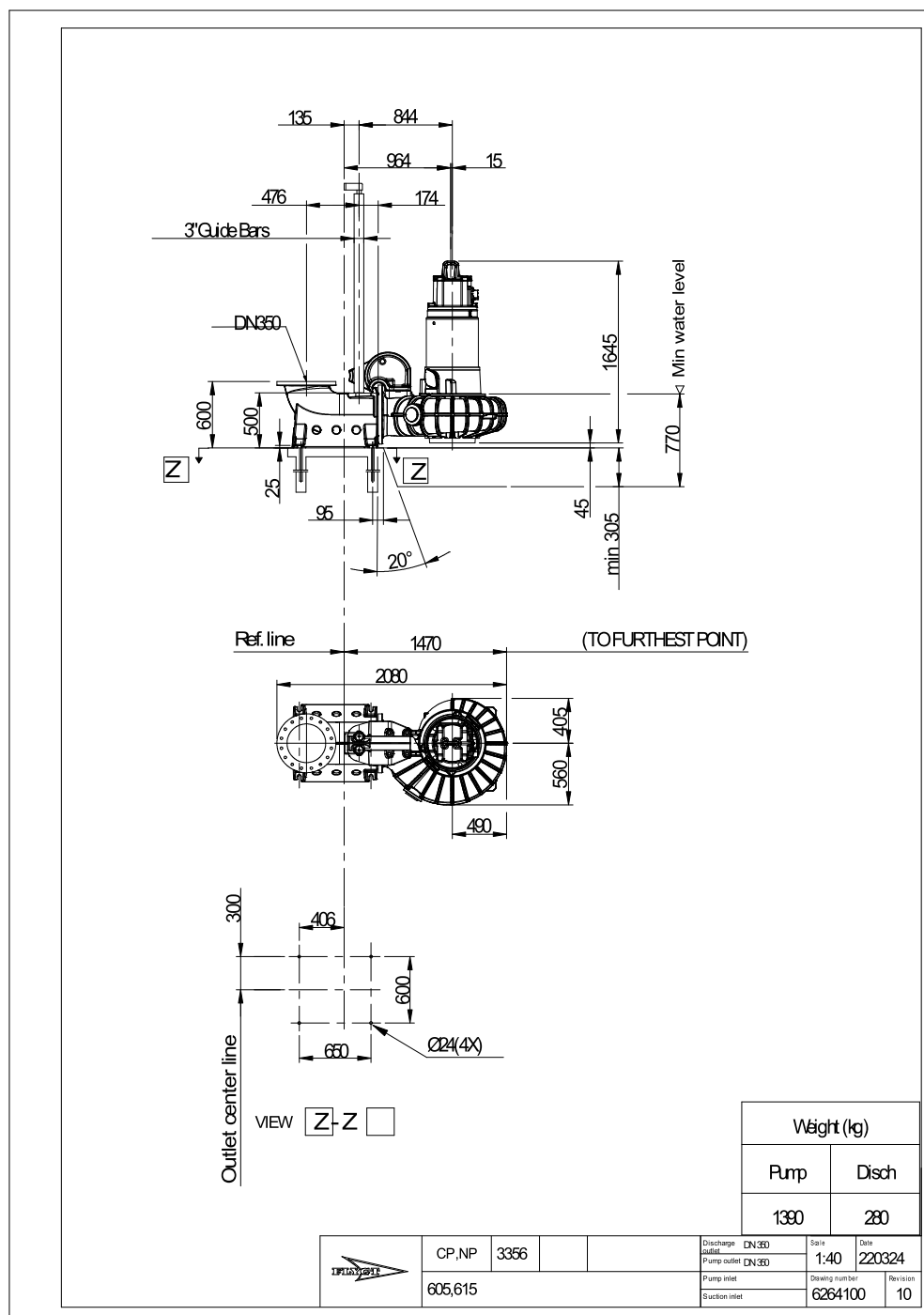
Operating Characteristics

Pumps / Systems	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hydr. eff.	Specific energy	NPSHre
		l/s	m	kW	l/s	m	kW		kWh/m³	m
1	30 Hz									

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi
Block	0	Created on	8/24/2024
		Last update	8/24/2024

CP 3356/605 3~ 820

Dimensional drawing



Project tp final
Block 0

Created by eugenia maiocchi

Created on 8/24/2024 Last update

8/24/2024

CP 3356/665 3~ 820

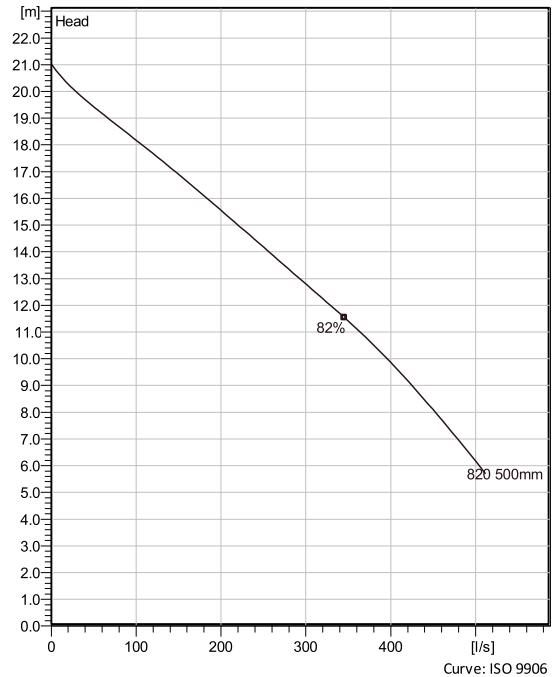
Shrouded single or multi-channel impeller pumps with large throughlets and single volute pump casing for liquids containing solids and fibres. Cast iron design with double sealing technology. Some models available as stainless steel versions.



Technical specification



Curves according to: Water, pure Water, pure [100%], 4 °C, 999.9 kg/m³, 1.569 mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances. Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

Configuration

Motor number C0665.000 35-35-8AA-W 55KW	Installation type P - Semi permanent, Wet
Impeller diameter 500 mm	Discharge diameter 350 mm

Pump information

Impeller diameter 500 mm
Discharge diameter 350 mm
Inlet diameter 350 mm
Maximum operating speed 730 rpm
Number of blades 3
Throughlet diameter 102 mm
Max. fluid temperature 40 °C

Material

Impeller Grey cast iron

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi
Block	0	Created on	8/24/2024
		Last update	8/24/2024

CP 3356/665 3~ 820

Technical specification



Motor - General

Motor number C0665.000 35-35-8AA-W 55KW	Phases 3~	Rated speed 730 rpm	Rated power 55 kW
Approval No	Number of poles 8	Rated current 115 A	Stator variant 1
Frequency 50 Hz	Rated voltage 400 V	Insulation class H	Type of Duty S1
Version code 000	Direct media cooling system		

Motor - Technical

Power factor - 1/1 Load 0.77	Motor efficiency - 1/1 Load 89.0 %	Total moment of inertia 2.92 kg m ²	Starts per hour max. 15
Power factor - 3/4 Load 0.73	Motor efficiency - 3/4 Load 90.5 %	Starting current, direct starting 526 A	
Power factor - 1/2 Load 0.63	Motor efficiency - 1/2 Load 90.5 %	Starting current, star-delta 175 A	

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi	
Block	0	Created on	8/24/2024	Last update 8/24/2024

CP 3356/665 3~ 820

Performance curve

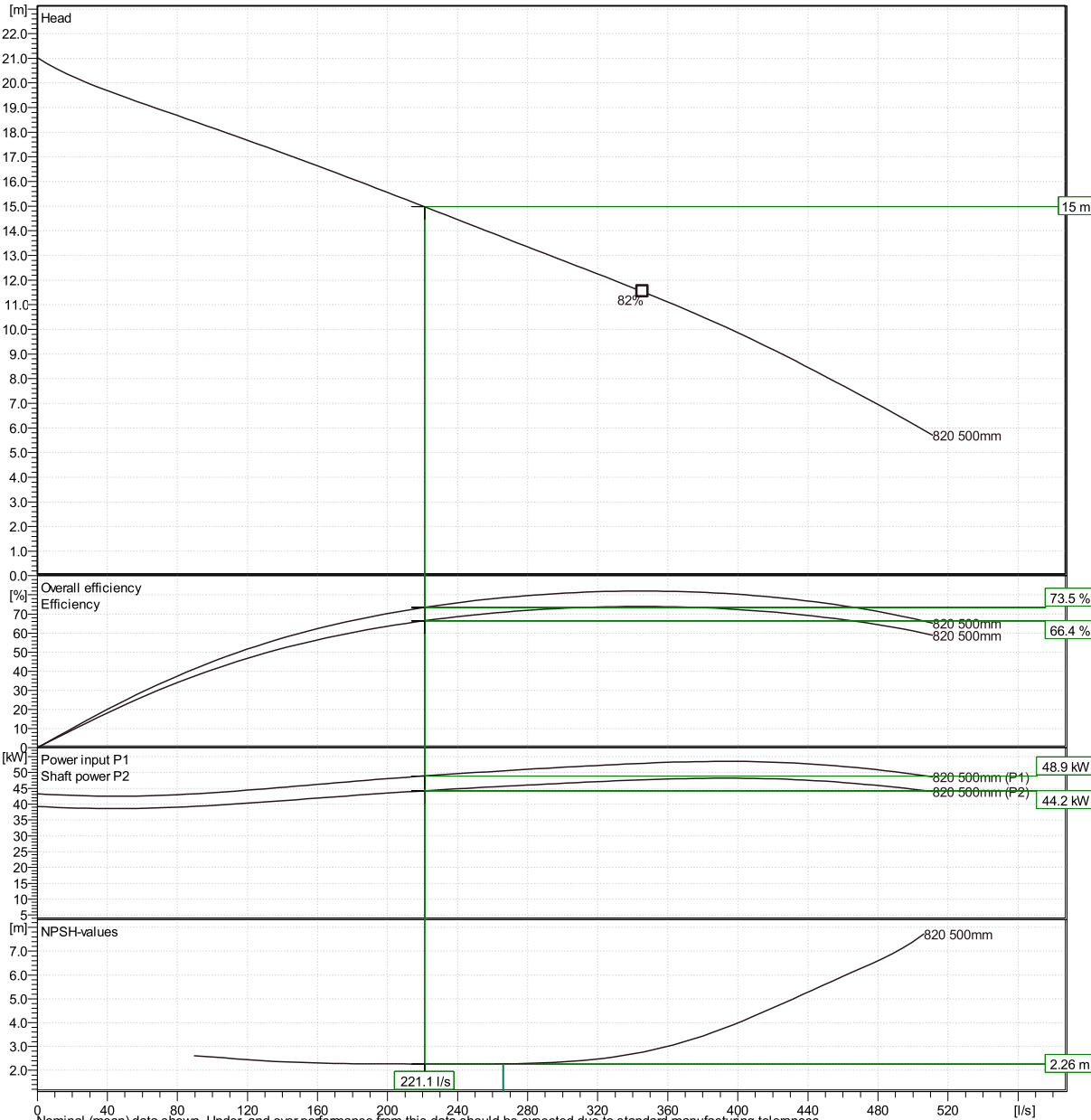


Duty point

Flow
221 l/s

Head
15 m

Curves according to: Water, pure Water, pure [100%], 4 °C, 999.9 kg/m³, 1.569 mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances.
Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

Curve: ISO 9906

tp final
0

eugenia maiocchi

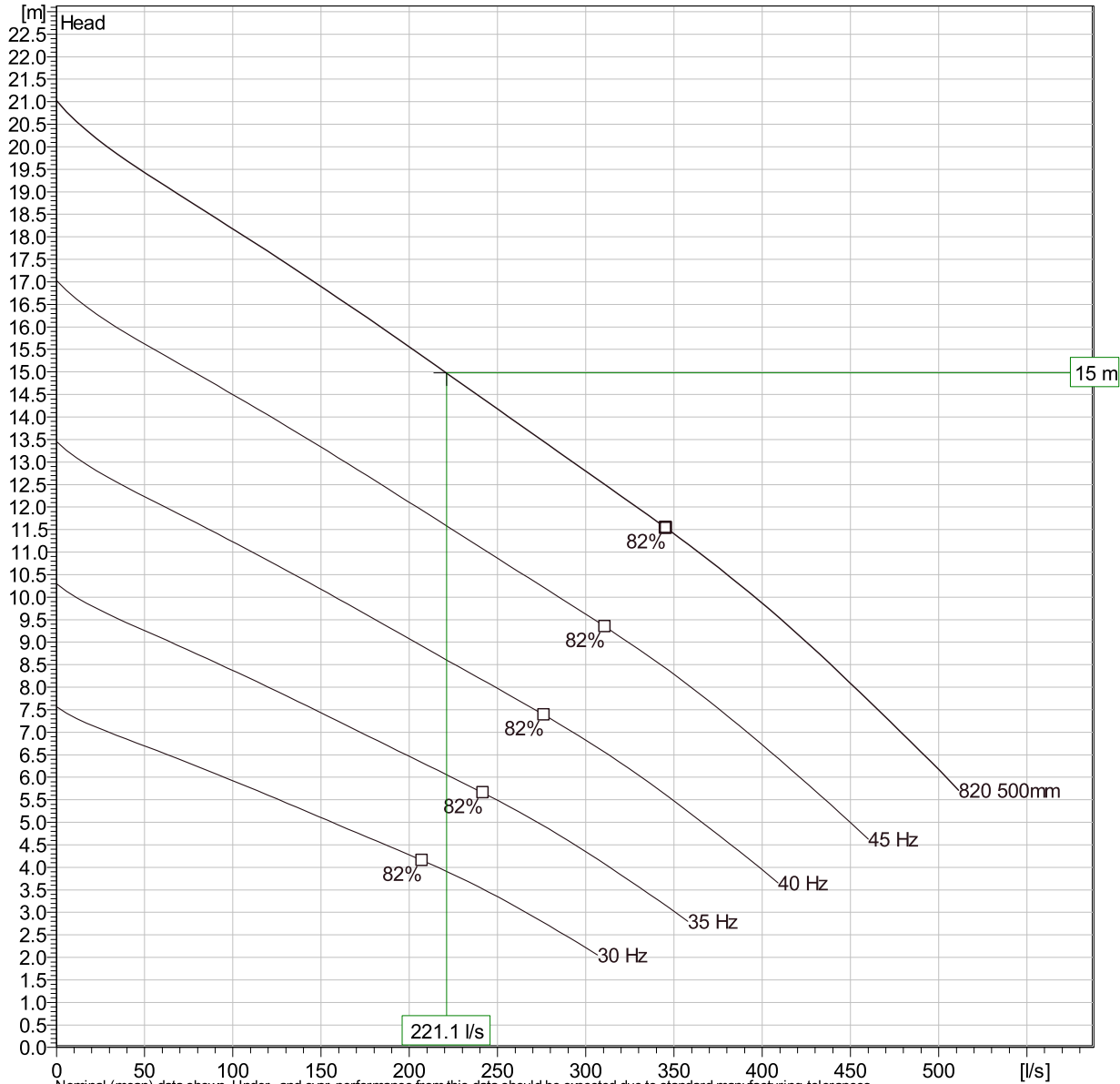
Created on 8/24/2024 Last update 8/24/2024

CP 3356/665 3~ 820

Duty Analysis



Curves according to: Water, pure [100%] ; 4°C; 999.9kg/m³; 1.569mm²/s



Nominal (mean) data shown. Under- and over-performance from this data should be expected due to standard manufacturing tolerances.
Please consult your local Flygt representative for performance guarantees.

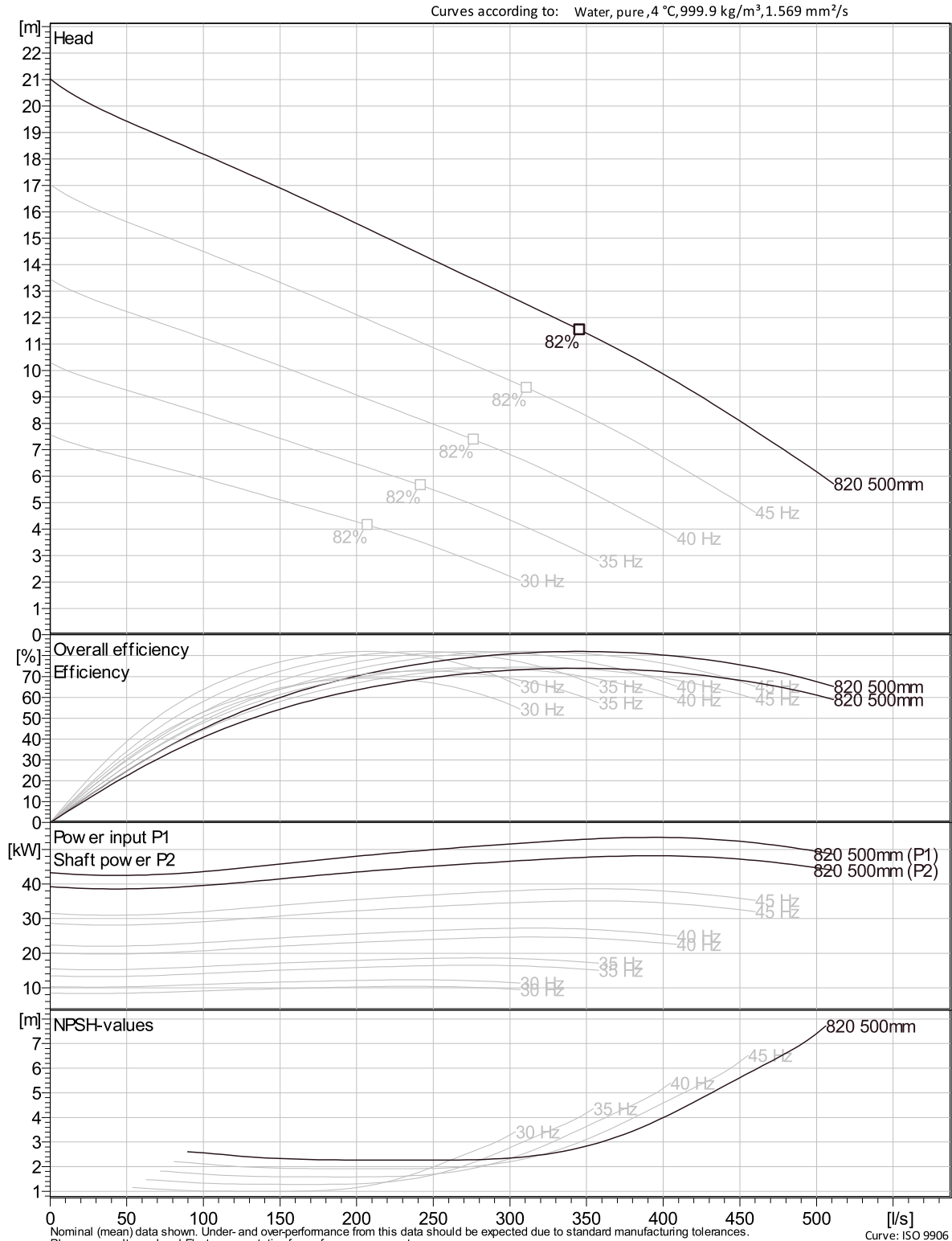
Operating characteristics

Pumps / Systems	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hydr.eff.	Spec. Energy	NPSHre
	l/s	m	kW	l/s	m	kW		kWh/m³	
1	221	15	44.2	221	15	44.2	73.5 %	0.0614	2.26

Project		Created by	eugenia maiocchi						
Block	tp final	Created on	8/24/2024	Last update	8/24/2024				

CP 3356/665 3~ 820

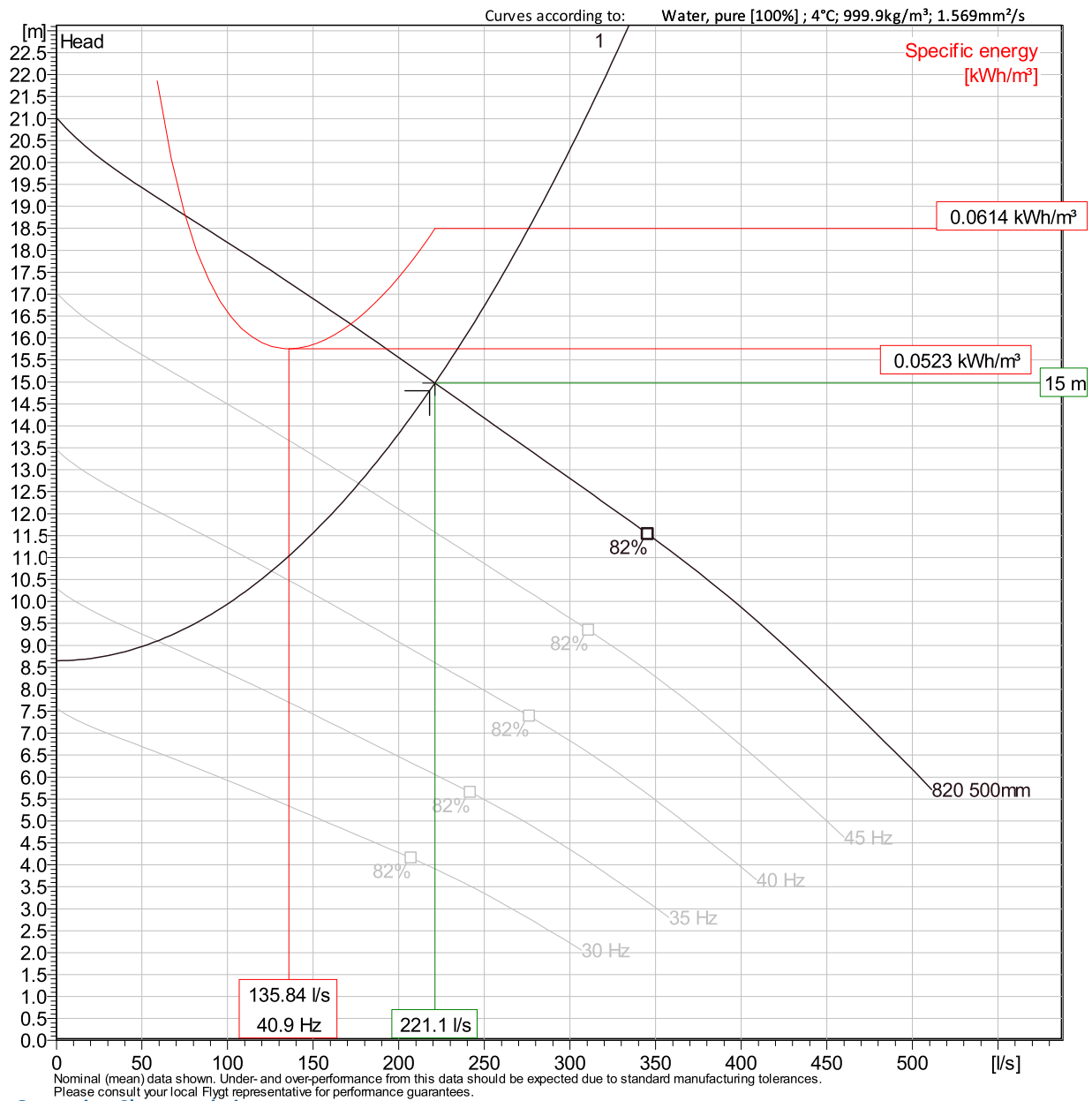
VFD Curve



Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi
Block	0	Created on	8/24/2024
		Last update	8/24/2024

CP 3356/665 3~ 820

VFD Analysis



Operating Characteristics

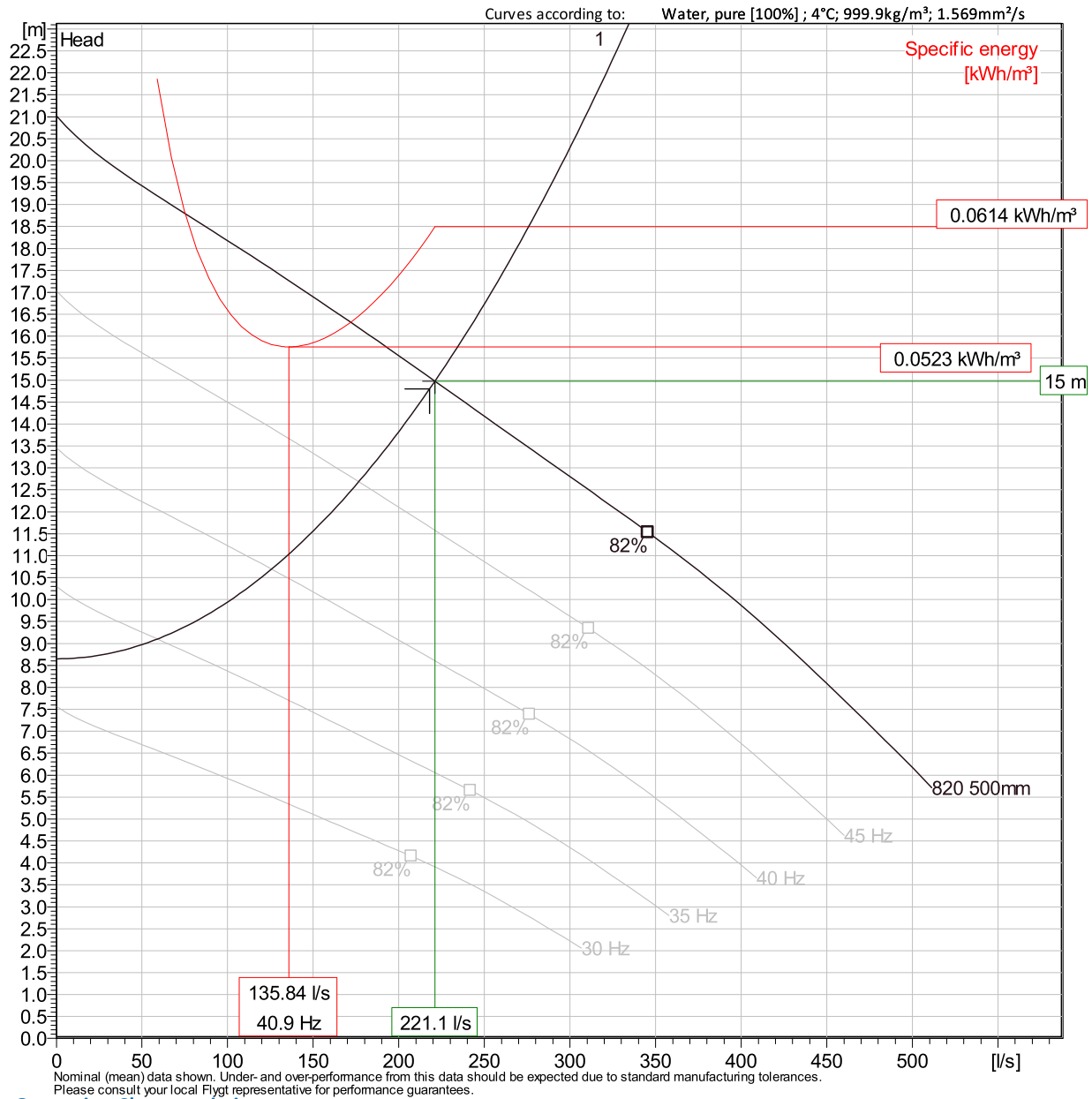
Pumps / Systems	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hydr. eff.	Specific energy	NPSHre
		l/s	m	kW	l/s	m	kW		kWh/m³	m
1	50 Hz	221	15	44.2	221	15	44.2	73.5 %	0.0614	2.26
1	45 Hz	177	12.7	31.6	177	12.7	31.6	69.6 %	0.0547	1.92
1	40 Hz	126	10.7	21.4	126	10.7	21.4	61.7 %	0.0525	1.62
1	35 Hz	59	9.1	13.4	59	9.1	13.4	39.2 %	0.0726	

Project tp final
Block 0

Created by eugenia maiocchi
Created on 8/24/2024
Last update 8/24/2024

CP 3356/665 3~ 820

VFD Analysis



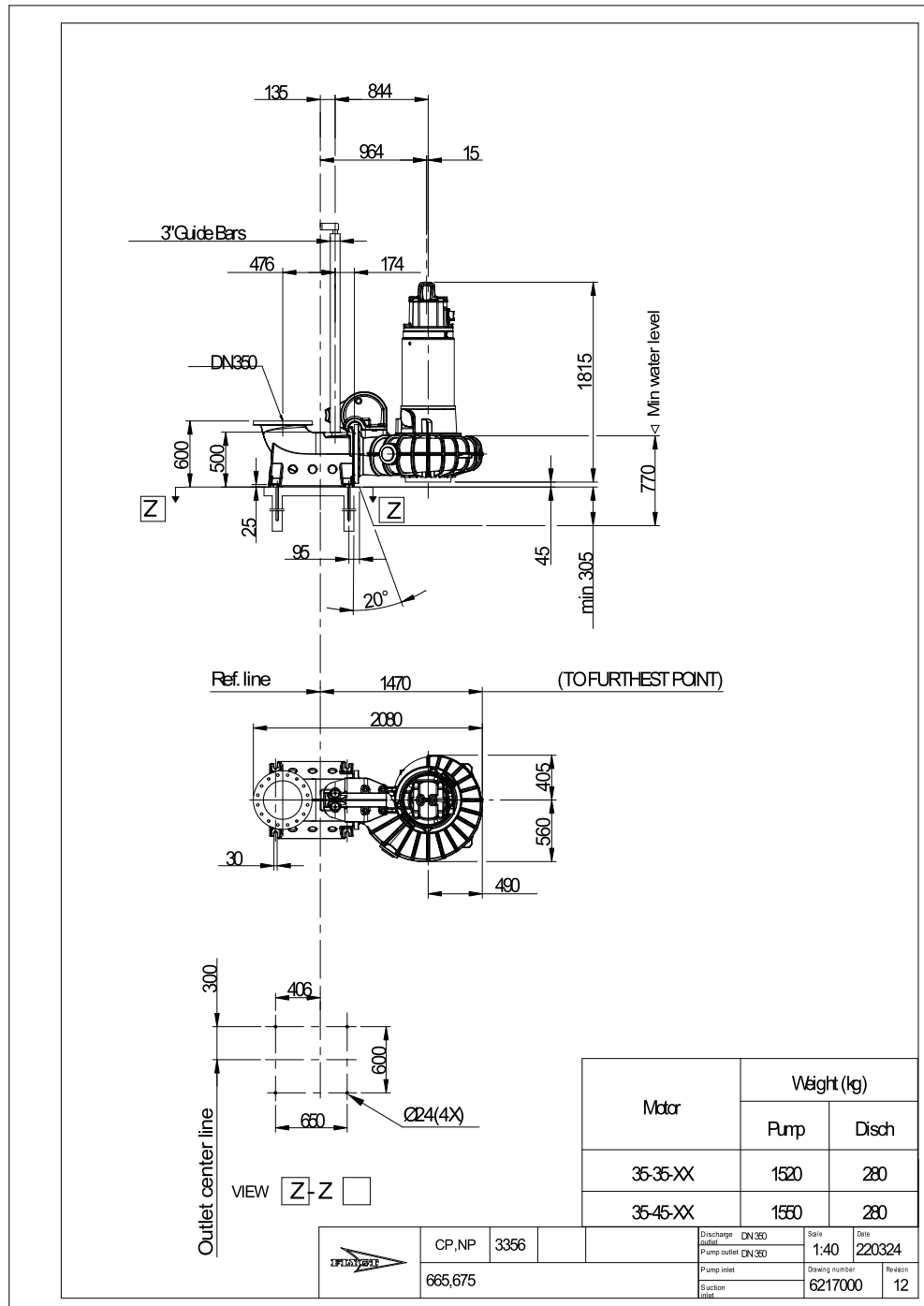
Operating Characteristics

Pumps / Systems	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hydr. eff.	Specific energy	NPSHre
		l/s	m	kW	l/s	m	kW		kWh/m³	m
1	30 Hz									

Project	tp final	Created by	eugenia maiocchi
Block	0	Created on	8/24/2024
		Last update	8/24/2024

CP 3356/665 3~ 820

Dimensional drawing



Project tp final
Block 0

Created by eugenia maiocchi

Created on 8/24/2024 Last update

8/24/2024

COMPUTO

-Etap 1: Construcción de la obra de toma, pozo de bombeo y tramo de impulsión N°1 pozo de bombeo-planta potabilizadora con su terraplén.

Rubro	Item	Unidad	Cantidad
1- Toma de aducción			
1.1	Obra civil de toma	GL	1
2-Pozo de bombeo			
2.1	Excavación de zona del pozo	m3	112
2.2	Relleno y compactación	m3	3.75
2.3	Construcción de pozo de bombeo	Gl	1
2.4	Provisión, acarreo y colocación de sistema de bombeo (incluye equipos, valvulas, etc)	Gl	1
2.5	Grupo electrogeno	Gl	1
2.6	Construcción de casilla	Gl	1
2.7	Instalacion electrica	Gl	1
2.8	Cerco y cerramiento del predio	Gl	1
3-Impulsión			
3.1	Terraplenado y compactación de camino de acceso a pozo de bombeo	m3	27593
3.2	Provisión, acarreo y colocacion de geotextiles de proteccion del terraplen	m2	2040
3.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería 800mm	m	430
3.4	Provisión, acarreo y colocación de valvulas y accesorios	Gl	1
3.5	Pavimentación del camino de acceso	Gl	1

-Etap 2: Construcción de planta potabilizadora y tramo de impulsión N° 4 planta potabilizadora-Monte Caseros.

Rubro	Item	Unidad	Cantidad
4-Planta potabilizadora			
4.1	Terraplenado y compactación	m3	24205
4.2	Cerco y cerramiento del predio	Gl	1
4.3	Camara de carga	Gl	1
4.4	Dispersores	Gl	1
4.5	Decantadores	Gl	3
4.6	Floculadores	Gl	9
4.7	Filtros	Gl	10
4.8	Cisterna	Gl	1
4.9	Casilla para bombas	Gl	1
4.10	Sistemas electrico y edificio de control	Gl	1
4.11	Pavimentación del camino	Gl	1
4.12	Depositos	Gl	1
4.13	Estacionamiento	Gl	1
5-Impulsión tramo 4			
5.1	Excavación menor a 2,5m	m3	5910
5.2	Excavación mayor a 2,5m	m3	1080
5.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 500mm CLASE 6 PEAD con accesorios, c	m	1970
5.4	Relleno y compactación	m3	5062.9
5.5	Construcción de tanque de reserva	Gl	1
5.6	Provisión, acarreo y colocación de equipos de bombeo con todos sus accesorios	Gl	1
5.7	Válvulas de aire	Unidad	1
5.8	Válvulas de desagüe	Unidad	2
5.9	Reparacion de calzada	m2	2364

Etap 3: Construcción de tramo n 2 + cisterna de rebombeo

Rubro	Item	Unidad	Cantidad
6-Impulsión tramo 2			
6.1	Excavación menor a 2,5m	m3	275655
6.2	Excavación mayor a 2,5m	m3	18700
6.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 10 PEAD con accesorios, c	m	3250
6.4	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 8 PEAD con accesorios, c	m	4111
6.5	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 6 PEAD con accesorios, c	m	57499
6.6	Relleno y compactación	m3	226419.8
6.7	Construcción de cisterna en Curuzu	Gl	1
6.8	Provisión, acarreo y colocación de equipo de bombeo con todos sus accesorios	Gl	1
6.9	Válvulas de aire	u	60
6.10	Válvulas de desagüe	u	60
6.11	Cruce especial en arroyos/alcantarillas	Gl	12
6.12	Cruce especial en ruta	Gl	4
6.13	Cruces especial en puente	Gl	3

Etap 4: Construcción de tramo n 3 + cisterna de recepcion

Rubro	Item	Unidad	Cantidad
7-Impulsión tramo 3			
7.1	Excavación menor a 2,5m	m3	202002.5
7.2	Excavación mayor a 2,5m	m3	27000
7.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 10 PEAD con accesorios, c	m	6866
7.4	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 8 PEAD con accesorios, c	m	11692
7.5	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 6 PEAD con accesorios, c	m	62243
7.6	Relleno y compactación	m3	179699.404
7.7	Construcción de cisterna en Sauce	Gl	1
7.8	Provisión, acarreo y colocación de equipo de bombeo con todos sus accesorios	Gl	1
7.9	Válvulas de aire	u	80
7.10	Válvulas de desagüe	u	80
7.11	Cruce especial en arroyos/alcantarillas	Gl	5
7.12	Cruce especial en ruta	Gl	1
7.13	Cruces especial en puente	Gl	4

INSUMOS

MANO DE OBRA		UNIDAD	
MANO DE OBRA		Jornal Base (\$)	Jornal con cargas sociales (\$)
Categoria			
Oficial especializado	h	3,946.00	8,096.40
Oficial	h	3,362.00	6,913.28
Medio oficial	h	3,100.00	6,382.28
Ayudante	h	2,846.00	5,867.88
EQUIPOS			Precio con IVA
Descripcion equipos			
Camion volcador 6 m3 80 HP	h	25,235.44	30,534.88
Retroexcavadora 71 HP	h	36,437.21	44,089.03
Vibrocompactador manual	h	1,678.98	2,031.56
Herramientas menores	h	764.99	925.64
Motobomba 5 HP	h	2,304.74	2,788.74
Acoplado tanque 5000 L	h	790.50	956.50
Vibroapisonador 8 HP	h	2,169.72	2,625.36
Equipo depresor de napas 140 HP	h	30,345.51	36,718.07
Moto hormigonera hasta 350 L 5 HP	h	2,809.15	3,399.07
Cargadora frontal	h	25,634.89	31,018.22
MATERIALES			Precio con IVA
Denominacion comercial			
Tablaestacas metalicas	m2	8,304.50	10,048.45
Arena para asiento de cañeria	m3	16,333.33	19,763.33
Caño PEAD CLASE 6 800mm	m	145,573.00	176,143.33
Caño PEAD CLASE 10 710mm	m	166,090.00	200,968.90
Caño PEAD CLASE 8 710mm	m	146,550.00	177,325.50
Caño PEAD CLASE 6 710mm	m	127,010.00	153,682.10
Caño PEAD CLASE 6 500mm	m	73,275.00	88,662.75
Caño PEAD CLASE 10 355mm	m	117,240.00	141,860.40
Caño PEAD CLASE 8 355mm	m	97,700.00	118,217.00
CAÑO PEAD CLASE 6 355mm	m	58,620.00	70,930.20
Cemento portland normal	kg	178.00	215.38
Arena fina	m3	26,133.33	31,621.33
Piedra	m3	59,774.00	72,326.54
Hierros ADN 42 12mm	kg	1,981.80	2,397.98
Hormigon armado H25	m3	133,831.13	161,935.67
Ladrillos comunes	mil	145,200.00	175,692.00
Codo 90° 800mm	un	80,000.00	96,800.00
Codo 90° 710mm	un	60,000.00	72,600.00
Codo 90° 500mm	un	50,000.00	60,500.00
Codo 90°355mm	un	40,000.00	48,400.00
Curva 45° 800mm	un	95,000.00	114,950.00
Curva 45° 710mm	un	90,000.00	108,900.00
Curva 45° 500mm	un	75,000.00	90,750.00
Curva 45°355mm	un	63,000.00	76,230.00
Equipo de bombeo SISTEMA 1	un	41,522,500.00	50,242,225.00
Equipo de bombeo SISTEMA 2	un	31,264,000.00	37,829,440.00
Equipo de bombeo SISTEMA 3	un	14,655,000.00	17,732,550.00
Equipo de bombeo SISTEMA 4	un	19,540,000.00	23,643,400.00
Valvula de aire triple efecto 400mm	un	3,908,000.00	4,728,680.00
Valvula de aire triple efecto 350mm	un	3,419,500.00	4,137,595.00
Valvula de aire triple efecto 200mm	un	2,442,500.00	2,955,425.00
Valvula de aire triple efecto 150mm	un	1,465,500.00	1,773,255.00
Valvula de desague 400mm	un	3,830,540.00	4,634,953.40
Valvula de desague 200mm	un	2,373,370.00	2,871,777.70
Junta amplia tolerancia	un	720,000.00	871,200.00
Junta amplia tolerancia	un	645,000.00	780,450.00
Grupo electrogeno	Gl	22,471,000.00	27,189,910.00
Caño acero 300mm	m	53,333.33	64,533.33
Caño acero 400mm	m	68,333.33	82,683.33
Manifold sistema 1	un	145,200.00	175,692.00
Manifold sistema 2	un	145,200.00	175,692.00
Manifold sistema 3	un	145,200.00	175,692.00
Manifold sistema 4	un	145,200.00	175,692.00
Valvula de pie 300mm	un	145,200.00	175,692.00
Valvula de pie 400mm	un	145,200.00	175,692.00

Valvula esclusa	un	750,000.00	907,500.00
Valvula de retención	un	800,000.00	968,000.00
Señalización	un	1,700,000.00	2,057,000.00
Muerto de anclaje	un	170000	205700
Reja de ingreso	un	800000	968000
Suelo seleccionado para relleno	m3	30000	36300
Curva acero 300mm	u	60000	72600
Curva acero 400mm	u	70000	84700
Poste madera 7x7x3m	u	12500	15125
Malla Metalica	m	18000	21780
Porton de acceso	u	1200000	1452000
Alambre	m	3001	3631.21
Suelo vegetal/geotextil	m2	3669	4439.49
Muerto de anclaje	un	170002	205702.42
Kit de la estacion elevadora 1 con bombas y valvulas	ud	8,441,125.00	10,213,761.25
Grupo electrogeno 1	ud	29,310,000.00	35,465,100.00
Materiales para casilla de tableros y alojamiento de grupo electrogeno.	ud	5,862,000.00	7,093,020.00
Incluye materiales electricos			
Cal area	kg	180.00	217.80
Valvula de desagüe de hierro ductil Ø110	Ud	720,000.00	871,200.00
Juntamas para PVC Ø400 mm con derivacion a Ø200 mm	Ud	430,000.00	520,300.00
Reduccion PVC J/E C10 de Ø200 mm a Ø110 mm c/aros	Ud	5,000.00	6,050.00
Junta mas para PVC Ø200 mm	Ud	179,197.00	216,828.37
Curva PVC 90° J/E E-E C10 Ø110 mm c/aro	Ud	20,615.00	24,944.15
Valvula de aire triple efecto hierro ductil Ø110 mm bridada	Ud	190,950.00	231,049.50

Análisis de precios unitarios ETAPA 1

Rubro : TOMA DE ADUCCION		Item:	1.1	Unidad:		GL
1- Obra civil de toma						
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.		Costo Parcial
A	Materiales					
348	Señalización	Unidad	1	1700000.00		\$ 1,700,000.00
303	Caño PEAD CLASE 6 800mm	m	1060	145573.00		\$ 154,307,380.00
349	Muerto de anclaje	Unidad	160	170000.00		\$ 27,200,000.00
350	Reja de ingreso	Unidad	2	800000.00		\$ 1,600,000.00
				Sub total (A) Materiales		\$ 184,807,380.00
B	Mano de Obra					
101	Oficial especializado	hs	300.00	\$ 8,096.40		\$ 2,428,920.00
102	Oficial	hs	300.00	\$ 6,913.28		\$ 2,073,984.00
103	Medio oficial	hs	700.00	\$ 6,382.28		\$ 4,467,596.00
104	Ayudante	hs	900.00	\$ 5,867.88		\$ 5,281,092.00
				Sub total (B) Mano de Obra		\$ 14,251,592.00
C	Equipos					
202	Retroexcavadora	hs	150	36437.21		\$ 5,465,581.88
201	Camión volcador	hs	300	25235.44		\$ 7,570,631.25
207	Vibroapisonador 8 HP	hs	120	2169.72		\$ 260,366.40
208	Equipo para depresión de napa	hs	150.00	30345.51		\$ 4,551,826.50
				Sub total (C) Equipo		\$ 17,848,406.03
				COSTO COSTO (A+B+C)		\$ 216,907,378.03
				COEFICIENTE RESUMEN		1.72
				PRECIO		\$ 372,213,060.69

Rubro : 2-Pozo de bombeo		Item:	2.1	Unidad:	m3
2.1 Excavación de zona del pozo					
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A	Materiales				
301	Tablestacas	m2	0.5	8304.50	\$ 4,152.25
				Sub total (A) Materiales	\$ 4,152.25
B	Mano de Obra				
101	Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92
102	Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62
103	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
104	Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16,761.36
C	Equipos				
202	Retroexcavadora 71 HP	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23
201	Camion volcador 6 m3 80 HP	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13
210	Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09
203	Vibrocompactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87
208	Equipo depresor de napas 140 HP	hs	0.75	30345.51	\$ 22,759.13
				Sub total (C) Equipo	\$ 28,207.46
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 49,121.07
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 84,291.76

Rubro : 2-Pozo de bombeo		Item:	2.2	Unidad:	m3
2.2 Relleno y compactación					
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
301	Tablaestacas metalicas	m2	0.5	8304.50	\$ 4,152.25
351	Suelo seleccionado para relleno	m3	0.75	30000.00	\$ 22,500.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 26,652.25
B Mano de Obra					
101	Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92
102	Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62
103	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
104	Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16,761.36
C Equipos					
202	Retroexcavadora 71 HP	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23
201	Camion volcador 6 m3 80 HP	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13
210	Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09
203	Vibrocompactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87
208	Equipo depresor de napas 140 HP	hs	0.75	30345.51	\$ 22,759.13
				Sub total (C) Equipo	\$ 28,207.46
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 71,621.07
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 122,901.76

Análisis de precios unitarios ETAPA 1

Rubro : 2-Pozo de bombeo		Item:	2.3	Unidad:	Gl
2.3 Construcción de pozo de bombeo					
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
301	Tablaestacas metalicas	m2	0.5	8304.50	\$ 4,152.25
316	Ladrillos comunes	mil	1	145200.00	\$ 145,200.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 149,352.25
B Mano de Obra					
101	Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
102	Oficial	hs	10.00	\$ 6,913.28	\$ 69,132.80
103	Medio oficial	hs	30.00	\$ 6,382.28	\$ 191,468.40
104	Ayudante	hs	30.00	\$ 5,867.88	\$ 176,036.40
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 436,637.60
C Equipos					
	Retroexcavadora	hs	8	36437.21	\$ 291,497.70
	Equipo para depresion de napa	hs	68.00	30345.51	\$ 2,063,494.68
	Camion con hidrogua	hs	8.00	73469.03	\$ 587,752.24
				Sub total (C) Equipo	\$ 2,942,744.62
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 3,528,734.47
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 6,055,308.35

Rubro :	2-Pozo de bombeo	Item:	2.4	Unidad:	Gl
2.4 Provisión, acarreo y colocación de sistema de bombeo (incluye equipos, valvulas, etc)					

Provisión e instalación del sistema completo de bombeo, impulsión para c/equipo en caño de acero carretes y curvas de acero SAE 1020, y regulacion

Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Caño guía Ø= 2"	m	26	\$ 53,333.33	\$ 1,386,666.67
2	Caño acero Ø= 400 mm	m	30	\$ 68,333.33	\$ 2,050,000.00
3	Curva 90º Ø= 400 mm	U	4	\$ 70,000.00	\$ 280,000.00
4	Manifold	u	1	\$ 145,200.00	\$ 145,200.00
5	Bomba	u	2	\$ 41,522,500.00	\$ 83,045,000.00
6	Valvula de retencion	u	2	\$ 800,000.00	\$ 1,600,000.00
7	Valvula esclusa	u	2	\$ 750,000.00	\$ 1,500,000.00
8	Junta de amplia tolerancia	u	4	\$ 720,000.00	\$ 2,880,000.00
9	Valvula de aire	u	1	\$ 3,908,000.00	\$ 3,908,000.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 96,794,866.67
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	15.00	\$ 8,096.40	\$ 121,446.00
2	Oficial	hs	25.00	\$ 6,913.28	\$ 172,832.00
3	Medio oficial	hs	30.00	\$ 6,382.28	\$ 191,468.40
4	Ayudante	hs	30.00	\$ 5,867.88	\$ 176,036.40
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 661,782.80
C Equipos					
1	Camión con hidrogrua	hs	15	73469.03	\$ 1,102,035.45
2	Herramientas menores	hs	5	764.99	\$ 3,824.96
				Sub total (C) Equipo	\$ 1,105,860.41
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 98,562,509.88
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 169,133,266.95

Rubro :	2-Pozo de bombeo	Item:	2.5	Unidad:	Gl
2.5 Grupo electrogeno					
Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial	
1	Grupo electrogeno	Gl	1	22,471,000.00	22471000
COSTO COSTO (A+B+C)				\$ 22,471,000.00	
COEFICIENTE RESUMEN				1.72	
PRECIO				\$ 38,560,236.00	

Análisis de precios unitarios ETAPA 1

Rubro	2-Pozo de bombeo	Item:	2.6	Unidad:	Gl
2.6 Construcción de casilla					
Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial	
1 Casilla para bombas	Gl	1	6000000	6000000	
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 6,000,000.00	
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72	
			PRECIO	\$ 10,296,000.00	

Rubro	2-Pozo de bombeo	Item:	2.7	Unidad:	Gl
2.7 Instalacion electrica					
Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial	
A Materiales					
Instalacion electrica	Gl	1	83045000.00	\$ 83,045,000.00	
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 83,045,000.00	
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72	
			PRECIO	\$ 142,505,220.00	

Rubro :	2-Pozo de bombeo	Item:	2.8	Unidad:	Gl
2.8 Cerco y cerramiento del predio					
Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial	
A Materiales					
1 Postes	Unidad	120	12500.00	\$ 1,500,000.00	
2 Malla metalica	m	120	18000.00	\$ 2,160,000.00	
3 Alambre de tensión	m	120	3001.00	\$ 360,120.00	
4 Puerta de acceso	Gl	1	1200000.00	\$ 1,200,000.00	
			Sub total (A) Materiales	\$ 5,220,120.00	
B Mano de Obra					
1 Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00	
2 Oficial	hs	10.00	\$ 6,913.28	\$ 69,132.80	
3 Medio oficial	hs	30.00	\$ 6,382.28	\$ 191,468.40	
4 Ayudante	hs	30.00	\$ 5,867.88	\$ 176,036.40	
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 436,637.60	
C Equipos					
1 Retroexcavadora 71 HP	hs	10	36437.21	\$ 364,372.13	
2 Herramientas menores	hs	60	764.99	\$ 45,899.55	
			Sub total (C) Equipo	\$ 410,271.68	
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 6,067,029.28	
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72	
			PRECIO	\$ 10,411,022.24	

Rubro :	3-Impulsión	Item:	3.1	Unidad:	m3
3.1 Terraplenado y compactación de camino de acceso a pozo de bombeo					
Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial	
A Materiales					
1 suelo seleccionado	m3	0.75	30000.00	\$ 22,500.00	
			Sub total (A) Materiales	\$ 22,500.00	
B Mano de Obra					
1 Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93	
2 Oficial	hs	0.02	\$ 6,913.28	\$ 138.27	
3 Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00	
4 Ayudante	hs	0.1	\$ 5,867.88	\$ 586.79	
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 886.98	
C Equipos					
1 Retroexcavadora 71 HP	hs	0.02	36437.21	\$ 728.74	
2 Acoplado tanque 5000 L	hs	0.02	790.50	\$ 15.81	
3 Cargadora frontal	hs	0.01	25634.89	\$ 256.35	
4 Motoniveladora	hs	0.001	2304.74	\$ 2.30	
6 Vibroapisonador 8 HP	hs	0.001	2169.72	\$ 2.17	
7 Motobomba 5 HP	hs	0.01	2304.74	\$ 23.05	
8 Camión volcador	hs	0.012	25235.44	\$ 302.83	
			Sub total (C) Equipo	\$ 1,331.25	
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 24,718.23	
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72	
			PRECIO	\$ 42,416.49	

Análisis de precios unitarios ETAPA 1

Rubro : 3-Impulsión	Item: 3.2	Unidad: m2
---------------------	-----------	------------

3.2 Provisión, acarreo y colocacion de geotextiles de proteccion del terraplen

Trabajo consistente de recubrimiento talules externo de lagunas, incluye transporte, acarreo y colocación de suelo vegetal hasta un espesor de 0,15m, siembra de césped .

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
2 Suelo vegetal	m2	1.00	3669.00	\$ 3,669.00
			Sub total (A) Materiales	\$ 3,669.00
B Mano de Obra				
1 Oficial especializado	hs	0.000	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2 Oficial	hs	0.05	\$ 6,913.28	\$ 345.66
3 Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4 Ayudante	hs	0.15	\$ 5,867.88	\$ 880.18
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,225.85
C Equipos				
1 Equipos y Herramientas menores	Gl	1.00	764.99	\$ 764.99
			Sub total (C) Equipo	\$ 764.99
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 5,659.84
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 9,712.28

Rubro 3-Impulsión	Item: 3.3	Unidad: m
-------------------	-----------	-----------

3.3 Provisión, acarreo y colocación de cañería 800mm

Provisión, transporte, acarreo y colocación de cañería de PEAD 800 mm de diámetro, Clase 6, con juntas elásticas incluyendo las pruebas hidráulicas, para cañería de impulsión.

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1 Caño PEAD CLASE 6 800mm	m	1.05	145573.00	\$ 152,851.65
2 Arena fina	m3	0.17	26133.33	\$ 4,442.67
3 Accesorios, prueba hidráulica, anclajes, etc.	Gl	1	7642.58	\$ 7,642.58
			Sub total (A) Materiales	\$ 164,936.90
B Mano de Obra				
1 Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93
2 Oficial	hs	0.05	\$ 6,913.28	\$ 345.66
3 Medio oficial	hs	0.05	\$ 6,382.28	\$ 319.11
4 Ayudante	hs	0.18	\$ 5,867.88	\$ 1,056.22
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,882.92
C Equipos				
1 Camion con hidrogrua	hs	0.008	73469.03	\$ 612.24
			Sub total (C) Equipo	\$ 612.24
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 167,432.06
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 287,313.42

Análisis de precios unitarios ETAPA 1

Rubro	3-Impulsión	Item:	3.4	Unidad:	Gl
-------	-------------	-------	-----	---------	----

3.4 Provisión, acarreo y colocación de válvulas y accesorios
Provisión, acarreo y colocación de válvula de aire DN 50 mm, incluye accesorios, piezas especiales, construcción de cámara y la excavación de esta, de acuerdo a plano y especificaciones.

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
2 Hormigón armado	m3	0.675	133831.13	\$ 90,336.01
4 Valvula de aire triple efecto 400mm	Unidad	1	3908000.00	\$ 3,908,000.00
6 Codo 90° 800mm	Unidad	2	80000.00	\$ 160,000.00
7 Curva 45° 800mm	Unidad	2	95000.00	\$ 190,000.00
8 Accesorios y piezas especiales	gl	1	212900.00	\$ 212,900.00
			Sub total (A) Materiales	\$ 4,561,236.01
B Mano de Obra				
1 Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2 Oficial	hs	4.00	\$ 6,913.28	\$ 27,653.12
3 Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4 Ayudante	hs	4.00	\$ 5,867.88	\$ 23,471.52
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 51,124.64
C Equipos				
1 Camion con hidrogua	hs	0.200	73469.03	\$ 14,693.81
Herramientas menores	hs	0.400	764.99	\$ 306.00
			Sub total (C) Equipo	\$ 14,999.80
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 4,627,360.46
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 7,940,550.54

Rubro : , Impulsion	Item:	3.5	Unidad:	Gl
---------------------	-------	-----	---------	----

3.5 Pavimentación del camino de acceso

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1 Hormigon Armado H-21 para pavimento	m3	516.00	133831.13	\$ 69,056,863.08
			Sub total (A) Materiales	\$ 69,056,863.08
B Mano de Obra				
1 Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2 Oficial	hs	50.00	\$ 6,913.28	\$ 345,664.00
3 Medio oficial	hs	80.00	\$ 6,382.28	\$ 510,582.40
4 Ayudante	hs	80.00	\$ 5,867.88	\$ 469,430.40
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,325,676.80
C Equipos				
1 Moto hormigonera hasta 350 L 5 HP	hs	0.15	2809.15	\$ 421.37
Vibrocompactador manual	hs	0.15	1678.98	\$ 251.85
			Sub total (C) Equipo	\$ 673.22
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 70,383,213.10
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 120,777,593.68

Análisis de precios unitarios ETAPA 2

Rubro : 4-Planta potabilizadora		Item:	4.1	Unidad: m³	
4.1 Terraplenado y compactación					
Ítem		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	suelo seleccionado	m3	0.75	30000.00	\$ 22,500.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 22,500.00
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93
2	Oficial	hs	0.02	\$ 6,913.28	\$ 138.27
3	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4	Ayudante	hs	0.1	\$ 5,867.88	\$ 586.79
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 886.98
C Equipos					
1	Retroexcavadora 71 HP	hs	0.02	36437.21	\$ 728.74
2	Acoplado tanque 5000 L	hs	0.02	790.50	\$ 15.81
3	Cargadora frontal	hs	0.01	25634.89	\$ 256.35
4	Motoniveladora	hs	0.001	2304.74	\$ 2.30
6	Vibroapisonador 8 HP	hs	0.001	2169.72	\$ 2.17
7	Motobomba 5 HP	hs	0.01	2304.74	\$ 23.05
8	Camión volcador	hs	0.012	25235.44	\$ 302.83
				Sub total (C) Equipo	\$ 1,331.25
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 24,718.23
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 42,416.49

Rubro : 4-Planta potabilizadora		Item: 4.2		Unidad: Gl	
4.2 Cerco y cerramiento del predio					
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Postes	Unidad	649	12500.00	\$ 8,112,500.00
2	Malla metalica	m	649	18000.00	\$ 11,682,000.00
3	Alambre de tensión	m	649	3001.00	\$ 1,947,649.00
4	Puerta de acceso	Gl	1	1200000.00	\$ 1,200,000.00

Análisis de precios unitarios ETAPA 2

				Sub total (A) Materiales	\$ 22,942,149.00
B	Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2	Oficial	hs	30.00	\$ 6,913.28	\$ 207,398.40
3	Medio oficial	hs	90.00	\$ 6,382.28	\$ 574,405.20
4	Ayudante	hs	90.00	\$ 5,867.88	\$ 528,109.20
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,309,912.80
C	Equipos				
1	Retroexcavadora 71 HP	hs	30	36437.21	\$ 1,093,116.38
2	Herramientas menores	hs	180	764.99	\$ 137,698.65
				Sub total (C) Equipo	\$ 1,230,815.03
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 25,482,876.83
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 43,728,616.63

Rubro :	4-Planta potabilizadora	Item:	4.3	Unidad:	Gl
4.3 Camara de carga					
	Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
1	Camara de carga 2,7*2,7*3m	1	1.000	4005700.00	\$ 4,005,700.00
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 6,873,781.20

Rubro :	4-Planta potabilizadora	Item:	4.4	Unidad:	Gl
4.4 Dispensores					
	Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
	Dispensor	1	1.000	1954000.00	\$ 1,954,000.00
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 3,353,064.00

Rubro :	4-Planta potabilizadora	Item:	4.5	Unidad:	Gl
4.5 Decantadores					
	Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
	Decantador 37*12,5*4,4m	1	1.000	83533500.00	\$ 83,533,500.00
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 143,343,486.00

Rubro :	4-Planta potabilizadora	Item:	4.6	Unidad:	Gl
4.6 Floculadores					
	Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
	Floculador	1	1.000	9144720.00	\$ 9,144,720.00
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 15,692,339.52

Rubro :	4-Planta potabilizadora	Item:	4.7	Unidad:	Gl
4.7 Filtros					
	Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
	Filtro	1	1.000	10219420.00	\$ 10,219,420.00
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 17,536,524.72

Rubro :	4-Planta potabilizadora	Item:	4.8	Unidad:	Gl
4.8 Cisterna					
	Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
	Cisterna 55x55x4m	1	1.000	390800000.00	\$ 390,800,000.00
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 670,612,800.00

Rubro :	4-Planta potabilizadora	Item:	4.90	Unidad:	Gl
4.9 Casilla para bombas					
	Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
1	Casilla para bombas	Gl	1	30000000	30000000
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 30,000,000.00
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 51,480,000.00

Análisis de precios unitarios ETAPA 2

Rubro : 4-Planta potabilizadora	Item: 4.10	Unidad: Gl
---------------------------------	------------	------------

4.10 Sistemas electrico y edificio de control

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
Sistema eléctrico	1	1.000	200000000.00	\$ 200,000,000.00
Edificio de control	1	1.000	488500000.00	\$ 488,500,000.00
COEFICIENTE RESUMEN				1.72
PRECIO				\$ 1,181,466,000.00

Rubro : 4-Planta potabilizadora	Item: 4.11	Unidad: Gl
---------------------------------	------------	------------

4.11 Pavimentación del camino

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1 Hormigon Armado H-21 para pavimento	m3	247.20	133831.13	\$ 33,083,055.34
Sub total (A) Materiales				\$ 33,083,055.34
B Mano de Obra				
1 Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2 Oficial	hs	10.00	\$ 6,913.28	\$ 69,132.80
3 Medio oficial	hs	20.00	\$ 6,382.28	\$ 127,645.60
4 Ayudante	hs	20.00	\$ 5,867.88	\$ 117,357.60
Sub total (B) Mano de Obra				\$ 314,136.00
C Equipos				
1 Moto hormigonera hasta 350 L 5 HP	hs	0.15	2809.15	\$ 421.37
Vibrocompactador manual	hs	0.15	1678.98	\$ 251.85
Sub total (C) Equipo				\$ 673.22
COSTO COSTO (A+B+C)				\$ 33,397,864.56
COEFICIENTE RESUMEN				1.72
PRECIO				\$ 57,310,735.58

Rubro : 4-Planta potabilizadora	Item: 4.12	Unidad: Gl
---------------------------------	------------	------------

4.12 Depositos

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
Depositos	1	1.000	203704500.00	\$ 203,704,500.00
COEFICIENTE RESUMEN				1.72
PRECIO				\$ 349,556,922.00

Rubro : 4-Planta potabilizadora	Item: 4.13	Unidad: Gl
---------------------------------	------------	------------

4.13 Estacionamiento

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
Estacionamiento	1	1.000	48850000.00	\$ 48,850,000.00
COEFICIENTE RESUMEN				1.72
PRECIO				\$ 83,826,600.00

Rubro : 5-Impulsión tramo 4	Item: 5.1	Unidad: m3
-----------------------------	-----------	------------

5.1 Excavación menor a 2,5m

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
0 Tablestacas	m2	0	8304.50	\$ 0.00
Sub total (A) Materiales				\$ 0.00
B Mano de Obra				
0 Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92
0 Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62
0 Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
0 Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82
Sub total (B) Mano de Obra				\$ 16,761.36
C Equipos				
0 Retroexcavadora 71 HP	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23
0 Camion volcador 6 m3 80 HP	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13
0 Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09
0 Vibrocompactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87
0 Equipo depresor de napas 140 HP	hs	0.05	30345.51	\$ 1,517.28
Sub total (C) Equipo				\$ 6,965.60
COSTO COSTO (A+B+C)				\$ 23,726.96
COEFICIENTE RESUMEN				1.72
PRECIO				\$ 40,715.47

Análisis de precios unitarios ETAPA 2

Rubro : 5-Impulsión tramo 4		Item:	5.2	Unidad:		m3
5.2 Excavación mayor a 2,5m						
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.		Costo Parcial
A Materiales						
0	Tablestacas	m2	0.5	8304.50		\$ 4,152.25
				Sub total (A) Materiales		\$ 4,152.25
B Mano de Obra						
0	Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40		\$ 2,428.92
0	Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28		\$ 5,530.62
0	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28		\$ 0.00
0	Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88		\$ 8,801.82
				Sub total (B) Mano de Obra		\$ 16,761.36
C Equipos						
0	Retroexcavadora 71 HP	hs	0.06	36437.21		\$ 2,186.23
0	Camion volcador 6 m3 80 HP	hs	0.06	25235.44		\$ 1,514.13
0	Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89		\$ 1,538.09
0	Vibrocompactador manual	hs	0.125	1678.98		\$ 209.87
0	Equipo depresor de napas 140 HP	hs	0.20	30345.51		\$ 6,069.10
				Sub total (C) Equipo		\$ 11,517.43
				COSTO COSTO (A+B+C)		\$ 32,431.04
				COEFICIENTE RESUMEN		1.60
				PRECIO		\$ 51,986.96

Rubro : 5-Impulsión tramo 4		Item:	5.3	Unidad: m	
5.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 500mm CLASE 6 PEAD con accesorios, cama de arena, etc				
Provisión, transporte, acarreo y colocación de cañería de PEAD 500 mm de diámetro, Clase 6, con juntas elásticas incluyendo las pruebas hidráulicas, para cañería de impulsión.					
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Caño PEAD CLASE 6 500mm	m	1.05	73275.00	\$ 76,938.75
2	Arena fina	m³	0.17	26133.33	\$ 4,442.67
3	Accesorios, prueba hidráulica, anclajes, etc.	Gl	1	3846.94	\$ 3,846.94
				Sub total (A) Materiales	\$ 85,228.35
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93
2	Oficial	hs	0.05	\$ 6,913.28	\$ 345.66
3	Medio oficial	hs	0.05	\$ 6,382.28	\$ 319.11
4	Ayudante	hs	0.18	\$ 5,867.88	\$ 1,056.22
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,882.92
C Equipos					
1	Camion con hidrogrua	hs	0.008	73469.03	\$ 612.24
				Sub total (C) Equipo	\$ 612.24
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 87,723.52
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 150,533.56

Rubro : 5-Impulsión tramo 4		Item:	5.4	Unidad: m3	
5.4 Relleno y compactación					
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Tablestacas	m2	0.5	16333.33	\$ 8,166.67
2	Suelo seleccionado para relleno	m3	0.75	30000.00	\$ 22,500.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 30,666.67
B Mano de Obra					
101	Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92
102	Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62
103	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
104	Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16,761.36
C Equipos					
1	Retroexcavadora	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23
2	Camión volcador	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13
3	Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09
4	Compactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87
5	Equipo para depresión de napa	hs	0.05	30345.51	\$ 1,517.28
				Sub total (C) Equipo	\$ 6,965.60
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 54,393.63
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 93,339.47

Rubro : 5-Impulsión tramo 4		Item:	5.5	Unidad:		Gl
5.5 Construcción de tanque de reserva						
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.		Costo Parcial

Análisis de precios unitarios ETAPA 2

	Tanque de reserva	1	1.000	48850000.00	\$ 48,850,000.00
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 83,826,600.00

Rubro :	5-Impulsión tramo 4	Item:	5.6	Unidad:	Gl
5.6 Provisión, acarreo y colocación de equipos de bombeo con todos sus accesorios					

Provisión e instalación del sistema completo de bombeo, impulsión para c/equipo en caño de acero carreteles y curvas de acero SAE 1020, y regulacion

Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Caño guía Ø= 2"	m	26	53333.33	\$ 1,386,666.67
2	Caño acero Ø= 400 mm	m	30	68333.33	\$ 2,050,000.00
5	Curva 90° Ø= 400 mm	U	4	70000.00	\$ 280,000.00
7	Manifold	u	1	145200.00	\$ 145,200.00
	Bomba SISTEMA 4	u	2	19540000.00	\$ 39,080,000.00
	Valvula de retencion	u	2	800000.00	\$ 1,600,000.00
	Valvula esclusa	u	2	750000.00	\$ 1,500,000.00
	Junta de amplia tolerancia	u	4	720000.00	\$ 2,880,000.00
	Valvula de aire	u	1	3419500.00	\$ 3,419,500.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 52,341,366.67
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	15.00	\$ 8,096.40	\$ 121,446.00
2	Oficial	hs	25.00	\$ 6,913.28	\$ 172,832.00
3	Medio oficial	hs	30.00	\$ 6,382.28	\$ 191,468.40
4	Ayudante	hs	30.00	\$ 5,867.88	\$ 176,036.40
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 661,782.80
C Equipos					
1	Camión con hidrogrua	hs	15	73469.03	\$ 1,102,035.45
	Herramientas menores	hs	5	764.99	\$ 3,824.96
				Sub total (C) Equipo	\$ 1,105,860.41
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 54,109,009.88
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 92,851,060.95

Rubro :	5-Impulsión tramo 4	Item:	5.7	Unidad:	U
5.7	Válvulas de aire				

Provisión, acarreo y colocación de válvula de aire, incluye accesorios, piezas especiales, construcción de cámara y la excavación de esta, de acuerdo a plano y especificaciones.

Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Cámara	Unidad	1	1025850.00	\$ 1,025,850.00
4	Valvula de aire triple efecto 350mm	Unidad	1	3419500.00	\$ 3,419,500.00
8	Accesorios y piezas especiales	gl	1	683900.00	\$ 683,900.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 5,129,250.00
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2	Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28	\$ 55,306.24
3	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4	Ayudante	hs	8.00	\$ 5,867.88	\$ 46,943.04
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 102,249.28
C Equipos					
1	Herramientas menores	hs	8.000	764.99	\$ 6,119.94
				Sub total (C) Equipo	\$ 6,119.94
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 5,237,619.22
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 8,987,754.58

Rubro :	5-Impulsión tramo 4	Item:	5.8	Unidad:	U
5.8	Válvulas de desagüe				

Provisión, acarreo y colocación de válvula de desagüe, incluye accesorios, piezas especiales, construcción de cámara y la excavación de esta, de acuerdo a plano y especificaciones.

Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Cámara	Unidad	1	1149162.00	\$ 1,149,162.00
4	Valvula de desagüe 400mm	Unidad	1	3830540.00	\$ 3,830,540.00
8	Accesorios y piezas especiales	gl	1	766108.00	\$ 766,108.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 5,745,810.00
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2	Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28	\$ 55,306.24
3	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4	Ayudante	hs	8.00	\$ 5,867.88	\$ 46,943.04
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 102,249.28
C Equipos					

Análisis de precios unitarios ETAPA 2

1	Herramientas menores	hs	8.000	764.99	\$ 6,119.94
				Sub total (C) Equipo	\$ 6,119.94
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 5,854,179.22
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 10,045,771.54

Rubro :	5-Impulsión tramo 4	Item:	5.9	Unidad:	m2
5.9	Reparacion de calzada				

Rotura y reconstrucción de calzadas de tierra incluyen la provisión y acarreo de materiales y mano de obra completa.

Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Cemento	kg	5.60	178.00	\$ 996.80
2	Arena	m3	0.01	26133.33	\$ 209.07
3	Piedra	m3	0.01	59774.00	\$ 717.29
4	Suelo seleccionado	m3	0.2	30000.00	\$ 6,000.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 7,923.15
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	0.03	\$ 8,096.40	\$ 242.89
2	Oficial	hs	0.02	\$ 6,913.28	\$ 138.27
3	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4	Ayudante	hs	0.06	\$ 5,867.88	\$ 352.07
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 733.23
C Equipos					
1	Camión volcador	hs	0.02	25235.44	\$ 504.71
2	Cargadora frontal	hs	0.02	25634.89	\$ 512.70
3	Motoniveladora	hs	0.01	2169.72	\$ 21.70
4	Compactador manual	hs	0.05	1678.98	\$ 83.95
5	Equipos y herramientas menores	hs	1	764.99	\$ 764.99
				Sub total (C) Equipo	\$ 1,888.05
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 10,544.43
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 18,094.24

Análisis de precios unitarios ETAPA 3

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.1	Unidad:	m3
	6.1 Excavación menor a 2,5m				
Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial	
A Materiales					
1 Tablestacas	m2	0	8304.50	\$ 0.00	
			Sub total (A) Materiales	\$ 0.00	
B Mano de Obra					
1 Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92	
2 Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62	
3 Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00	
4 Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82	
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16,761.36	
C Equipos					
1 Retroexcavadora 71 HP	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23	
2 Camion volcador 6 m3 80 HP	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13	
3 Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09	
4 Vibrocompactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87	
5 Equipo depresor de napas 140 HP	hs	0.05	30345.51	\$ 1,517.28	
			Sub total (C) Equipo	\$ 6,965.60	
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 23,726.96	
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72	
			PRECIO	\$ 40,715.47	

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.2	Unidad:	m3
	6.2 Excavación mayor a 2,5m				
Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial	
A Materiales					
1 Tablestacas	m2	0.5	8304.50	\$ 4,152.25	
			Sub total (A) Materiales	\$ 4,152.25	
B Mano de Obra					
1 Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92	
2 Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62	
3 Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00	
4 Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82	
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16,761.36	
C Equipos					
1 Retroexcavadora 71 HP	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23	
2 Camion volcador 6 m3 80 HP	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13	
3 Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09	
4 Vibrocompactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87	
5 Equipo depresor de napas 140 HP	hs	0.20	30345.51	\$ 6,069.10	
			Sub total (C) Equipo	\$ 11,517.43	
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 32,431.04	
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72	
			PRECIO	\$ 55,651.67	

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.3	Unidad:	m
6.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 10 PEAD con accesorios, cama de arena, etc				
	Provisión, transporte, acarreo y colocación de cañería de PEAD 710 mm de diámetro, Clase 10, con juntas elásticas incluyendo las pruebas hidráulicas, para cañería de impulsión.				
Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial	
A Materiales					
1 Caño PEAD CLASE 10 710mm	m	1.05	166090.00	\$ 174,394.50	
2 Arena fina	m3	0.17	26133.33	\$ 4,442.67	
3 Accesorios, prueba hidráulica, anclajes, etc.	Gl	1	8719.73	\$ 8,719.73	
			Sub total (A) Materiales	\$ 187,556.89	
B Mano de Obra					
1 Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93	
2 Oficial	hs	0.05	\$ 6,913.28	\$ 345.66	
3 Medio oficial	hs	0.05	\$ 6,382.28	\$ 319.11	
4 Ayudante	hs	0.18	\$ 5,867.88	\$ 1,056.22	
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,882.92	
C Equipos					
1 Camion con hidrogrua	hs	0.008	73469.03	\$ 612.24	
			Sub total (C) Equipo	\$ 612.24	
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 190,052.06	
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72	
			PRECIO	\$ 326,129.33	

Análisis de precios unitarios ETAPA 3

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.4	Unidad:	m
6.4	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 8 PEAD con accesorios, cama de arena, etc				
Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 8 PEAD con accesorios, cama de arena, etc					
con juntas elásticas incluyendo las pruebas hidráulicas, para cañería de impulsión.					
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Caño PEAD CLASE 8 710mm	m	1.05	146550.00	\$ 153,877.50
2	Arena fina	m3	0.17	26133.33	\$ 4,442.67
3	Accesorios, prueba hidráulica, anclajes, etc.	Gl	1	8719.73	\$ 8,719.73
				Sub total (A) Materiales	\$ 167,039.89
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93
2	Oficial	hs	0.05	\$ 6,913.28	\$ 345.66
3	Medio oficial	hs	0.05	\$ 6,382.28	\$ 319.11
4	Ayudante	hs	0.18	\$ 5,867.88	\$ 1,056.22
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,882.92
C Equipos					
1	Camion con hidrogrua	hs	0.008	73469.03	\$ 612.24
				Sub total (C) Equipo	\$ 612.24
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 169,535.06
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 290,922.16

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.5	Unidad:	m
6.5	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 6 PEAD con accesorios, cama de arena, etc				
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Caño PEAD CLASE 6 710mm	m	1.05	127010.00	\$ 133,360.50
2	Arena fina	m3	0.17	26133.33	\$ 4,442.67
3	Accesorios, prueba hidráulica, anclajes, etc.	Gl	1	8719.73	\$ 8,719.73
				Sub total (A) Materiales	\$ 146,522.89
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93
2	Oficial	hs	0.05	\$ 6,913.28	\$ 345.66
3	Medio oficial	hs	0.05	\$ 6,382.28	\$ 319.11
4	Ayudante	hs	0.18	\$ 5,867.88	\$ 1,056.22
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,882.92
C Equipos					
1	Camion con hidrogrua	hs	0.008	73469.03	\$ 612.24
				Sub total (C) Equipo	\$ 612.24
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 149,018.06
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 255,714.99

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.6	Unidad:	m3
6.6	Relleno y compactación				
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Tablestacas	m2	0.5	16333.33	\$ 8,166.67
2	Suelo seleccionado para relleno	m3	0.75	30000.00	\$ 22,500.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 30,666.67
B Mano de Obra					
101	Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92
102	Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62
103	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
104	Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16,761.36
C Equipos					
	Retroexcavadora	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23
	Camión volcador	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13
	Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09
	Compactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87
	Equipo para depresión de napa	hs	0.05	30345.51	\$ 1,517.28
				Sub total (C) Equipo	\$ 6,965.60
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 54,393.63
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 93,339.47

Análisis de precios unitarios ETAPA 3

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.7	Unidad:	Gl
6.7 Construcción de cisterna en Curuzu					
Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial	
Cisterna	1	1.000	146550000.00	\$ 146,550,000.00	
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72	
			PRECIO	\$ 251,479,800.00	

Rubro	5-Impulsión tramo 4	Item:	6.8	Unidad:	Gl
6.8 Provisión, acarreo y colocación de equipo de bombeo con todos sus accesorios					

Provisión e instalación del sistema completo de bombeo, impulsión para c/equipo en caño de acero carreteles y curvas de acero SAE 1020, y regulacion

Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A	Materiales				
1	Caño guía Ø= 2"	m	26	53333.33	\$ 1,386,666.67
2	Caño acero Ø= 400 mm	m	30	68333.33	\$ 2,050,000.00
5	Curva 90º Ø= 400 mm	U	4	70000.00	\$ 280,000.00
7	Manifold	u	1	145200.00	\$ 145,200.00
	Equipo de bombeo SISTEMA 2	u	2	31264000.00	\$ 62,528,000.00
	Valvula de retencion	u	2	800000.00	\$ 1,600,000.00
	Valvula esclusa	u	2	750000.00	\$ 1,500,000.00
	Junta de amplia tolerancia	u	4	720000.00	\$ 2,880,000.00
	Valvula de aire	u	2	3419500.00	\$ 6,839,000.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 79,208,866.67
B	Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	15.00	\$ 8,096.40	\$ 121,446.00
2	Oficial	hs	25.00	\$ 6,913.28	\$ 172,832.00
3	Medio oficial	hs	30.00	\$ 6,382.28	\$ 191,468.40
4	Ayudante	hs	30.00	\$ 5,867.88	\$ 176,036.40
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 661,782.80
C	Equipos				
1	Camión con hidrogrua	hs	15	73469.03	\$ 1,102,035.45
	Herramientas menores	hs	5	764.99	\$ 3,824.96
				Sub total (C) Equipo	\$ 1,105,860.41
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 80,976,509.88
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 138,955,690.95

Rubro	5-Impulsión tramo 4	Item:	6.9	Unidad:	U
6.9	Válvulas de aire				

Provisión, acarreo y colocación de válvula de aire, incluye accesorios, piezas especiales, construcción de cámara y la excavación de esta, de acuerdo a plano y especificaciones.

Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A	Materiales				
1	Cámara	Unidad	1	1025850.00	\$ 1,025,850.00
2	Valvula de aire triple efecto 350mm	Unidad	1	3419500.00	\$ 3,419,500.00
3	Accesorios y piezas especiales	gl	1	683900.00	\$ 683,900.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 5,129,250.00
B	Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2	Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28	\$ 55,306.24
3	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4	Ayudante	hs	8.00	\$ 5,867.88	\$ 46,943.04
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 102,249.28
C	Equipos				
1	Herramientas menores	hs	8.000	764.99	\$ 6,119.94
				Sub total (C) Equipo	\$ 6,119.94
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 5,237,619.22
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 8,987,754.58

Análisis de precios unitarios ETAPA 3

Rubro	5-Impulsión tramo 4	Item:	6.10	Unidad:	U
6.10	Válvulas de desagüe				

Provisión, acarreo y colocación de válvula de desagüe, incluye accesorios, piezas especiales, construcción de cámara y la excavación de esta, de acuerdo a plano y especificaciones.

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1	Cámara	Unidad	1	1149162.00
4	Valvula de desagüe 400mm	Unidad	1	3830540.00
8	Accesorios y piezas especiales	gl	1	766108.00
			Sub total (A) Materiales	\$ 5,745,810.00
B Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40
2	Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28
3	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28
4	Ayudante	hs	8.00	\$ 5,867.88
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 102,249.28
C Equipos				
1	Herramientas menores	hs	8.000	764.99
			Sub total (C) Equipo	\$ 6,119.94
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 5,854,179.22
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 10,045,771.54

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.11	Unidad:	Gl
6.11	Cruce especial en aroyos/alcantarillas				

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1	Caño acero D° 30" e= 6,4 mm	kg	3577.77	1981.80
			Sub total (A) Materiales	\$ 7,090,429.31
B Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	2.00	\$ 8,096.40
2	Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28
3	Medio oficial	hs	6.00	\$ 6,382.28
4	Ayudante	hs	10.00	\$ 5,867.88
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 168,471.52
C Equipos				
1	Retroexcavadora 71 HP	hs	3	\$ 36,437.21
2	Camion con hidrogua	hs	3	\$ 73,469.03
			Sub total (C) Equipo	\$ 329,718.73
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 7,588,619.56
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 13,022,071.16

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.12	Unidad:	Gl
6.12	Cruce especial en ruta				

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1	Caño acero D° 30" e= 6,4 mm	kg	3577.77	1981.80
			Sub total (A) Materiales	\$ 7,090,429.31
B Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	2.00	\$ 8,096.40
2	Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28
3	Medio oficial	hs	6.00	\$ 6,382.28
4	Ayudante	hs	10.00	\$ 5,867.88
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 168,471.52
C Equipos				
1	Retroexcavadora 71 HP	hs	3	\$ 36,437.21
2	Camion con hidrogua	hs	3	\$ 73,469.03
			Sub total (C) Equipo	\$ 329,718.73
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 7,588,619.56
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 13,022,071.16

Rubro	6-Impulsión tramo 2	Item:	6.13	Unidad:	Gl
6.13	Cruces especial en puente				

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1	Caño acero D° 30" e= 6,4 mm	kg	3577.77	1981.80
			Sub total (A) Materiales	\$ 7,090,429.31
B Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	5.00	\$ 8,096.40
2	Oficial	hs	10.00	\$ 6,913.28
3	Medio oficial	hs	15.00	\$ 6,382.28
4	Ayudante	hs	15.00	\$ 5,867.88
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 293,367.20
C Equipos				
1	Retroexcavadora 71 HP	hs	2	\$ 36,437.21
2	Camion con hidrogua	hs	20	\$ 73,469.03
			Sub total (C) Equipo	\$ 1,542,255.03
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 8,926,051.53
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 15,317,104.43

Análisis de precios unitarios ETAPA 4

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.1	Unidad:	m3
	7.1 Excavación menor a 2,5m				
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A	Materiales				
1	Tablestacas	m2	0	8304.50	\$ 0.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 0.00
B	Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92
2	Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62
3	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4	Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16,761.36
C	Equipos				
1	Retroexcavadora 71 HP	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23
2	Camion volcador 6 m3 80 HP	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13
3	Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09
4	Vibrocompactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87
5	Equipo depresor de napas 140 HP	hs	0.05	30345.51	\$ 1,517.28
				Sub total (C) Equipo	\$ 6,965.60
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 23,726.96
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 40,715.47

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.2	Unidad:	m3
	7.2 Excavación mayor a 2,5m				
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A	Materiales				
0	Tablestacas	m2	0.5	8304.50	\$ 4,152.25
				Sub total (A) Materiales	\$ 4,152.25
B	Mano de Obra				
0	Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92
0	Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62
0	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
0	Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16,761.36
C	Equipos				
0	Retroexcavadora 71 HP	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23
0	Camion volcador 6 m3 80 HP	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13
0	Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09
0	Vibrocompactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87
0	Equipo depresor de napas 140 HP	hs	0.20	30345.51	\$ 6,069.10
				Sub total (C) Equipo	\$ 11,517.43
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 32,431.04
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 55,651.67

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.3	Unidad:	m
7.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 10 PEAD con accesorios, cama de arena, etc Provisión, transporte, acarreo y colocación de cañería de PEAD 355 mm de diámetro, Clase 10, con juntas elásticas incluyendo las pruebas hidráulicas, para cañería de impulsión.				
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A	Materiales				
1	Caño PEAD CLASE 10 355mm	m	1.05	117240.00	\$ 123,102.00
2	Arena fina	m3	0.1	26133.33	\$ 2,613.33
3	Accesorios, prueba hidráulica, anclajes, etc.	Gl	1	6155.10	\$ 6,155.10
				Sub total (A) Materiales	\$ 131,870.43
B	Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93
2	Oficial	hs	0.05	\$ 6,913.28	\$ 345.66
3	Medio oficial	hs	0.05	\$ 6,382.28	\$ 319.11
4	Ayudante	hs	0.18	\$ 5,867.88	\$ 1,056.22
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,882.92
C	Equipos				
1	Camion con hidrogrua	hs	0.008	73469.03	\$ 612.24
				Sub total (C) Equipo	\$ 612.24
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 134,365.60
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 230,571.37

Análisis de precios unitarios ETAPA 4

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.4	Unidad:	m
7.4	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 8 PEAD con accesorios, cama de arena, etc con juntas elásticas incluyendo las pruebas hidráulicas, para cañería de impulsión.				
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Caño PEAD CLASE 8 355mm	m	1.05	97700.00	\$ 102,585.00
2	Arena fina	m3	0.1	26133.33	\$ 2,613.33
3	Accesorios, prueba hidráulica, anclajes, etc.	Gl	1	6155.10	\$ 6,155.10
				Sub total (A) Materiales	\$ 111,353.43
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93
2	Oficial	hs	0.05	\$ 6,913.28	\$ 345.66
3	Medio oficial	hs	0.05	\$ 6,382.28	\$ 319.11
4	Ayudante	hs	0.18	\$ 5,867.88	\$ 1,056.22
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,882.92
C Equipos					
1	Camión con hidrogrua	hs	0.008	73469.03	\$ 612.24
				Sub total (C) Equipo	\$ 612.24
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 113,848.60
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 195,364.20

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.5	Unidad:	m
7.5	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 6 PEAD con accesorios, cama de arena, etc con juntas elásticas incluyendo las pruebas hidráulicas, para cañería de impulsión.				
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	CAÑO PEAD CLASE 6 355mm	m	1.05	58620.00	\$ 61,551.00
2	Arena fina	m3	0.1	26133.33	\$ 2,613.33
3	Accesorios, prueba hidráulica, anclajes, etc.	Gl	1	6155.10	\$ 6,155.10
				Sub total (A) Materiales	\$ 70,319.43
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	0.02	\$ 8,096.40	\$ 161.93
2	Oficial	hs	0.05	\$ 6,913.28	\$ 345.66
3	Medio oficial	hs	0.05	\$ 6,382.28	\$ 319.11
4	Ayudante	hs	0.18	\$ 5,867.88	\$ 1,056.22
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 1,882.92
C Equipos					
1	Camión con hidrogrua	hs	0.008	73469.03	\$ 612.24
				Sub total (C) Equipo	\$ 612.24
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 72,814.60
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 124,949.85

Análisis de precios unitarios ETAPA 4

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.6	Unidad:	m3
7.6 Relleno y compactación					
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Tablestacas	m2	0.5	16333.33	\$ 8,166.67
2	Suelo seleccionado para relleno	m3	0.75	30000.00	\$ 22,500.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 30,666.67
B Mano de Obra					
101	Oficial especializado	hs	0.30	\$ 8,096.40	\$ 2,428.92
102	Oficial	hs	0.80	\$ 6,913.28	\$ 5,530.62
103	Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
104	Ayudante	hs	1.50	\$ 5,867.88	\$ 8,801.82
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 16,761.36
C Equipos					
	Retroexcavadora	hs	0.06	36437.21	\$ 2,186.23
	Camión volcador	hs	0.06	25235.44	\$ 1,514.13
	Cargadora frontal	hs	0.06	25634.89	\$ 1,538.09
	Compactador manual	hs	0.125	1678.98	\$ 209.87
	Equipo para depresión de napa	hs	0.05	30345.51	\$ 1,517.28
				Sub total (C) Equipo	\$ 6,965.60
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 54,393.63
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 93,339.47

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.7	Unidad:	Gl
7.7 Construcción de cisterna en Sauce					
Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
	Cisterna	l	1.000	117240000.00	\$ 117,240,000.00
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 201,183,840.00

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.8	Unidad:	Gl
7.8 Provisión, acarreo y colocación de equipo de bombeo con todos sus accesorios					

Provisión e instalación del sistema completo de bombeo, impulsión para c/equipo en caño de acero carretes y curvas de acero SAE 1020, y regulacion

Item		Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales					
1	Caño guía Ø= 2"	m	26	53333.33	\$ 1,386,666.67
2	Caño acero Ø= 400 mm	m	30	68333.33	\$ 2,050,000.00
5	Curva 90° Ø= 400 mm	U	4	70000.00	\$ 280,000.00
7	Manifold	u	1	145200.00	\$ 145,200.00
	Equipo de bombeo SISTEMA 3	u	2	14655000.00	\$ 29,310,000.00
	Valvula de retencion	u	2	800000.00	\$ 1,600,000.00
	Valvula esclusa	u	2	750000.00	\$ 1,500,000.00
	Junta de amplia tolerancia	u	4	720000.00	\$ 2,880,000.00
	Valvula de aire	u	2	3419500.00	\$ 6,839,000.00
				Sub total (A) Materiales	\$ 45,990,866.67
B Mano de Obra					
1	Oficial especializado	hs	15.00	\$ 8,096.40	\$ 121,446.00
2	Oficial	hs	25.00	\$ 6,913.28	\$ 172,832.00
3	Medio oficial	hs	30.00	\$ 6,382.28	\$ 191,468.40
4	Ayudante	hs	30.00	\$ 5,867.88	\$ 176,036.40
				Sub total (B) Mano de Obra	\$ 661,782.80
C Equipos					
1	Camión con hidrogrua	hs	15	73469.03	\$ 1,102,035.45
	Herramientas menores	hs	5	764.99	\$ 3,824.96
				Sub total (C) Equipo	\$ 1,105,860.41
				COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 47,758,509.88
				COEFICIENTE RESUMEN	1.72
				PRECIO	\$ 81,953,602.95

Análisis de precios unitarios ETAPA 4

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.9	Unidad:	U
7.9	Válvulas de aire				

Provisión, acarreo y colocación de válvula de aire, incluye accesorios, piezas especiales, construcción de cámara y la excavación de esta, de acuerdo a plano y especificaciones.

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1 Cámara	Unidad	1	732750.00	\$ 732,750.00
4 Válvula de aire triple efecto 200mm	Unidad	1	2442500.00	\$ 2,442,500.00
8 Accesorios y piezas especiales	gl	1	488500.00	\$ 488,500.00
			Sub total (A) Materiales	\$ 3,663,750.00
B Mano de Obra				
1 Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2 Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28	\$ 55,306.24
3 Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4 Ayudante	hs	8.00	\$ 5,867.88	\$ 46,943.04
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 102,249.28
C Equipos				
1 Herramientas menores	hs	8.000	764.99	\$ 6,119.94
			Sub total (C) Equipo	\$ 6,119.94
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 3,772,119.22
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 6,472,956.58

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.10	Unidad:	U
7.10	Válvulas de desague				

Provisión, acarreo y colocación de válvula de desague, incluye accesorios, piezas especiales, construcción de cámara y la excavación de esta, de acuerdo a plano y especificaciones.

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1 Cámara	Unidad	1	712011.00	\$ 712,011.00
4 Válvula de desague 200mm	Unidad	1	2373370.00	\$ 2,373,370.00
8 Accesorios y piezas especiales	gl	1	474674.00	\$ 474,674.00
			Sub total (A) Materiales	\$ 3,560,055.00
B Mano de Obra				
1 Oficial especializado	hs	0.00	\$ 8,096.40	\$ 0.00
2 Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28	\$ 55,306.24
3 Medio oficial	hs	0.00	\$ 6,382.28	\$ 0.00
4 Ayudante	hs	8.00	\$ 5,867.88	\$ 46,943.04
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 102,249.28
C Equipos				
1 Herramientas menores	hs	8.000	764.99	\$ 6,119.94
			Sub total (C) Equipo	\$ 6,119.94
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 3,668,424.22
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 6,295,015.96

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.11	Unidad:	Gl
7.11	Cruce especial en aroyos/alcantarillas				

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1 Caño acero D° 15" e= 6,4 mm	kg	1773.73	1981.80	\$ 3,515,186.37
			Sub total (A) Materiales	\$ 3,515,186.37
B Mano de Obra				
1 Oficial especializado	hs	2.00	\$ 8,096.40	\$ 16,192.80
2 Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28	\$ 55,306.24
3 Medio oficial	hs	6.00	\$ 6,382.28	\$ 38,293.68
4 Ayudante	hs	10.00	\$ 5,867.88	\$ 58,678.80
			Sub total (B) Mano de Obra	\$ 168,471.52
C Equipos				
1 Retroexcavadora 71 HP	hs	3	\$ 36,437.21	\$ 109,311.64
2 Camion con hidrogrua	hs	3	\$ 73,469.03	\$ 220,407.09
			Sub total (C) Equipo	\$ 329,718.73
			COSTO COSTO (A+B+C)	\$ 4,013,376.61
			COEFICIENTE RESUMEN	1.72
			PRECIO	\$ 6,886,954.27

Análisis de precios unitarios ETAPA 4

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.12	Unidad:	Gl
7.12	Cruce especial en ruta				

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1	Caño acero D° 30" e= 6,4 mm	kg	1773.73	1981.80
				Sub total (A) Materiales
				\$ 3,515,186.37
B Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	2.00	\$ 8,096.40
2	Oficial	hs	8.00	\$ 6,913.28
3	Medio oficial	hs	6.00	\$ 6,382.28
4	Ayudante	hs	10.00	\$ 5,867.88
				Sub total (B) Mano de Obra
				\$ 168,471.52
C Equipos				
1	Retroexcavadora 71 HP	hs	3	\$ 36,437.21
2	Camion con hidrogrua	hs	3	\$ 73,469.03
				Sub total (C) Equipo
				\$ 329,718.73
				COSTO COSTO (A+B+C)
				\$ 4,013,376.61
				COEFICIENTE RESUMEN
				1.72
				PRECIO
				\$ 6,886,954.27

Rubro	7-Impulsión tramo 3	Item:	7.13	Unidad:	Gl
7.13	Cruces especial en puente				

Item	Unidad	Rendimiento	Costo Unit.	Costo Parcial
A Materiales				
1	Caño acero D° 30" e= 6,4 mm	kg	1773.73	1981.80
				Sub total (A) Materiales
				\$ 3,515,186.37
B Mano de Obra				
1	Oficial especializado	hs	5.00	\$ 8,096.40
2	Oficial	hs	10.00	\$ 6,913.28
3	Medio oficial	hs	15.00	\$ 6,382.28
4	Ayudante	hs	15.00	\$ 5,867.88
				Sub total (B) Mano de Obra
				\$ 293,367.20
C Equipos				
1	Retroexcavadora 71 HP	hs	2	\$ 36,437.21
2	Camion con hidrogrua	hs	20	\$ 73,469.03
				Sub total (C) Equipo
				\$ 1,542,255.03
				COSTO COSTO (A+B+C)
				\$ 5,350,808.59
				COEFICIENTE RESUMEN
				1.72
				PRECIO
				\$ 9,181,987.54

PRESUPUESTO

Etapa 1: Construcción de la obra de toma, pozo de bombeo y tramo de impulsión N°1 pozo de bombeo-planta potabilizadora con su terraplén.					
Rubro	Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio
1- Toma de aducción					
1.1	Obra civil de toma	GL	1	\$ 372,213,060.69	\$ 372,213,060.69
2-Pozo de bombeo					
2.1	Excavación de zona del pozo	m3	112	\$ 84,291.76	\$ 9,445,516.39
2.2	Relleno y compactación	m3	3.75	\$ 122,901.76	\$ 460,881.59
2.3	Construcción de pozo de bombeo	Gl	1	\$ 6,055,308.35	\$ 6,055,308.35
2.4	Provisión, acarreo y colocación de sistema de bombeo (incluye equ	Gl	1	\$ 169,133,266.95	\$ 169,133,266.95
2.5	Grupo electrogeno	Gl	1	\$ 38,560,236.00	\$ 38,560,236.00
2.6	Construcción de casilla	Gl	1	\$ 10,296,000.00	\$ 10,296,000.00
2.7	Instalacion electrica	Gl	1	\$ 142,505,220.00	\$ 142,505,220.00
2.8	Cerco y cerramiento del predio	Gl	1	\$ 10,411,022.24	\$ 10,411,022.24
3-Impulsión					
3.1	Terraplenado y compactación de camino de acceso a pozo de bomb	m3	27593	\$ 42,416.49	\$ 1,170,402,333.94
3.2	Provisión, acarreo y colocacion de geotextiles de proteccion del ter	m2	2040	\$ 9,712.28	\$ 19,809,843.16
3.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería 800mm	m	430	\$ 287,313.42	\$ 123,544,772.06
3.4	Provisión, acarreo y colocación de válvulas y accesorios	Gl	1	\$ 7,940,550.54	\$ 7,940,550.54
3.5	Pavimentación del camino de acceso	Gl	1	\$ 120,777,593.68	\$ 120,777,593.68
TOTAL PRESUPUESTO ETAPA 1					\$ 2,201,555,605.59 \$ ARGENTINOS
					\$ 2,253,383.42 \$USD

Etapa 2: Construcción de planta potabilizadora y tramo de impulsión N° 4 planta potabilizadora-Monte Caseros.					
Rubro	Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio
4-Planta potabilizadora					
4.1	Terraplenado y compactación	m3	24205	\$ 42,416.49	\$ 1,026,691,038.45
4.2	Cerco y cerramiento del predio	Gl	1	\$ 43,728,616.63	\$ 43,728,616.63
4.3	Camara de carga	Gl	1	\$ 6,873,781.20	\$ 6,873,781.20
4.4	Dispersores	Gl	1	\$ 3,353,064.00	\$ 3,353,064.00
4.5	Decantadores	Gl	3	\$ 143,343,486.00	\$ 430,030,458.00
4.6	Floculadores	Gl	9	\$ 15,692,339.52	\$ 141,231,055.68
4.7	Filtros	Gl	10	\$ 17,536,524.72	\$ 175,365,247.20
4.8	Cisterna	Gl	1	\$ 670,612,800.00	\$ 670,612,800.00
4.9	Casilla para bombas	Gl	1	\$ 51,480,000.00	\$ 51,480,000.00
4.1	Sistemas electrico y edificio de control	Gl	1	\$ 1,181,466,000.00	\$ 1,181,466,000.00
4.11	Pavimentación del camino	Gl	1	\$ 57,310,735.58	\$ 57,310,735.58
4.12	Depositos	Gl	1	\$ 349,556,922.00	\$ 349,556,922.00
4.13	Estacionamiento	Gl	1	\$ 83,826,600.00	\$ 83,826,600.00
5-Impulsión tramo 4					
5.1	Excavación menor a 2,5m	m3	5910	\$ 40715.47036	\$ 240,628,429.85
5.2	Excavación mayor a 2,5m	m3	1080	\$ 51986.95805	\$ 56,145,914.70
5.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 500mm CLASE 6 PE	m	1970	\$ 150533.5602	\$ 296,551,113.55
5.4	Relleno y compactación	m3	5062.9	\$ 93339.4675	\$ 472,568,390.02
5.5	Construcción de tanque de reserva	Gl	1	\$ 83826600	\$ 83,826,600.00
5.6	Provisión, acarreo y colocación de equipos de bombeo con todos su	Gl	1	\$ 92851060.95	\$ 92,851,060.95
5.7	Válvulas de aire	Unidad	1	\$ 8987754.582	\$ 8,987,754.58
5.8	Válvulas de desagüe	Unidad	2	\$ 10045771.54	\$ 20,091,543.08
5.9	Reparacion de calzada	m2	2364	\$ 18094.24214	\$ 42,774,788.42
TOTAL PRESUPUESTO ETAPA 2					\$ 5,535,951,913.89 \$ ARGENTINOS
					\$ 5,666,276.27 \$USD

Etapa 3: Construcción de tramo n 2 + cisterna de rebombeo					
Rubro	Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio
6-impulsión tramo 2					
6.1	Excavación menor a 2,5m	m3	275655	\$ 40,715.47	\$ 11,223,422,983.03
6.2	Excavación mayor a 2,5m	m3	18700	\$ 55,651.67	\$ 1,040,686,147.42
6.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 10 PE	m	3250	\$ 326,129.33	\$ 1,059,920,324.21
6.4	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 8 PE	m	4111	\$ 290,922.16	\$ 1,195,980,993.70
6.5	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 6 PE	m	57499	\$ 255,714.99	\$ 14,703,356,010.32
6.6	Relleno y compactación	m3	226420	\$ 93,339.47	\$ 21,133,901,137.41
6.7	Construcción de cisterna en Curuzu	Gl	1	\$ 251,479,800.00	\$ 251,479,800.00
6.8	Provisión, acarreo y colocación de equipo de bombeo con todos sus	Gl	1	\$ 138,955,690.95	\$ 138,955,690.95
6.9	Válvulas de aire	u	60	\$ 8,987,754.58	\$ 539,265,274.89
6.1	Válvulas de desagüe	u	60	\$ 10,045,771.54	\$ 602,746,292.49
6.11	Cruce especial en arroyos/alcantarillas	Gl	12	\$ 13,022,071.16	\$ 156,264,853.90
6.12	Cruce especial en ruta	Gl	4	\$ 13,022,071.16	\$ 52,088,284.63
6.13	Cruces especial en puente	Gl	3	\$ 15,317,104.43	\$ 45,951,313.29
TOTAL PRESUPUESTO ETAPA 3					\$ 52,144,019,106.25 \$ ARGENTINOS
					\$ 53,371,565.10 \$USD

Etapa 4: Construcción de tramo n 3 + cisterna de recepcion					
Rubro	Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio
7-impulsión tramo 3					
7.1	Excavación menor a 2,5m	m3	202003	\$ 40,715.47	\$ 8,224,626,802.09
7.2	Excavación mayor a 2,5m	m3	27000	\$ 55,651.67	\$ 1,502,594,972.21
7.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 10 PE	m	6866	\$ 230,571.37	\$ 1,583,103,015.62
7.4	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 8 PE	m	11692	\$ 195,364.20	\$ 2,284,198,184.63
7.5	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 6 PE	m	62243	\$ 124,949.85	\$ 7,777,253,664.64
7.6	Relleno y compactación	m3	179699	\$ 93,339.47	\$ 16,773,046,677.71
7.7	Construcción de cisterna en Sauce	Gl	1	\$ 201,183,840.00	\$ 201,183,840.00
7.8	Provisión, acarreo y colocación de equipo de bombeo con todos sus	Gl	1	\$ 81,953,602.95	\$ 81,953,602.95
7.9	Válvulas de aire	u	80	\$ 6,472,956.58	\$ 517,836,526.52
7.1	Válvulas de desagüe	u	80	\$ 6,295,015.96	\$ 503,601,276.92
7.11	Cruce especial en arroyos/alcantarillas	Gl	5	\$ 6,886,954.27	\$ 34,434,771.35
7.12	Cruce especial en ruta	Gl	1	\$ 6,886,954.27	\$ 6,886,954.27
7.13	Cruces especial en puente	Gl	4	\$ 9,181,987.54	\$ 36,727,950.18
TOTAL PRESUPUESTO ETAPA 4					\$ 39,527,448,239.09 \$ ARGENTINOS
					\$ 40,457,981.82 \$USD

TOTAL ETAPAS	\$ 99,408,974,864.83
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO (+5%)	\$ 4,970,448,743.24
PRESUPUESTO TOTAL	\$ 104,379,423,608.07 \$ ARGENTINOS
	\$ 106,836,666.95 \$USD

CURVA DE INVERSIÓN

								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
								Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11
-Etapa 1: Construcción de la obra de toma, pozo de bombeo y tramo de impulsión N°1 pozo de bombeo-planta potabilizadora con su terraplén.																		
Rubro	Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio	% incidencia	Incidencia											
1- Toma de aducción						16.91%												
1.1	Obra civil de toma	GL	1	\$ 372,213,060.69	\$ 372,213,060.69	17%	0.37%	50%	50%									
2-Pozo de bombeo						17.57%												
2.1	Excavación de zona del pozo	m3	112	\$ 84,291.76	\$ 9,445,516.39	0.43%	0.010%			100%								
2.2	Relleno y compactación	m3	3.75	\$ 122,901.76	\$ 460,881.59	0.02%	0.0005%			100%								
2.3	Construcción de pozo de bombeo	Gl	1	\$ 6,055,308.35	\$ 6,055,308.35	0.28%	0.006%			100%								
2.4	Provisión, acarreo y colocación de sistema de bombeo (incluye equipos, valvulas, etc)	Gl	1	\$ 169,133,266.95	\$ 169,133,266.95	7.68%	0.170%						100%					
2.5	Grupo electrogeno	Gl	1	\$ 38,560,236.00	\$ 38,560,236.00	1.75%	0.04%						100%					
2.6	Construcción de casilla	Gl	1	\$ 10,296,000.00	\$ 10,296,000.00	0.47%	0.01%				50%	50%						
2.7	Instalacion electrica	Gl	1	\$ 142,505,220.00	\$ 142,505,220.00	6.47%	0.1%			10%	20%	35%	5%	20%	10%			
2.8	Cerco y cerramiento del predio	Gl	1	\$ 10,411,022.24	\$ 10,411,022.24	0.47%	0.010%		100%									
3-Impulsión						65.52%												
3.1	Terraplenado y compactación de camino de acceso a pozo de bombeo	m3	27593	\$ 42,416.49	\$ 1,170,402,333.94	53%	1.2%							20%	20%	30%	30%	
3.2	Provisión, acarreo y colocacion de geotextiles de proteccion del terraplen	m2	2040	\$ 9,712.28	\$ 19,809,843.16	1%	0.020%							20%	20%	30%	30%	
3.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería 800mm	m	430	\$ 287,313.42	\$ 123,544,772.06	6%	0.124%									50%	50%	
3.4	Provisión, acarreo y colocación de valvulas y accesorios	Gl	1	\$ 7,940,550.54	\$ 7,940,550.54	0%	0.008%											100%
3.5	Pavimentación del camino de acceso	Gl	1	\$ 120,777,593.68	\$ 120,777,593.68	5%	0.121%											100%
	TOTAL PRESUPUESTO ETAPA 1			\$	2,201,555,605.59	\$ ARGENTINOS												
				\$	2,253,383.42	SUSD												
					Monto Mensual			\$ 186,106,530.35	\$ 196,517,552.58	\$ 30,212,228.33	\$ 33,649,044.00	\$ 55,024,827.00	\$ 214,818,763.95	\$ 266,543,479.42	\$ 252,292,957.42	\$ 418,836,039.16	\$ 418,836,039.16	\$ 128,718,144.22
					Monto Acumulado			\$ 186,106,530.35	\$ 382,624,082.93	\$ 412,836,311.26	\$ 446,485,355.26	\$ 501,510,182.26	\$ 716,328,946.21	\$ 982,872,425.63	\$ 1,235,165,383.05	\$ 1,654,001,422.21	\$ 2,072,837,461.37	\$ 2,201,555,605.59
					% Mensual			8.45%	8.45%	1.37%	1.53%	2.50%	9.76%	12.11%	11.46%	19.02%	19.02%	5.85%
					%Acumulado			8.45%	16.91%	18.28%	19.81%	22.31%	32.06%	44.17%	55.63%	74.66%	93.68%	99.53%

CURVA DE INVERSIÓN

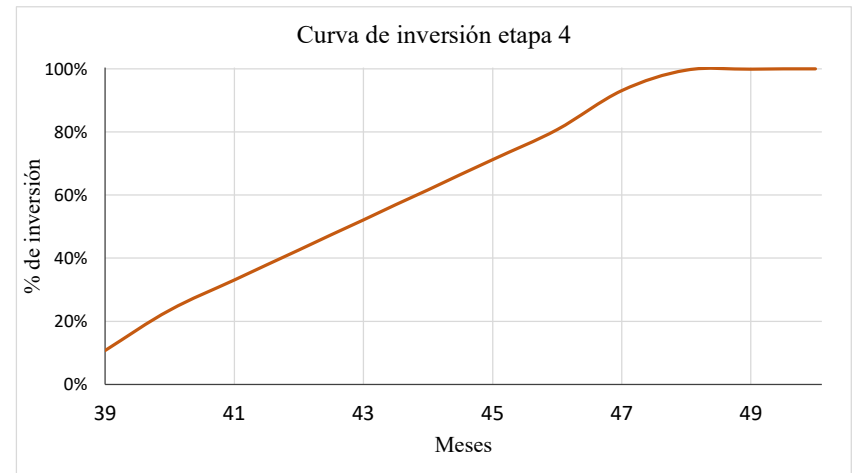
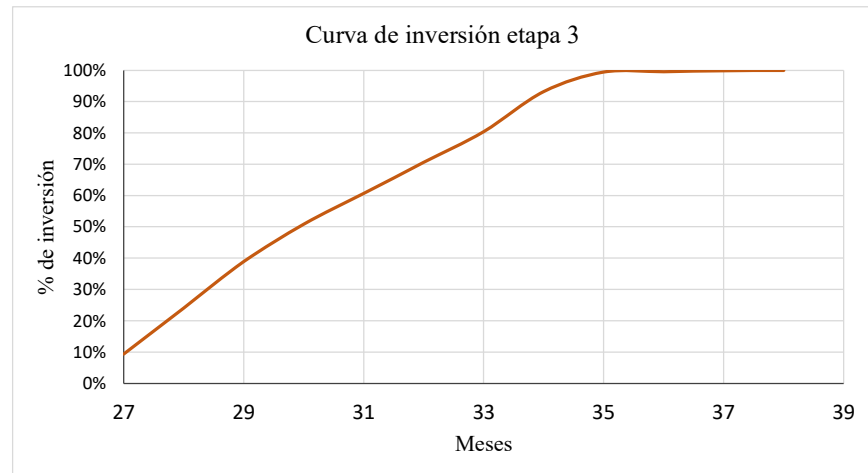
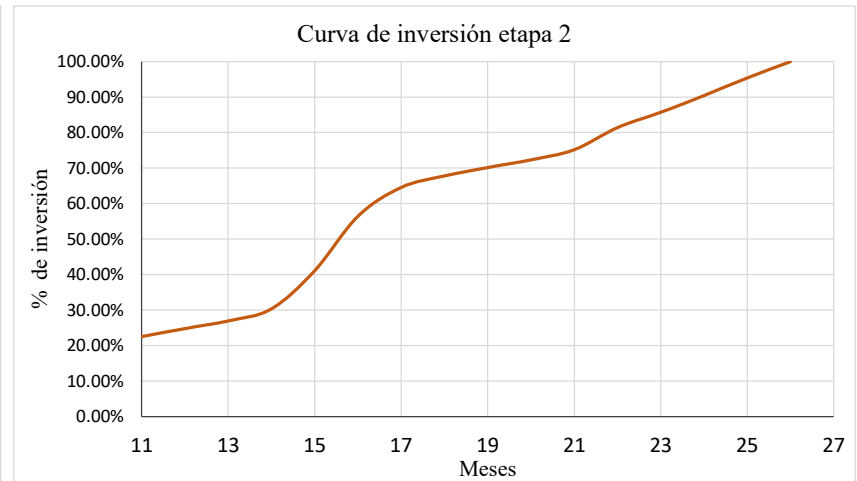
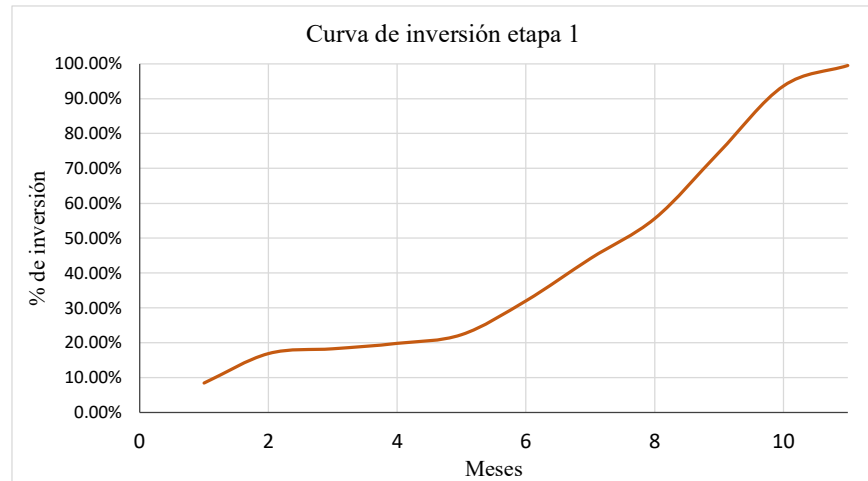
								11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
								Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23	Mes 24	Mes 25	Mes 26
-Etapa 2: Construcción de planta potabilizadora y tramo de impulsión N° 4 planta potabilizadora-Monte Caseros.																							
Rubro	Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio	% incidencia																	
4-Planta potabilizadora						76%																	
4.1	Terminado y compactación	m3	24205	\$ 42.416.49	\$ 1.026.691.038.45	19%	1.03%	100%															
4.2	Cerco y cerramiento del predio	Gl	1	\$ 43.728.616.63	\$ 43.728.616.63	1%	0.04%	100%															
4.3	Camara de carga	Gl	1	\$ 6.873.781.20	\$ 6.873.781.20	0%	0.007%		100%														
4.4	Dispersores	Gl	1	\$ 3.353.064.00	\$ 3.353.064.00	0%	0.003%			60%	10%	30%											
4.5	Decantadores	Gl	3	\$ 143.343.486.00	\$ 430.030.458.00	8%	0.43%				10%	70%	5%	15%									
4.6	Floculadores	Gl	9	\$ 15.692.339.52	\$ 141.231.055.68	3%	0.14%						20%		50%	30%							
4.7	Filtros	Gl	10	\$ 17.536.524.72	\$ 175.365.247.20	3%	0.18%									10%	15%	25%	20%	30%			
4.8	Cisterna	Gl	1	\$ 670.612.800.00	\$ 670.612.800.00	12%	0.67%												30%	25%	20%	15%	10%
4.9	Casilla para bombas	Gl	1	\$ 51.480.000.00	\$ 51.480.000.00	1%	0.05%											40%	30%	30%			
4.1	Sistemas electrico y edificio de control	Gl	1	\$ 1.181.466.000.00	\$ 1.181.466.000.00	21%	1.19%	15.00%	10%	10%	12%	25%	2%	2%	2%	6%	8%	8%					
4.11	Pavimentación del camino	Gl	1	\$ 57.310.735.58	\$ 57.310.735.58	1%	0.06%																100%
4.12	Depositos	Gl	1	\$ 349.556.922.00	\$ 349.556.922.00	6%	0.35%														30%	40%	30%
4.13	Estacionamiento	Gl	1	\$ 83.826.600.00	\$ 83.826.600.00	2%	0.08%														30%	40%	30%
5-Impulsión tramo 4						24%																	
5.1	Excavación menor a 2.5m	m3	5910	\$ 40715.47036	\$ 240.628.429.85	4%	0.24%						70%	30%									
5.2	Excavación mayor a 2.5m	m3	1080	\$ 51986.95805	\$ 56.145.914.70	1%	0.06%						70%	30%									
5.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 500mm CLASE 6 PEAD con accesorios, cama de arena, etc	m	1970	\$ 150533.5602	\$ 296.551.113.55	5%	0.30%						70%	30%									
5.4	Relleno y compactación	m3	5062.9	\$ 93339.4675	\$ 472.568.390.02	9%	0.48%						70%	30%									
5.5	Construcción de tanque de reserva	Gl	1	\$ 83826600	\$ 83.826.600.00	2%	0.08%								100%								
5.6	Provisión, acarreo y colocación de equipos de bombeo con todos sus accesorios	Gl	1	\$ 92851060.95	\$ 92.851.060.95	2%	0.09%											100%					
5.7	Valvulas de aire	Unidad	1	\$ 8987754.582	\$ 8.987.754.58	0%	0.01%						100%										
5.8	Valvulas de desague	Unidad	2	\$ 10045771.54	\$ 20.091.543.08	0%	0.02%						100%										
5.9	Reparación de calzada	m2	2364	\$ 18094.24214	\$ 42.774.788.42	1%	0.04%						70%	30%									
	TOTAL PRESUPUESTO ETAPA 2			\$ 5.535.951.913.89	\$ ARGENTINOS																		
				\$ 5.666.276.27	\$ USD																		
				Monto Mensual				\$ 1.247.639.555.08	\$ 125.020.381.20	\$ 120.158.438.40	\$ 185.114.272.20	\$ 597.393.739.80	\$ 850.278.186.14	\$ 448.980.690.80	\$ 178.071.447.84	\$ 130.793.801.42	\$ 120.822.067.08	\$ 158.950.591.80	\$ 344.551.950.39	\$ 235.706.774.16	\$ 264.137.616.60	\$ 273.945.328.80	\$ 254.387.072.18
				Monto Acumulado				\$ 1.247.639.555.08	\$ 1.372.659.936.28	\$ 1.492.818.374.68	\$ 1.677.932.646.88	\$ 2.275.326.386.68	\$ 3.125.604.572.82	\$ 3.574.585.263.62	\$ 3.752.656.711.46	\$ 3.883.450.512.88	\$ 4.004.272.579.96	\$ 4.163.223.171.76	\$ 4.507.775.122.16	\$ 4.743.481.896.32	\$ 5.007.619.512.92	\$ 5.281.564.841.72	\$ 5.535.951.913.89
				% Mensual				22.54%	2.26%	2.17%	3.34%	10.79%	15.36%	8.11%	3.22%	2.36%	2.18%	2.87%	6.22%	4.26%	4.77%	4.95%	
				%Acumulado				22.54%	24.80%	26.97%	30.31%	41.10%	56.46%	64.57%	67.79%	70.15%	72.33%	75.20%	81.43%	85.69%	90.46%	93.40%	100.00%

CURVA DE INVERSIÓN

								27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
								Mes 27	Mes 28	Mes 29	Mes 30	Mes 31	Mes 32	Mes 33	Mes 34	Mes 35	Mes 36	Mes 37	Mes 38
Etapa 3: Construcción de tramo n 2 + cisterna de rebombeo																			
Rubro	Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio	% incidencia													
6-impulsión tramo 2																			
6.1	Excavación menor a 2.5m	m3	275655	\$ 40,715.47	\$ 11,223,422,983.03	22%	11.3%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	15%				
6.2	Excavación mayor a 2.5m	m3	18700	\$ 55,651.67	\$ 1,040,686,147.42	2%	1.0%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	15%				
6.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 10 PEAD con accesorios, cama de arena, etc	m	3250	\$ 326,129.33	\$ 1,059,920,324.21	2%	1.1%	100%											
6.4	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 8 PEAD con accesorios, cama de arena, etc	m	4111	\$ 290,922.16	\$ 1,195,980,993.70	2%	1.2%	100%											
6.5	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 710mm CLASE 6 PEAD con accesorios, cama de arena, etc	m	57499	\$ 255,714.99	\$ 14,703,356,010.32	28%	14.8%	4.11%	16.93%	16.93%	11.28%	11.28%	11.28%	11.28%	16.93%				
6.6	Relleno y compactación	m3	226419.77	\$ 93,339.47	\$ 21,133,901,137.41	41%	21.3%		15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	15%			
6.7	Construccion de cisterna en Curuzu	Gl	1	\$ 251,479,800.00	\$ 251,479,800.00	0%	0.3%												
6.8	Provisión, acarreo y colocación de equipo de bombeo con todos sus accesorios	Gl	1	\$ 138,955,690.95	\$ 138,955,690.95	0%	0.1%									40%	30%	10%	20%
6.9	Valvulas de aire	u	60	\$ 8,987,754.58	\$ 539,265,274.89	1%	0.5%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	15%			100%	
6.1	Valvulas de desagüe	u	60	\$ 10,045,771.54	\$ 602,746,292.49	1%	0.6%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	15%				
6.11	Cruce especial en arroyos/alcantarillas	Gl	12	\$ 13,022,071.16	\$ 156,264,853.90	0%	0.2%	17%			33%	17%	17%	17%					
6.12	Cruce especial en ruta	Gl	4	\$ 13,022,071.16	\$ 52,088,284.63	0%	0.05%	25%	25%	25%					25%				
6.13	Cruces especial en puente	Gl	3	\$ 15,317,104.43	\$ 45,951,313.29	0%	0.05%				33.30%	33.30%		33.30%					
	TOTAL PRESUPUESTO ETAPA 3			\$	\$2,144,019,106.25	\$ ARGENTINOS													
				\$	\$3,371,565.10	USD													
					Monto Mensual			\$ 4,910,193,568.09	\$ 7,683,303,518.99	\$ 7,683,303,518.99	\$ 6,236,625,870.32	\$ 5,153,886,671.13	\$ 5,138,584,883.80	\$ 5,153,886,671.13	\$ 6,626,608,462.12	\$ 3,270,677,090.61	\$ 75,443,940.00	\$ 164,103,670.95	\$ 50,295,960.00
					Monto Acumulado			\$ 4,910,193,568.09	\$ 12,593,497,087.08	\$ 20,276,800,606.07	\$ 26,513,426,476.39	\$ 31,667,313,147.52	\$ 36,805,898,031.32	\$ 41,959,784,702.45	\$ 48,586,393,164.57	\$ 51,857,070,255.18	\$ 51,932,514,195.18	\$ 52,096,617,866.14	\$ 52,146,913,826.14
					% Mensual			9%	15%	15%	12%	10%	10%	13%	13%	6%	0%	0%	0%
					%Acumulado			9%	24%	39%	51%	61%	71%	80%	93%	99%	100%	100%	100%

CURVA DE INVERSIÓN

							39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
							Mes 39	Mes 40	Mes 41	Mes 42	Mes 43	Mes 44	Mes 45	Mes 46	Mes 47	Mes 48	Mes 49	Mes 50
Etapa 4: Construcción de tramo n 3 + cisterna de recepción																		
Rubro	Item	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio	% incidencia												
7-Impulsión tramo 3																		
7.1	Excavación menor a 2.5m	m3	202002.5	\$ 40,715.47	\$ 8,224,626,802.09	21%	8%	15%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	15%			
7.2	Excavación mayor a 2.5m	m3	27000	\$ 55,651.67	\$ 1,502,594,972.21	4%	2%	15%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	15%			
7.3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 10 PEAD con accesorios, cama de arena, etc	m	6866	\$ 230,571.37	\$ 1,583,103,015.62	4%	2%	100%										
7.4	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 8 PEAD con accesorios, cama de arena, etc	m	11692	\$ 195,364.20	\$ 2,284,198,184.63	6%	2%	45%										
7.5	Provisión, acarreo y colocación de cañería de 355mm CLASE 6 PEAD con accesorios, cama de arena, etc	m	62243	\$ 124,949.85	\$ 7,777,253,664.64	20%	8%		13%	13%	13%	13%	13%	13%	19.50%			
7.6	Relleno y compactación	m3	179699.4	\$ 93,339.47	\$ 16,773,046,677.71	42%	17%		15%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	15%		
7.7	Construcción de cisterna en Sauce	Gl	1	\$ 201,183,840.00	\$ 201,183,840.00	1%	0.20%								40%	30%	10%	20%
7.8	Provisión, acarreo y colocación de equipo de bombeo con todos sus accesorios	Gl	1	\$ 81,953,602.95	\$ 81,953,602.95	0%	0.08%										100%	
7.9	Valvulas de desagüe	u	80	\$ 6,472,956.58	\$ 517,836,526.52	1%	0.52%	15%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	15%			
7.1	Valvulas de desagüe	u	80	\$ 6,295,015.96	\$ 503,601,276.92	1%	0.51%	15%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	15%			
7.11	Cruce especial en arroyos/alcantarillas	Gl	5	\$ 6,886,954.27	\$ 34,434,771.35	0%	0.03%			20%	20%	20%		20%	20%			
7.12	Cruce especial en ruta	Gl	1	\$ 6,886,954.27	\$ 6,886,954.27	0%	0.007%	100%										
7.13	Cruces especial en puente	Gl	4	\$ 9,181,987.54	\$ 36,727,950.18	0%	0.04%	50%	25%	25%								
TOTAL PRESUPUESTO ETAPA 4				\$	39,527,448,239.09	\$ ARGENTINOS												
				\$	40,457,981.82	SUSD												
Monto Mensual							\$ 4,246,257,866.54	\$ 5,063,139,918.09	\$ 3,772,395,589.49	\$ 3,770,100,556.22	\$ 3,770,100,556.22	\$ 3,770,100,556.22	\$ 3,763,213,601.95	\$ 3,770,100,556.22	\$ 4,893,528,559.31	\$ 2,576,312,153.66	\$ 102,071,986.95	\$ 40,236,768.00
Monto Acumulado							\$ 4,246,257,866.54	\$ 9,309,397,784.63	\$ 13,081,793,374.12	\$ 16,851,893,930.34	\$ 20,621,994,486.36	\$ 24,392,095,042.77	\$ 28,155,308,644.72	\$ 31,925,409,200.94	\$ 36,818,937,760.25	\$ 39,395,249,913.90	\$ 39,497,321,900.86	\$ 39,537,558,668.86
% Mensual							11%	13%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	12%	7%	0%	0%
%Acumulado							11%	24%	33%	43%	52%	62%	71%	81%	93%	100%	100%	100%
PRESUPUESTO TOTAL				\$	99,408,974,864.83	\$ ARGENTINOS												
				\$	101,749,206.62	SUSD												
Monto Mensual							\$ 4,246,257,866.54	\$ 5,063,139,918.09	\$ 3,772,395,589.49	\$ 3,770,100,556.22	\$ 3,770,100,556.22	\$ 3,770,100,556.22	\$ 3,763,213,601.95	\$ 3,770,100,556.22	\$ 4,893,528,559.31	\$ 2,576,312,153.66	\$ 102,071,986.95	\$ 40,236,768.00
Monto Acumulado							\$ 64,084,773,850.18	\$ 69,147,913,768.27	\$ 72,920,309,357.76	\$ 76,690,409,913.98	\$ 80,460,510,470.20	\$ 84,230,611,026.42	\$ 87,993,824,628.36	\$ 91,763,925,184.58	\$ 96,657,453,743.89	\$ 99,233,765,897.55	\$ 99,335,837,884.50	\$ 99,376,074,652.50
% Mensual							4.272%	5.093%	3.795%	3.793%	3.793%	3.793%	3.786%	3.793%	4.923%	2.592%	0.103%	0.040%
%Acumulado							64.35%	69.45%	73.24%	77.03%	80.83%	84.62%	88.40%	92.20%	97.12%	99.71%	100%	100%



Bibliografía

1. **ENTE NACIONAL DE OBRAS HÍDRICAS DE SANEAMIENTO** (2002). Criterios básicos para el estudio y el diseño. Buenos Aires, Argentina
2. **ENTE NACIONAL DE OBRAS HÍDRICAS DE SANEAMIENTO** (2002). Guía para elaboración de proyectos. Agua potable. Buenos Aires, Argentina
3. **INDEC** (2022). Los municipios de la provincia de Corrientes. Estadísticas básicas. Buenos Aires: Departamento de publicaciones del INDEC, Argentina
4. **Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)** (2012) Guía Técnica: Selección de equipos de transportes de fluidos. Madrid. España.
5. **Koutoudjian, J. M.** (-). Curso de Hidrología y Diseño de Captaciones de Aguas Superficiales y Meteoricas. Estaciones de Bombeo. Operación y Mantenimiento. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires. Argentina
6. **Lorenzo H** (2022) MÁQUINAS HIDRÁULICAS Parte 1: Comportamiento de los Sistemas Hidráulicos: “De la Máquina Hacia Afuera”. Facultad de Ingeniería- UNNE- Argentina.
7. **Mataix, C.** (1975). Turbomáquinas Hidráulicas. I Edición. Madrid, España
8. **Mataix, C.** (1986). Turbomáquinas Hidráulicas. II Edición. Madrid, España
9. **Organización Panamericana de la Salud OPS** (2005). Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable. Lima. Perú.
10. **Pérez Farras, Luis E.** (2005), Estudio De Transitorios: Golpe De Ariete. Facultad de Ingeniería. Departamento de Construcciones Civiles. Argentina.
11. **Streeter V.** (1979) Mecánica de los Fluidos. Universidad de Michigan. Michigan, Estados Unidos