

ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA.

Lucas Ariel, Legajo: 40200
Martín María José, Legajo: 40411
Mauro Gustavo, Legajo: 41978
Rodríguez Emiliano, Legajo: 38153

Director del trabajo: Ing. Ghellinaza, Edgardo

Integrantes de la cátedra: Tit.: Ing. Pablo Martín
JTP.:Ing. Gustavo Castro
Ayte.:Ing. Helvio Grili

2023

Facultad Regional Mendoza
Universidad Tecnológica Nacional
Departamento Ing. Civil
Cátedra: Proyecto Final

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Agradecimientos

En la extensión del desarrollo del presente proyecto, hubo aportes indispensables para el desarrollo del mismo. Queremos dar especial mención a la colaboración del Ingeniero Edgardo Ghellinaza. Su acompañamiento, paciencia y dedicación periódica, nos permitió ir resolviendo cada una de las dificultades que se nos presentaron en el transcurso de este proyecto.

Queremos hacer mención, a la oficina técnica de CEOSA, y a AYSAM, quién realizó aportes válidos en cuanto a documentación, sin dudas indispensables.

Palabras clave: abastecimiento subterráneo, abastecimiento superficial, canal San Martín, río Mendoza, obra de toma, planta potabilizadora, red de acueductos, red de perforaciones.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Resumen

El sector bajo estudio abarca las localidades de Palmira, San Martín, Junín y Rivadavia, cuenta en la actualidad con un sistema de abastecimiento a través de una red de perforaciones, distribuidas en las áreas urbanas. El presente informe plantea y desarrolla un estudio comparativo entre mantener el actual sistema, y una alternativa de abastecimiento superficial, considerando la misma población. El objetivo de desarrollar una nueva propuesta superficial es, en resumen, poder comparar ambas opciones, y así poder elegir cuál es la óptima para el abastecimiento de agua potable de este sector de la provincia de Mendoza. Por tanto, serán temática de este informe, la inclusión del sistema actual de abastecimiento, como la elaboración del proyecto superficial con sus obras asociadas.

Se analiza el sistema de abastecimiento subterráneo actual, con sus respectivos gastos de mantenimiento y se estudia una propuesta de abastecimiento superficial, la cual implica la realización de una obra de toma, planta potabilizadora, red de acueductos, para servir la misma población. Se realiza la proyección poblacional y el diseño completo, para el año 2050.

Palabras clave: abastecimiento subterráneo, abastecimiento superficial, canal San Martín, río Mendoza, obra de toma, planta potabilizadora, red de acueductos, red de perforaciones.



Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Introducción.....	1
Descripción del trabajo realizado	1
Capítulo 2 Antecedentes.....	3
Captación de agua subterránea.....	3
Toma de agua superficial.....	4
Calidad de agua.	4
Capítulo 3 Determinación del gasto.....	6
Periodo de diseño	6
Población de diseño.....	6
Determinación de las tasas de crecimiento poblacional.	7
Determinación del área servida. Población por localidad.	9
Población futura o final.	12
Dotación de diseño.....	13
Coeficientes de pico para dimensionamiento de conductos de agua.....	14
Caudal de diseño	14
Capítulo 4 Obra de toma.....	16
Capítulo 5 Diseño de planta potabilizadora.....	22
Generalidades.....	22
Diseño	22
Caudal de diseño.	22
Cámara de carga.....	23
Presedimentador.....	24
Casa química.....	24
Aforador y dispersor.....	24
Equipartidor triple.....	28
Floculador mecánico.	29



Sedimentador.....	31
Filtro.....	42
Almacenamiento.....	53
Pérdidas de carga.....	54
Capítulo 6 Red de acueductos.....	60
Cisterna de regulación.....	60
Cálculo de conducciones a partir de las ecuaciones de Hazen y Williams.....	63
Cotas de terreno.....	63
Longitudes.....	63
Determinación de caudales.....	64
Determinación de pendiente.....	64
Adopción diámetro comercial.....	64
Cálculo de la velocidad.....	65
Cálculo de la pérdida de carga del tramo.....	65
Cálculo de cotas piezométricas y presión en vereda.....	65
Resumen de resultados.....	65
Cálculo de conducciones a partir de EPANET.....	66
Comparación de resultados.....	66
Capítulo 7 Comparación económica.....	68
Cálculo de costos de abastecimiento subterráneo.....	68
Cálculo de costos abastecimiento superficial.....	69
Presupuesto: obra de toma.....	70
Presupuesto: planta potabilizadora.....	71
Presupuesto: red de acueductos:.....	74
Presupuesto total.....	75
Comparación de resultados.....	75



Capítulo 9 Conclusiones.....	79
Lista de referencias	81
Anexo 1 Distribución de perforaciones.....	82
Calidad de agua del canal San Martín	85
Calidad de agua del dique Carrizal	89
Anexo 2 Obra de toma	90
Anexo 3 Planta potabilizadora	93
Anexo 4 Red de acueductos.....	98
Singularidades.....	98
Cálculo utilizando Software: EPANET	105
Anexo 5 Planimetría.....	115
Anexo 6 Presupuesto general toma subterránea	117
Anexo 7 Presupuesto general planta potabilizadora Ballofet	118

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------------

Lista de tablas

Tabla N°1 – Cantidad de habitantes por localidad para estudios poblacionales.....	7
Tabla N°2 – Resumen cantidad de habitantes por localidad bajo estudio.	8
Tabla N°3 – Determinación de tasas de crecimiento poblacional de los departamentos.....	8
Tabla N°4 – Habitantes por radios y fracciones de Palmira.....	9
Tabla N°5 – Habitantes por y fracciones San Martín- La Colonia	10
Tabla N°6 – Habitantes por radios y fracciones en Junín.....	10
Tabla N°7 – Habitantes por radios y fracciones en Rivadavia.....	11
Tabla N°8 – Población por localidad a fin de periodo de diseño	13
Tabla N°9 – Coeficientes de pico para agua servida	14
Tabla N°10 – Caudales a fin de periodo de diseño por localidad	15
<i>Tabla N°11 – Calculo de cuenco amortiguador.....</i>	<i>21</i>
Tabla N°12 – Dimensiones normalizadas de la canaleta Parshall.....	25
Tabla N°13 – Valores de “k” y “n”, para el cálculo del aforador y dispensor	26
Tabla N°14 – Valores de “n” en el cálculo del gradiente de mezcla del floculador mecánico	31
Tabla N°15 – Cálculo del diámetro “D” en el cálculo de cañerías de recolección.	51
Tabla N°16 – Pérdidas de carga por fricción de cañerías de recolección	51
Tabla N°17 – Pérdidas de carga por singularidad de cañerías de recolección	51
Tabla N°18 – Pérdidas de carga por frotamiento	53
Tabla N°19 – Pérdidas de carga por singularidad en filtros.....	53
Tabla N°20 – Variables de pérdida de carga de filtro	56
Tabla N°21: Pérdidas de carga por singularidad de cañerías de recolección	58
Tabla N°22 – Cálculo de capacidad reguladora a partir del diagrama de Rippl.....	62
Tabla N°23 - Cotas de terreno, piezométrica y presiones en vereda	66
Tabla N°25 – Comparación de resultados de P vereda por H-W y D-W	67
Tabla N°26 – Perforaciones necesarias por año para el periodo de diseño.....	69
Tabla N°27 – Cálculo del gasto operativo	69
Tabla N°28 – Presupuesto obra de toma	70
Tabla N°29: Sumatoria de los precios totales de hormigones en ítems de Balloffet.	72
Tabla N°30: cómputo de volumen de hormigón de planta potabilizadora proyectada	73
Tabla N°31: presupuesto red de acueductos.....	74
Tabla N°32: Presupuesto total alternativa superficial.	75
Tabla N°33: Cálculo de VAN para alternativa subterránea en el periodo de diseño.....	77
Tabla N°34: Cálculo de VAN para alternativa superficial en el periodo de diseño	78

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Tabla N°35: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem1 de 5) 119

Tabla N°36: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem2 de 5) 120

Tabla N°37: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem 3 de 5) 121

Tabla N°38: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem 4 de 5) 122

Tabla N°39: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem5 de 5) 123

Tabla N°40: porcentaje de incidencia de hormigones estructurales y hormigones en el total del presupuesto 124

Tabla N°40: ítems de hormigones estructurales en el presupuesto de la “planta potabilizadora Balloffet” (Parte 4 de 4) 128

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Lista de figuras

Figura N°1 –Radios y fracciones- población servida.	12
Figura N°2 – Esquema en Google Earth de ubicación obra de toma y planta potabilizadora.	16
Figura N°3 –Cálculo del tirante de agua del canal San Martín a la altura de la obra de toma.	17
Figura N°4 – Cuenco amortiguador-planta.	17
Figura N°5 – Cuenco amortiguador-corte longitudinal.	17
Figura N°5 – Curva de demanda para el día de mayor consumo.	61
Figura N° 6: Diagrama de Rippl para día de mayor consumo a fin de periodo de diseño.	63
Figura N°7 – Mapa general de Singularidades.	100
Figura N°8 – Singularidad N°1.	100
Figura N° 9 – Singularidad número 2.	101
Figura N°10- Singularidad número 3.	101
Figura N°11 – Singularidad número 4.	102
Figura N°12– Singularidades número 5 y 6.	102
Figura N°13- Singularidad número 7.	103
Figura N°14 – Singularidad número 8.	103
Figura N°15 – Singularidad número 9.	104
Figura N° 16 – Nudo 2.	105
Figura N° 17 – Nudo 3.	105
Figura N° 18 – Nudo 4.	106
Figura N° 19 – Nudo 5.	106
Figura N° 20 – Nudo 6.	107
Figura N° 21 – Nudo 7.	107
Figura N° 22 – Nudo 8.	108
Figura N° 23 – Tramo 1-2.	108
Figura N° 24 – Tramo 2-3.	109
Figura N° 25 – Tramo 3-4.	109
Figura N° 26 – Tramo 4-5.	110
Figura N° 27 – Tramo 2-6.	110
Figura N° 28 – Tramo 3-7.	111
Figura N° 29 – Tramo 4-8.	111

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
--	------------------------------	--------------------------------------

Capítulo 1

Introducción

Mendoza, es una provincia que se caracteriza por su sistema de aprovechamiento de agua. Cuenta en su extensión, con una gran diferencia de altura, con pendiente predominante en sentido de oeste a este. De la misma manera, los ríos, que transitan la Provincia siguen el mismo sentido. En las distintas épocas del año, se cuenta con caudales variables en estas conducciones, presentándose casos en los que la demanda de agua no es alcanzada por la oferta de la misma. Existen distintas obras civiles, que permiten regular estos caudales, en otras palabras, garantizar la demanda de agua.

Los departamentos del Este de la Provincia, precisamente Palmira, San Martín, Junín y Rivadavia, son abastecidos mediante una red de perforaciones. Las mismas desempeñan un papel crucial en la extracción de agua subterránea, sin embargo, en ocasiones no coincide con los estándares de calidad de la misma, estipulados por el EPAS (Ente Provincial de Agua y Saneamiento).

Si bien este sistema se encuentra operativo, se plantea la posibilidad de que puedan existir alternativas superadoras y convenientes a largo plazo para la zona. Se desarrolla en este informe una propuesta de abastecimiento superficial, con iguales o superiores calidades a las operativas, para que, al evaluar desde el punto de vista técnico y económico ambas alternativas, se podrá definir la solución recomendada.

Descripción del trabajo realizado

Se evaluará una alternativa de abastecimiento superficial, como opción a la fuente actual de abastecimiento subterráneo en las localidades bajo estudio de este proyecto.

Se analizarán dos variantes. Una de ellas, proveniente del “río Mendoza”, a la altura de “Canal San Martín” en su intersección con la “ruta Nacional N°60”, mientras que la otra tomando agua del “embalse El carrizal”, aguas abajo en el “río Tunuyán”. Se evalúan las calidades de agua cruda, en donde para la opción más conveniente entre las anteriormente descripta, se

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

desarrolla el proyecto. Sus alcances incluyen, su obra de toma, su planta potabilizadora, para finalmente proyectar su red de acueductos.

Realizado el desarrollo de lo antes descrito, se cuenta con todas las variables necesarias para realizar un análisis técnico y económico comparativo, logrando como objetivo principal, analizar la opción más conveniente, transcurrido el periodo de diseño del proyecto (30 años).

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	----------------	-----------------------

Capítulo 2

Antecedentes

Captación de agua subterránea

Las fuentes de abastecimiento por agua subterránea son una parte integral de la infraestructura hídrica en la zona Este de Mendoza. Estas estructuras se utilizan para la extracción de agua subterránea de acuíferos confinados, con el fin de abastecer diferentes necesidades. La técnica de perforación utilizada en esta región implica el uso de equipos especializados, como perforadoras rotatorias. La profundidad, puede variar dependiendo de la ubicación geográfica y ubicación del acuífero confinado.

Durante el proceso de perforación, se instalan tuberías de revestimiento a medida que se avanza en profundidad. Estas tuberías tienen como objetivo mantener la estabilidad de la excavación, evitando el colapso de las paredes y asegurando que permanezca abierto y seguro para su uso a largo plazo. El revestimiento también ayuda a prevenir la contaminación del agua subterránea al actuar como una barrera protectora entre las capas de suelo y el acuífero.

Es importante destacar que la extracción de agua en estos sistemas, implica gastos operativos y de mantenimiento. Es necesario realizar un monitoreo regular para evaluar el rendimiento del acuífero, controlar la calidad del agua extraída y garantizar la conservación y protección de los recursos hídricos subterráneos.

En el Anexo número 1 se incorpora la distribución de perforaciones de la zona de estudio, información facilitada por AYSAM. Se puede observar los costos de energía y producción de las perforaciones de esta misma área, con las fechas de facturación de estos costos.

 <p data-bbox="392 114 501 174">F. R. M. U. T. N.</p>	<p data-bbox="671 120 963 152" style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>	<p data-bbox="1118 114 1401 192" style="text-align: center;">AÑO ACADÉMICO 2020</p>
--	--	--

Toma de agua superficial

El Río Mendoza es la principal fuente de agua superficial de la cuenca norte de la Provincia y al igual que la topografía dominante en la Provincia, escurre en coincidencia con la pendiente media de terreno más pronunciada. En su recorrido, parte del caudal es derivado a plantas potabilizadoras, y a partir de estos, distribuir la misma aguas abajo. La provincia, cuenta con varias plantas potabilizadoras, las cuales están ubicadas en puntos estratégicos.

El Río Tunuyán se encuentra en la región central de la provincia de Mendoza. Sus aguas provienen del deshielo de la Cordillera de los Andes, precipitación directa sobre la cuenca del río y la escorrentía de áreas circundantes en su longitud aproximada de 120 kilómetros. Se utiliza para el riego agrícola en la zona, actividades recreativas y la generación de energía hidroeléctrica. El Dique El Carrizal es una estructura de almacenamiento de agua, ubicada en el Río Tunuyán. Existe una relación directa con el río, debido a que suministra el caudal de agua que se acumula en el dique. Se construyó con el propósito de regular el flujo de agua, almacenándola para diferentes usos.

Basado en los objetivos de este informe, se analiza la distribución del agua superficial de la Provincia, para obtener las posibles obras de toma, aguas arriba de los departamentos en estudio. Se consideran dos puntos para la toma de agua basado en criterios que se enuncian a continuación: cota dominante respecto a la población a servir; cercanía de la locación, minimizando costos de conducción; factibilidad de superficie, tanto para la ubicación de una planta potabilizadora, como también de la conducción; minimizar expropiación de terrenos; minimizar accidentes topográficos de compleja o costosa resolución en la traza.

Del estudio, resultan dos propuestas:

- Toma del “Río Mendoza”, a la altura de “Canal San Martín”.
- Toma del embalse “El carrizal”, sobre el “Río Tunuyán”.

Calidad de agua.

Se denomina agua potable, a aquella que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de potabilización, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con normas de calidad promulgadas por autoridades locales e internacionales.

El agua puede provenir de diferentes tipos de fuentes: fuentes superficiales y fuentes subterráneas. Las primeras se encuentran en arroyos, ríos, lagos, etc. Las segundas, se encuentra bajo la superficie terrestre.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Por definición, el agua siempre puede alcanzar a potabilizarse. Sin embargo, dependiendo de los contaminantes que esta posea, varía el procedimiento a realizar para llegar este estado, teniendo a su vez los costos asociados al proceso y la complejidad de los procesos.

Como autoridad responsable en Mendoza, el EPAS (Ente Provincial de Agua y Saneamiento) realiza controles periódicos de evaluación y calidad de los procesos de potabilización en la totalidad de las fuentes superficiales y subterráneas de provisión de agua de los departamentos de Mendoza. El EPAS establece que, para considerar agua apta para consumo humano, se aplica la “Resolución N° 35/96”. Además, se rige también por el “Artículo 982 - (Resolución Conjunta SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007)” del Código Alimentario Argentino.

La elección de la obra de toma, trae vinculado de manera directa, cumplir con los parámetros estandarizados de calidad de agua cruda. Los mismos a su vez, son determinantes en la magnitud de los distintos procesos en la potabilización del agua. Comparando las dos propuestas superficiales de interés, resulta evidentemente conveniente realizar la toma de agua en el canal San Martín, debido a los gastos asociados en la planta potabilizadora para alcanzar lo estipulado en la normativa pertinente. Se anexan las calidades de agua extraídas del Departamento General de Irrigación en el Anexo N°2, para ambas variantes.

 <p data-bbox="392 114 501 174">F. R. M. U. T. N.</p>	<p data-bbox="671 120 963 152" style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>	<p data-bbox="1118 114 1401 192" style="text-align: center;">AÑO ACADÉMICO 2020</p>
--	--	--

Capítulo 3

Determinación del gasto

Se recurre a los registros del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) para obtener los registros censales poblacionales de las cuatro localidades.

El estudio de las áreas servidas, realizado con la información proveniente de AYSAM, permite a partir de los mismos la proyección poblacional por localidades, empleando el método de la tasa media anual decreciente.

Periodo de diseño

Se adopta para este proyecto un periodo de diseño de 30 años. Obteniéndose las poblaciones en las ciudades y posteriormente los caudales para el año 2050.

Nota aclaratoria: el presente trabajo de investigación tuvo comienzo en el año 2020. Por esta razón, se utiliza ese año como base para el cálculo y proyección de poblaciones.

Población de diseño

La población de diseño, se calculará realizando proyecciones poblacionales a través del método de la tasa media anual decreciente (TMAD). Según ENOSHA, que rige las obras de saneamiento, recomienda la utilización de este método, dado que el mismo, presenta bajas dificultades en su complejidad para su utilización, mientras que el volumen de información requerido para emplearlo es bajo y la probabilidad de desvíos excesivos es de nivel medio.

La información censal requerida será:

- P_1 : Población del antepenúltimo censo de la localidad o departamento.
- P_2 : Población del penúltimo censo de la localidad o departamento.
- P_3 : Población del último censo de la localidad o departamento.
- n_1 : Periodo de años entre antepenúltimo y el penúltimo censo.
- n_2 : Periodo de años entre penúltimo y el último censo.
- i_I : Tasa intercensal del penúltimo periodo.
- i_{II} : Tasa intercensal del último periodo.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------------

Este método utiliza la ecuación del interés compuesto:

$$P_f = P_i \cdot (1 + i)^n$$

Despejando las tasas i :

$$i = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_i}} - 1$$

Se adopta un periodo de diseño de 30 años. La información censal en Argentina, tiene un periodo intercensal de 10 años. Para proyectar poblaciones a futuro, es correcto utilizar el mismo periodo. A continuación, se anexa Tabla N° 1 con la información censal de la Provincia, en donde se extraen las poblaciones en los censos de 1991, 2001 y 2010.

Departamento	1869	1895	1914	1947	1960	1970	1980	1991	2001	2010
Provincia	65413	116136	277535	588231	824008	973067	1196228	1412481	1579651	1738929
Zona I	38773	71790	164280	336744	483121	590160	747554	911907	1018470	1123371
Capital	8124	28602	58790	97496	109122	118560	119088	121620	110993	115041
Godoy Cruz	4439	6011	15566	54480	85588	112481	142408	179588	182977	191903
Guaymallen	8128	10338	24926	67058	109853	138479	181456	221904	251339	283803
Las Heras	6459	6444	10735	33302	63957	84489	120931	156545	182962	203666
Lavalle	2060	4097	6858	12431	17256	17478	24325	26967	32129	36738
Lujan	4960	7464	19004	27807	38584	47074	62118	79952	104470	119888
Maipu	4603	8834	28401	44170	58761	71599	97228	125331	153600	172332
Zona II	18598	26270	60306	90855	127689	142355	177941	195995	221438	238838
Junin	7495	6237	12867	117189	20927	22052	25366	28418	35045	37859
La Paz	3057	2623	5015	5536	5938	6401	7357	8009	9560	10012
Rivadavia		7036	17112	24522	34312	37369	42907	47033	52567	56373
San Martin	8046	8315	20514	36015	56877	65806	87608	98294	108448	118220
Santa Rosa		2059	4798	7593	9635	10727	14703	14241	15818	16374
Zona III	6181	8230	13873	37826	50433	58680	67303	82232	99005	114613
San Carlos	3824	4039	6161	14346	18340	19742	21207	24140	28341	32631
Tunuyan		2890	5522	15830	22238	24778	29407	35721	42125	49458
Tupungato	2357	1301	2190	7650	9855	14160	16689	22371	28539	32524
Zona IV	1861	9846	39076	122806	162765	181872	203430	222347	240738	252107
General Alvear			7846	25753	35214	39206	41952	42338	44147	46429
Malargue					9308	11427	16625	21743	23020	27660
San Rafael	1861	9846	31230	97053	118243	131239	144853	158266	173571	188018

Tabla N°1 – Cantidad de habitantes por localidad para estudios poblacionales.

Determinación de las tasas de crecimiento poblacional.

Para conocer la población de los últimos 3 censos en los departamentos en estudio, se utiliza los datos extraídos de “Datos generales de Población, Hogares y Viviendas por departamentos. Provincia de Mendoza.” del Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. Ver Tabla N°1. Se resumen los datos de interés en la Tabla N°2

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

DEPARTAMENTO	1991	2001	2010
JUNIN	28418	35045	37859
RIVADAVIA	47033	52567	56373
SAN MARTIN	98294	108448	118220

Tabla N°2 – Resumen cantidad de habitantes por localidad bajo estudio.

Se calculan las tasas de crecimiento poblacional para los 3 departamentos. A modo de ejemplo, se calculan las tasas para el departamento de Junín. De manera análoga se calculan las tasas de crecimiento poblacional correspondiente a Rivadavia y San Martín.

Se utiliza la siguiente expresión: $i = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_i}} - 1$

Periodo 1991-2001 ($n_1 = 10$ años)

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1 = \sqrt[10]{\frac{35045}{28418}} - 1 = 0,0212 \cong 2,12\%$$

Periodo 2001-2010 ($n_2 = 9$ años)

$$i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1 = \sqrt[9]{\frac{37859}{35045}} - 1 = 0,0086 \cong 0,86\%$$

Luego para calcular la población a periodo de diseño de 20 años, se debe utilizar la tasa menor entre el promedio de las dos tasas y la tasa del último periodo i_{II} .

$$i_{prom\ 1} = \frac{i_I + i_{II}}{2} = \frac{0,0212 + 0,0086}{2} = 0,0149 = 1,49\%$$

$$i_{II} = 0,0086$$

Debido a que $i_{prom\ 1} > i_{II}$, entonces, $i_2 = i_{II} = 0,0086$

Se resumen los resultados obtenidos en la tabla N°3.

DETERMINACIÓN TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL								
DEPARTAMENTO	1991	2001	2010	i_I	i_{II}	$i_{prom} = \frac{i_I + i_{II}}{2}$	i_1	i_2
JUNIN	28418	35045	37859	0,0212	0,0086	0,0149	0,0086	0,0086
RIVADAVIA	47033	52567	56373	0,0112	0,0078	0,0095	0,0078	0,0078
SAN MARTIN	98294	108448	118220	0,0099	0,0096	0,0098	0,0096	0,0096

Tabla N°3 – Determinación de tasas de crecimiento poblacional de los departamentos.



Determinación del área servida. Población por localidad.

Para la determinación del área servida se utiliza la información brindada por AySAM (ver ANEXO 1). Luego, se extraen los radios y fracciones del INDEC, para que, al superponer ambos documentos, determinar el área servida, y la población de diseño.

La población de cada localidad correspondientes a las Fracciones y Radios correspondientes a Palmira; San Martín - La Colonia; Junín; Rivadavia respectivamente.

- Palmira, San Martín-La Colonia. Ver Tabla N°4, Tabla N°5 y Anexo N°3
- Ciudad de Junín. Ver Tabla N°6 y Anexo N°3
- Ciudad de Rivadavia. Ver Tabla N°7 y Anexo N°3

DEPTO	FRAC	RADIO	DFR	DEPARTAMENTO	PERSONA
098	05	02	0980502	SAN MARTIN	228
098	05	09	0980509	SAN MARTIN	688
098	05	08	0980508	SAN MARTIN	1583
098	05	12	0980512	SAN MARTIN	1279
098	05	11	0980511	SAN MARTIN	690
098	05	07	0980507	SAN MARTIN	819
098	05	10	0980510	SAN MARTIN	714
098	09	01	0980901	SAN MARTIN	796
098	09	02	0980902	SAN MARTIN	554
098	09	03	0980903	SAN MARTIN	1276
098	09	04	0980904	SAN MARTIN	1295
098	09	05	0980905	SAN MARTIN	1075
098	09	06	0980906	SAN MARTIN	1078
098	09	07	0980907	SAN MARTIN	2134
098	09	08	0980908	SAN MARTIN	1264
098	09	09	0980909	SAN MARTIN	1501
098	09	10	0980910	SAN MARTIN	980
098	09	11	0980911	SAN MARTIN	1421
098	09	12	0980912	SAN MARTIN	1074
035	01	01	0350101	JUNIN	1596
					22045

Tabla N°4 – Habitantes por radios y fracciones de Palmira



DEPTO	FRAC	RADIO	DFR	DEPARTAMENTO	PERSONA						
098	04	01	0980401	SAN MARTIN	856	098	07	18	0980718	SAN MARTIN	800
098	04	02	0980402	SAN MARTIN	1054	098	07	19	0980719	SAN MARTIN	1388
098	04	03	0980403	SAN MARTIN	1065	098	07	20	0980720	SAN MARTIN	524
098	04	04	0980404	SAN MARTIN	1149	098	07	21	0980721	SAN MARTIN	828
098	04	05	0980405	SAN MARTIN	943	098	07	22	0980722	SAN MARTIN	796
098	04	06	0980406	SAN MARTIN	1215	098	08	01	0980801	SAN MARTIN	1178
098	04	07	0980407	SAN MARTIN	1440	098	08	02	0980802	SAN MARTIN	1684
098	04	08	0980408	SAN MARTIN	1002	098	08	03	0980803	SAN MARTIN	1804
098	04	09	0980409	SAN MARTIN	1086	098	08	04	0980804	SAN MARTIN	1611
098	04	10	0980410	SAN MARTIN	672	098	08	05	0980805	SAN MARTIN	1741
098	04	11	0980411	SAN MARTIN	941	098	08	06	0980806	SAN MARTIN	1477
098	04	12	0980412	SAN MARTIN	780	098	08	07	0980807	SAN MARTIN	1120
098	04	13	0980413	SAN MARTIN	646	098	08	08	0980808	SAN MARTIN	1007
098	04	14	0980414	SAN MARTIN	83	098	08	09	0980809	SAN MARTIN	959
098	04	15	0980415	SAN MARTIN	1391	098	08	10	0980810	SAN MARTIN	974
098	04	16	0980416	SAN MARTIN	516	098	08	11	0980811	SAN MARTIN	1573
098	04	17	0980417	SAN MARTIN	1264	098	08	12	0980812	SAN MARTIN	654
098	05	03	0980503	SAN MARTIN	1025	098	08	13	0980813	SAN MARTIN	833
098	05	04	0980504	SAN MARTIN	1338	098	08	14	0980814	SAN MARTIN	657
098	05	05	0980505	SAN MARTIN	1346	098	08	15	0980815	SAN MARTIN	618
098	07	01	0980701	SAN MARTIN	683	098	08	16	0980816	SAN MARTIN	491
098	07	02	0980702	SAN MARTIN	1265	098	08	17	0980817	SAN MARTIN	701
098	07	03	0980703	SAN MARTIN	935	098	08	18	0980818	SAN MARTIN	1524
098	07	04	0980704	SAN MARTIN	910	098	08	19	0980819	SAN MARTIN	1178
098	07	05	0980705	SAN MARTIN	1369	098	08	21	0980821	SAN MARTIN	551
098	07	06	0980706	SAN MARTIN	836	035	02	01	0350201	JUNIN	1329
098	07	07	0980707	SAN MARTIN	870	035	02	02	0350202	JUNIN	1226
098	07	08	0980708	SAN MARTIN	574	035	02	06	0350206	JUNIN	540
098	07	09	0980709	SAN MARTIN	808	035	02	07	0350207	JUNIN	1077
098	07	10	0980710	SAN MARTIN	455	035	02	09	0350209	JUNIN	1255
098	07	11	0980711	SAN MARTIN	590	035	02	10	0350210	JUNIN	1131
098	07	12	0980712	SAN MARTIN	710	035	02	11	0350211	JUNIN	907
098	07	13	0980713	SAN MARTIN	560	035	02	15	0350215	JUNIN	840
098	07	14	0980714	SAN MARTIN	895	035	02	17	0350217	JUNIN	837
098	07	15	0980715	SAN MARTIN	1897	035	02	18	0350218	JUNIN	1066
098	07	16	0980716	SAN MARTIN	1174						
098	07	17	0980717	SAN MARTIN	655						71877

Tabla N°5 – Habitantes por y fracciones San Martín- La Colonia

DEPTO	FRAC	RADIO	DFR	DEPARTAMENTO	PERSONA
035	02	03	0350203	JUNIN	1643
035	02	04	0350204	JUNIN	721
035	02	05	0350205	JUNIN	1234
035	02	08	0350208	JUNIN	784
035	02	12	0350212	JUNIN	852
035	02	13	0350213	JUNIN	941
035	02	14	0350214	JUNIN	1255
035	02	16	0350216	JUNIN	1577
					9007

Tabla N°6 – Habitantes por radios y fracciones en Junín.



F. R. M.
U. T. N.

PROYECTO FINAL

**AÑO ACADÉMICO
2020**

DEPTO	FRAC	RADIO	DFR	DEPARTAMENTO	PERSONA
084	02	01	0840201	RIVADAVIA	1928
084	02	02	0840202	RIVADAVIA	1192
084	02	03	0840203	RIVADAVIA	876
084	02	04	0840204	RIVADAVIA	1548
084	02	05	0840205	RIVADAVIA	1269
084	02	06	0840206	RIVADAVIA	1023
084	02	07	0840207	RIVADAVIA	1259
084	02	08	0840208	RIVADAVIA	654
084	02	09	0840209	RIVADAVIA	500
084	02	10	0840210	RIVADAVIA	819
084	02	11	0840211	RIVADAVIA	949
084	02	12	0840212	RIVADAVIA	862
084	02	13	0840213	RIVADAVIA	1001
084	02	14	0840214	RIVADAVIA	1061
084	02	15	0840215	RIVADAVIA	1251
084	02	16	0840216	RIVADAVIA	691
084	02	17	0840217	RIVADAVIA	389
084	08	01	0840801	RIVADAVIA	734
084	08	02	0840802	RIVADAVIA	1356
084	08	03	0840803	RIVADAVIA	1327
084	08	04	0840804	RIVADAVIA	776
084	08	05	0840805	RIVADAVIA	1305
084	08	06	0840806	RIVADAVIA	1359
084	08	07	0840807	RIVADAVIA	738
084	08	08	0840808	RIVADAVIA	1228
084	08	09	0840809	RIVADAVIA	1263
084	08	10	0840810	RIVADAVIA	1266
084	08	11	0840811	RIVADAVIA	1007
084	08	12	0840812	RIVADAVIA	1112
084	08	13	0840813	RIVADAVIA	1641
					32384

Tabla N°7 – Habitantes por radios y fracciones en Rivadavia.

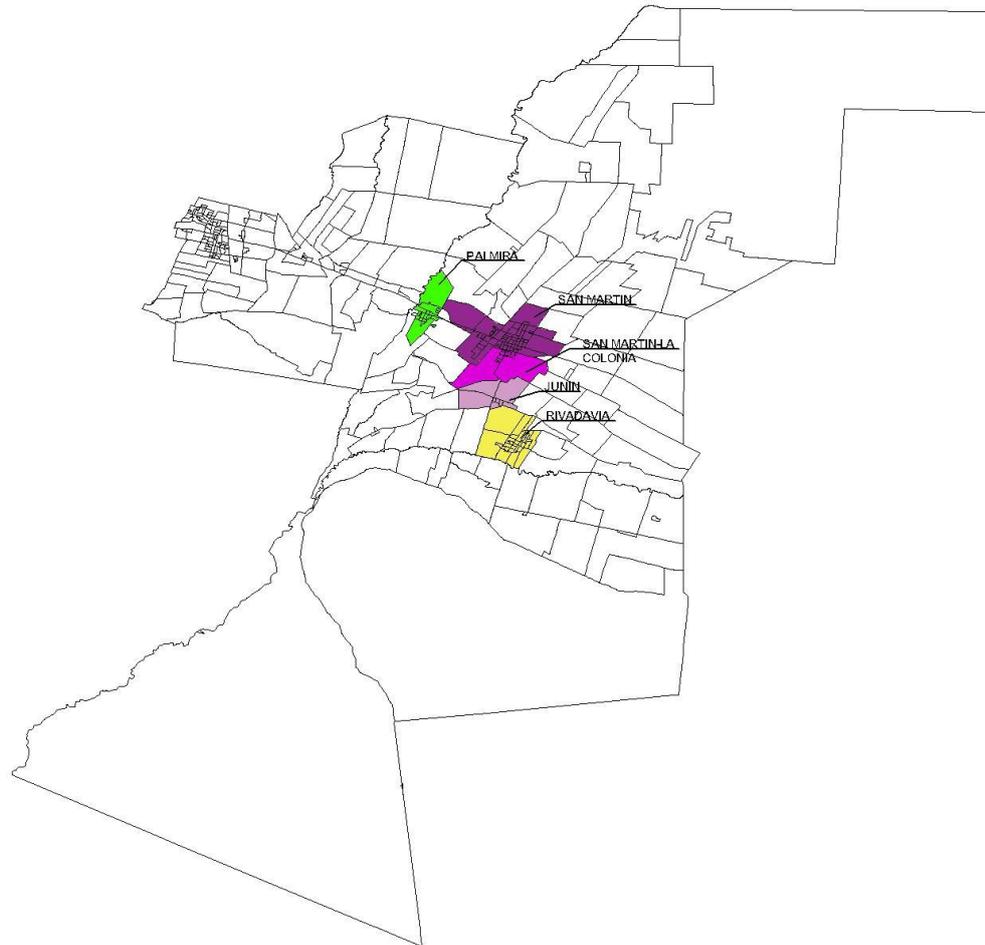


Figura N°1 –Radios y fracciones- población servida.

Población futura o final.

Se proyectan las poblaciones correspondientes al área servida. A modo de ejemplo, se calcula la población en el año 2050 para la Ciudad de Junín. De manera análoga se calcula la población correspondiente a Palmira, San Martín - La Colonia y Rivadavia.

Una vez calculadas las tasas intercensales, se estima la población futura. Primero se calcula la población a 10 años (P_{10}), y para ello se utiliza la tasa de crecimiento del último periodo intercensal $i_1 = i_{II} = 0,0086$.

Donde:

- P_{2010} : Población del último censo (correspondiente a 2010) = 9007 habitantes
- P_0 : Población en el final del primer periodo de proyección (n1) = 9515 habitantes
- P_{10} : Población en el final del segundo periodo de proyección (n2) = 10695 habitantes

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------------

- P_{20} : Población en el final del tercer periodo de proyección (n3) = 11654 habitantes
- P_{30} : Población en el final del tercer periodo de proyección (n4) = 12699 habitantes

$$P_0 = P_{2010} \cdot (1 + i_1)^{n_1} = 9007 \text{ habitantes} \cdot (1 + 0,0086)^{10} = 9815 \text{ habitantes}$$

Luego para calcular la población a periodo de diseño de 20 años, se debe utilizar la tasa menor entre el promedio de las dos tasas y la tasa del último periodo i_{II} . Esta misma tasa de crecimiento poblacional se utiliza para calcular P_{30} y P_{40} .

$$i_2 = i_{II} = 0.0086$$

Cálculo de P_{10}

$$P_{10} = P_0 \cdot (1 + i_2)^{n_2} = 9815 \text{ habitantes} \cdot (1 + 0,0086)^{10} = 10695 \text{ habitantes}$$

Cálculo de P_{20}

$$P_{20} = P_{10} \cdot (1 + i_2)^{n_3} = 10695 \text{ habitantes} \cdot (1 + 0,0086)^{10} = 11654 \text{ habitantes}$$

Cálculo de P_{30}

$$P_{30} = P_{20} \cdot (1 + i_2)^{n_3} = 11654 \text{ habitantes} \cdot (1 + 0,0086)^{10} = 12699 \text{ habitantes}$$

De esta manera se obtiene que la población a fin de periodo de diseño para la Ciudad de Junín, de **12699 habitantes**

Se resumen los resultados obtenidos en la Tabla N°8.

Se obtiene una población final para las 4 localidades en estudio de 194705 habitantes.

LOCALIDADES	CENSO 2010	P0=2020	P10=2030	P20=2040	P30=2050
Palmira	22045	24263	26705	29392	32350
La Colonia- San Martin	71877	79109	87069	95829	105471
Cdad de Junin	9007	9815	10695	11654	12699
Cdad de Rivadavia	32384	35000	37827	40883	44185
					194705

Tabla N°8 – Población por localidad a fin de periodo de diseño

Dotación de diseño

La dotación es el volumen de agua que consume cada habitante por día.

Se adopta: 320 l/hab.día, recomendado por el prestador de servicio, AYSAM, calculado a partir de registros de consumo en la zona.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------------

Coeficientes de pico para dimensionamiento de conductos de agua

Los coeficientes de pico, son coeficientes de mayoración de la demanda de agua, obtenidos de analizar los caudales extremos del año, en los horarios de máximo consumo, dado a que las demandas no son constantes.

Según la Tabla N°9, extraída de las normas ENOSHA, para una población servida superior a 15.000 habitantes, resulta $\alpha=1,95$ en las localidades de Palmira, San Martín - La Colonia, y Rivadavia. Mientras que para Junín se obtiene un $\alpha=2,38$.

POBLACIÓN SERVIDA	$\alpha1$	$\alpha2$	α	$\beta1$	$\beta2$	β
500 a 3000	1,40	1,90	2,65	0,60	0,50	0,30
3000 a 15000	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15000 a 30000	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Tabla N°9 – Coeficientes de pico para agua servida

Caudal de diseño

Para el caso del diseño de una red de acueductos, teniendo en cuenta de que se abastecen las ciudades con una conducción directa desde la planta potabilizadora hasta las localidades, se tiene la siguiente ecuación:

$$Q_{En} = P_f \cdot D_f \cdot \alpha$$

Cuyas unidades son l/día. Teniendo en cuenta que un día tiene 86.400 segundos, se obtiene el caudal (en l/s):

$$Q_{E30} = \frac{P_f \cdot D_f \cdot \alpha}{86.400 \text{ s/día}}$$

Donde:

- P_f : Población a fin del periodo de diseño = 12699 habitantes
- D_f : Dotación final 320 l / (día*hab)
- α : Coeficiente de pico = 2,38

Reemplazando obtenemos el caudal de diseño para cada localidad. Se calcula para la Ciudad de Junín:

$$Q_{E30} = \frac{12699 \text{ hab} \cdot \frac{320 \text{ l}}{\text{día} \cdot \text{hab}} \cdot 2,38}{86400 \text{ s/día}} = 111,94 \text{ l/s}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Se resumen los caudales obtenidos en la Tabla N° 10.

El caudal en el año 2050 se obtiene sumando los caudales en las 4 localidades.

$$Q_{E30} = 1426,42 \text{ l/s}$$

LOCALIDAD	Pf	P. Diseño	Dotación	Coef pico	Qen
	[hab]	[años]	[l/hab.d]	-	[l/s]
PALMIRA	32350	30	320	1,95	233,64
LA COLONIA- SAN MARTIN	105470	30	320	1,95	761,73
CDAD DE JUNIN	12699	30	320	2,38	111,94
CDAD DE RIVADAVIA	44185	30	320	1,95	319,11
TOTAL					1426,42

Tabla N°10 – Caudales a fin de periodo de diseño por localidad



Capítulo 4

Obra de toma

Un punto muy importante para la factibilidad económica del proyecto es la ubicación de la obra de toma, la planta potabilizadora, y su conjunto propiamente dicho. A partir de diversas premisas de diseño, se enfoca el estudio con la elección de un punto geográfico en particular, que cumple con los requisitos pertinentes. Analizando la planialtimetría, factibilidades económicas, técnicas y coyunturales, se elige el lugar más apropiado para la misma.

La obra de toma se ubica 300 metros aguas arriba de la intersección entre el canal San Martín y la ruta 60. Ver Figura N°2



Figura N°2 – Esquema en Google Earth de ubicación obra de toma y planta potabilizadora.

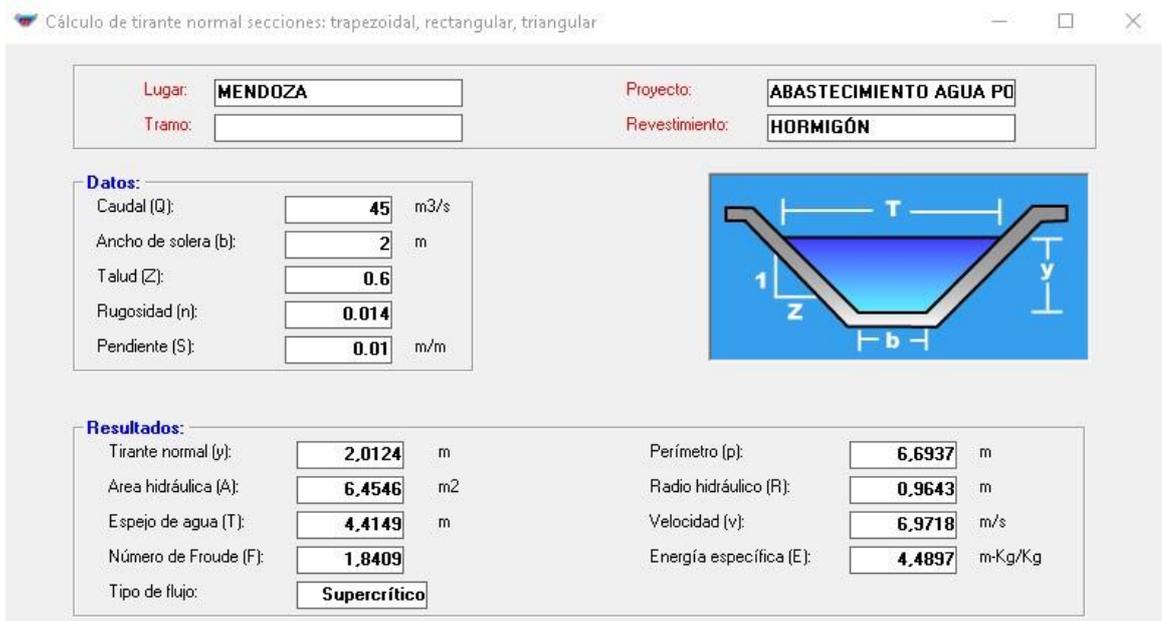


Figura N°3 –Cálculo del tirante de agua del canal San Martín a la altura de la obra de toma.

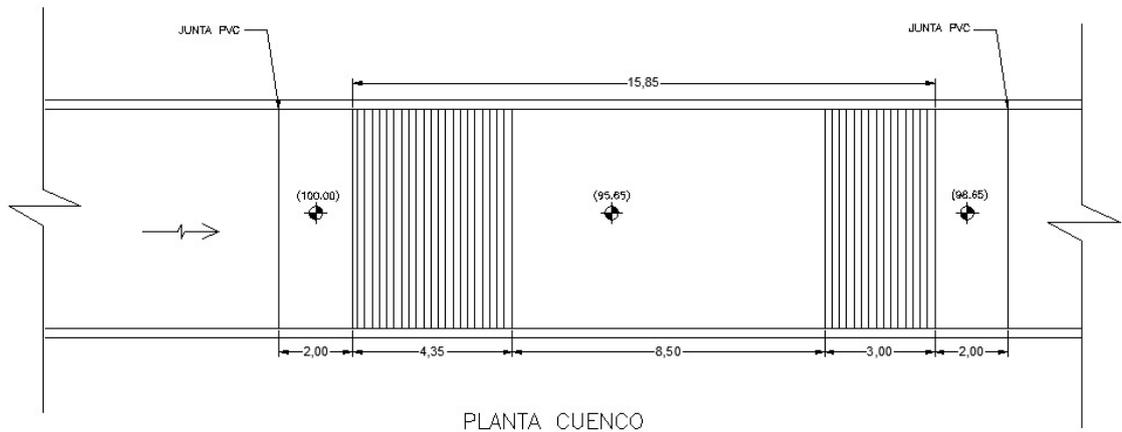


Figura N°4 – Cuenco amortiguador-planta.

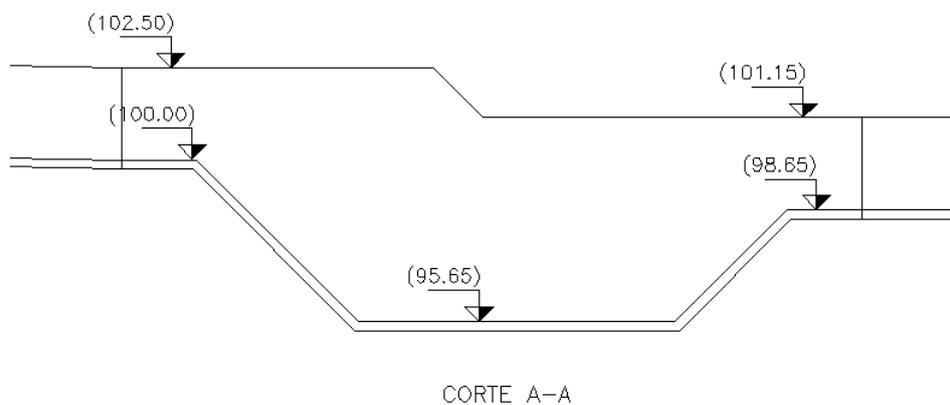


Figura N°5 – Cuenco amortiguador-corte longitudinal.

 <p data-bbox="392 114 501 174">F. R. M. U. T. N.</p>	<p data-bbox="671 120 963 152" style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>	<p data-bbox="1118 114 1401 192" style="text-align: center;">AÑO ACADÉMICO 2020</p>
--	--	--

Para la ubicación y materialización de dicha toma, se tuvieron en cuenta distintos aspectos. Entre ellos, la velocidad del agua, la sección transversal del canal, la garantía de abastecimiento constante de caudal y la distancia de la obra de toma hasta la entrada a la planta.

En las coordenadas latitud: -33.052711; longitud: -68.649589, del canal San Martín, la sección transversal es trapecial, con una base de 2.00 metros, altura de 2.50 metros y un ancho en su parte superior de 5.00 metros. La pendiente del canal es de $i=0.01\text{m/m}$. Se utiliza el software "HCANALES", obteniendo la velocidad del agua en este tramo (ver Figura N°6). Las velocidades resultan superiores a las recomendadas (3m/s), razón por la cual, se proyecta un cuenco disipador de energía, permitiendo el funcionamiento adecuado de la unidad.

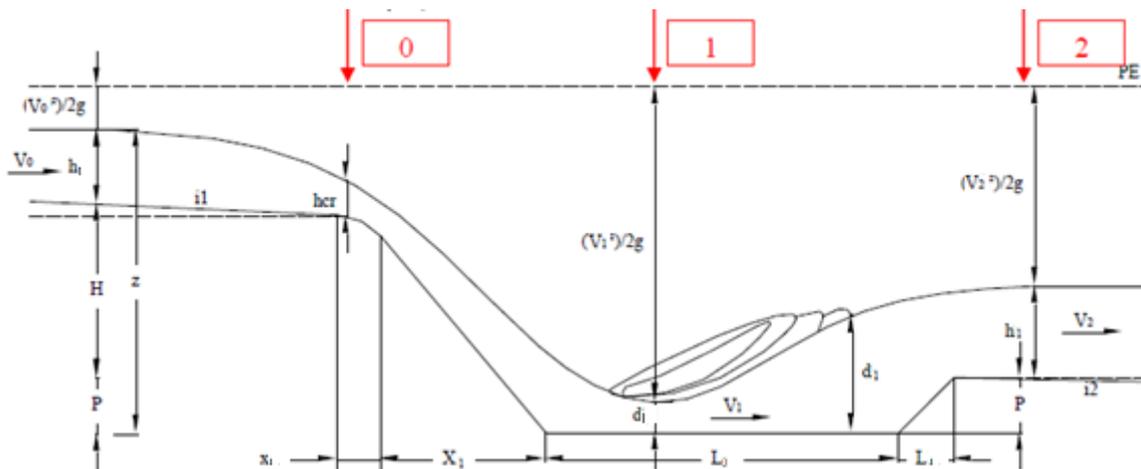
La obra de toma tendrá una longitud total de 100 metros, con una pendiente de $i = 0.002$ y constará de:

- Transición de sección trapecial a rectangular
- Sección rectangular de ancho $b = 6$ metros y altura $h = 2.50$ metros
- Cuenco disipador de energía
- Derivado con compuerta y reja de limpieza
- Vertedero
- Transición de sección rectangular a trapecial

Las transiciones de trapecial a rectangular y viceversa se desarrollarán en una longitud de 20 metros. De esta manera se formará un ángulo de 6° grados garantizando un flujo ordenado y líneas de corriente paralelas entre sí.

Se desarrolla el cálculo del cuenco amortiguador.

Los saltos grandes o escalones de bajada constituyen la singularidad a cielo abierto que permiten salvar el desnivel existente entre 2 tramos de una canalización. En un escalón de bajada, el resalto es **ahogado** si $d_2 < h_2$, en caso contrario es **rechazado**. Una medida muy simple, para que el resalto resulte ahogado, y el problema quede acotado a una longitud no muy grande, es adicionar un cuenco de profundización del fondo, de longitud L_0 y profundidad P , de manera que resulte $P + h_2 \geq d_2$. Constructivamente, es mejor, que $P = 1.15 \cdot d_2 - h_2$. Hidráulicamente el resalto es ahogado y estable si el nº de Froude está comprendido entre 4,5 y 9.



Esquema cuenco amortiguador

Para iniciar el cálculo se considera que la pérdida de carga entre la sección 0 (en el lugar del tirante crítico) y sección 1 (donde el tirante en el resalto es mínimo), la pérdida de carga es nula. De esta manera al establecer el Bernoulli, se obtiene la siguiente ecuación:

$$P + H + h_{cr} + \frac{V_c^2}{2 * g} = d_1 + \frac{V_1^2}{2 * g}$$

Como $B_c = 1,5 * h_{cr}$, y además para sección rectangular, $h_{cr} = \left[\frac{Q^2}{b^2 * g} \right]^{1/3}$ entonces:

$$P + H + 1,5 * h_{cr} = d_1 + \frac{V_1^2}{2 * g}$$

Se despeja la velocidad V_1 : $V_1 = \sqrt{(P + H + 1,5 * h_{cr}) * 2 * g}$

Con esta velocidad, se calcula d_1 : $Q = V_1 * d_1 * b \rightarrow d_1 = \frac{q}{V_1 * b}$

Por otro lado, estableciendo la ecuación de la momenta entre las secciones 1 y 2 (donde el tirante en el resalto es máximo) tenemos el valor de d_2 :

$$d_2 = -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_1}{2}\right)^2 + (2 * V_1)^2 / g}$$

El cálculo del cuenco amortiguador es del tipo iterativo.

Secuencia de cálculo:

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Para determinar P se necesita d_2 ; para determinar d_2 , se precisa d_1 y V_1 ; y para la determinación de una de estas 2 últimas variables se necesita de la otra, por lo cual se resuelve por aproximaciones sucesivas, con los siguientes pasos:

- Para eliminar la indeterminación, se anulan las dos incógnitas: $d_1 = 0 \quad P = 0$
- Se calcula v_1 : (con Carga Hidráulica $h = (P + H + 1.5 \text{ hcr} - d_1)$) $v_1 = \sqrt{2 * g * h}$
- Con v_1 se calcula d_1 : $d_1 = \frac{q}{V_1 * b}$
- Con d_1 se calcula d_2 : $d_2 = -\frac{d_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_1}{2}\right)^2 + (2 * V_1)^2 / g}$
- Con d_2 se calcula p y z $p = 1,15 * d_2 - h_2$
 $z = h_1 + H + P$
- Con z y d_1 , se itera hasta que la diferencia entre los V_1 calculados sea despreciable.
- Verificar: $4,5 < \text{Froude} < 9$

Luego, se calcula L_0 . Debe ser tal, que asegure que el resalto se desarrolle completamente dentro del cuenco.

$$L_0 = \left(\frac{d_2}{h_{cr}} - \frac{d_1}{h_{cr}} \right) * \left(6 - 0,05 * \frac{d_2}{d_1} \right)$$

Para el cálculo de X_1 , en el escalón vertical, se presentan los siguientes inconvenientes:

- Si la altura del escalón $a = (H + P) < 3 \text{ hcr}$, debajo de la vena existe agua en remolinos, cuya rotación produce desgaste en el material de revestimiento.
- Si la altura $a > 3 \text{ hcr}$, aparece aire bajo la lámina y al acelerarse los filetes, baja la presión por debajo de la hidrostática, produciéndose cavitación.

Para evitar esto se sigue con el material del canal, la forma de la caída libre del agua, logrando que la lámina se pegue o adhiera a la superficie material. Lo que esencialmente se hace es seguir la forma parabólica de caída hasta que alcance una pendiente a 45° continuando luego con un plano inclinado a 45° .

El movimiento horizontal de una partícula de agua estará dado por $x = V_0 \cdot t$ y el vertical por $y = (1/2) \cdot g \cdot t^2$; reemplazando:

$$y = 0,5 * g * (x * v_0)^2$$

Con esta ecuación se determinan puntos de la parábola, hasta que sea tangente a un plano a 45° .

$$X_1 = x_1 + (H + P - y_1) * tg45^\circ$$

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

La ecuación de la curva corresponde a un perfil tipo Creager hasta que la curva tome 45°, siguiendo luego en forma recta con la misma pendiente.

$$y = x * \operatorname{tg} \varphi + \frac{x^2}{k * \left[4 * \left(\frac{V_0^2}{2g} \right) * \cos^2 \varphi \right]}$$

φ : es el ángulo de inclinación de la solera de aguas arriba

k: es un factor para asegurar presiones positivas en toda la superficie de contacto (para que no haya cavitaciones) Generalmente se toma $k = 1,5$.

Para el cálculo de L1, que es función del tipo de revestimiento, y está comprendido entre 0 a 4 P.

Se proyecta un vertedero de pared gruesa. Se procede con el cálculo del caudal.

$$Q = \sqrt{2 * g * h} * m * b * h = \sqrt{2 * 9,81 \frac{m}{s^2} * 1,2 m * 0,4 * 15 m * 1,2 m} = 34,94 \frac{m^3}{s}$$

Donde:

- m : coeficiente de pared gruesa de vertedero perfecto. 0.4
- h : altura del pelo de agua. 1.2 m
- b : longitud de vertedero. 15 m

En la Tabla N°11 se muestran los resultados con el cálculo del proceso iterativo del cuenco amortiguador.

En el anexo N°2 se adjunta plano de la unidad.

Propuesto		Calculado					
d_1	P	V_1	d_1	d_2	P	Δd_1	ΔP
0,0000	0,0000	8,3657	0,7020	2,8348	2,4301	0,7020	2,4301
0,7020	2,4301	10,1909	0,5763	3,2186	2,8713	-0,1257	0,4413
0,5763	2,8713	10,7223	0,5477	3,3214	2,9896	-0,0286	0,1183
0,5477	2,9896	10,8557	0,5410	3,3467	3,0186	-0,0067	0,0291
0,5410	3,0186	10,8879	0,5394	3,3527	3,0256	-0,0016	0,0070
0,5394	3,0256	10,8957	0,5390	3,3542	3,0273	-0,0004	0,0017
0,5390	3,0273	10,8975	0,5389	3,3545	3,0277	-0,0001	0,0004
0,5389	3,0277	10,8979	0,5389	3,3546	3,0278	0,0000	0,0001

Tabla N°11 – Calculo de cuenco amortiguador



Capítulo 5

Diseño de planta potabilizadora

Generalidades

Se diseña una planta potabilizadora, capaz de potabilizar el agua tomada del canal San Martín, siendo apta para consumo humano.

En el Anexo N°3 se detalla la ubicación de la planimetría del proyecto

Diseño

A continuación, se incorpora el cálculo y dimensionamiento de los distintos componentes que forman parte de la planta potabilizadora.

Caudal de diseño.

El caudal en el año 2050 se obtiene sumando los caudales en las 4 localidades, que corresponde al caudal medio del día de máximo consumo a fin de periodo de diseño Q_{D30} .

$$Q_{D30} = \frac{P_f * D_f * \alpha_1}{86400 \frac{s}{día}}$$

Donde:

- P_f = Población final = 194704 habitantes
- D_f = Dotación final = 320 l/(hab* día)
- α_1 = Coeficiente de pico = 1,3

Reemplazando:

$$Q_{D30} = \frac{194704 \text{ hab} * 320 \frac{l}{día*hab} * 1,3}{86400 \frac{s}{día}} \rightarrow Q_{D30} = 937,46 \frac{l}{s}$$

Dentro de la planta y durante el proceso de potabilización, existen pérdidas que se estiman en un 6% distribuido de la siguiente manera:

- 1% para el lavado de sedimentadores.
- 4% para el lavado de filtros rápidos.

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
--	------------------------------	--------------------------------------

- 1% para la limpieza general del establecimiento

Finalmente, el caudal de diseño mayorado un 6%, será:

$$Q_{D30} = Q_d * 1,06 = 937,46 \frac{l}{s} * 1,06 = 993,71 l/s$$

Cámara de carga.

La cámara de carga recibe el agua conducida desde la obra de toma, reduce su velocidad y mantiene el nivel piezométrico constante, para abastecer por gravedad a todas las unidades de tratamiento de la planta.

Con respecto al volumen de la cámara de carga, se calcula como el producto del caudal de diseño y el tiempo de permanencia adoptado, el cual suele estar entre los 20 y 60 segundos.

- Parámetros de diseño:

Forma: prismática de sección cuadrada.

Velocidad: 0 m/s.

Tiempo de permanencia adoptado: 40 segundos

Incluye conducto para desagüe y vertederos para desborde.

$$V = Q_{D30 \text{ mayorado}} * t = 976,41 \frac{l}{s} * 40 s \rightarrow V = 39056,4 l = 39,056 m^3$$

Se adopta una altura $h = 4,50 m$, considerando una revancha de 50 cm quedando una altura útil de $h_u = 4,00 m$. Como la base es cuadrada; $a = b$

$$a = b = \sqrt{\frac{V}{h}} = \sqrt{\frac{39,056 m^3}{4,00 m}} = 3,13 m \cong 3,15 m$$

Las dimensiones de la cámara de carga serán:

$$a = b = 3,15 m; h = 4,50 m$$

La cañería de alimentación de la cámara de carga se calcula adoptando una velocidad de ingreso de; $v = 1,20 \frac{m}{s}$

$$A = \frac{Q}{v} = \frac{0,994 \frac{m^3}{s}}{1,20 \frac{m}{s}} = 0,83 m^2$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0.83 \frac{m^2}{s}}{\pi}} \rightarrow D = 1,01 m$$

Se adopta:

Conducto $H^{\circ}D^{\circ} \phi = 1000 mm$

Finalmente, el agua eroga de la cámara de carga por medio de un canal que la transporta a la casa química.

Presedimentador.

La planta potabilizadora que se diseña, no necesita esta unidad. Esto se debe a que el agua que se toma del canal San Martín, aguas arriba pasa por el azud Cipolletti, el cual cuenta con desripador y desarenador. Por otra parte, en el Río Tunuyán, aguas arriba, el caudal pasa por el Dique Carrizal, en donde se deposita un gran porcentaje de los sólidos en suspensión.

Casa química.

En la casa química se dosifican los coagulantes y se realizan ensayos periódicos para determinar las propiedades del agua cruda y tratada, para hacer los ajustes necesarios en la dosificación.

La superficie cubierta es de $11m \times 9m = 99 m^2$

Esta cuenta con tres sectores principales:

- Almacén: cuenta con pallets de Sulfato de Aluminio y también se almacena polielectrolito, cubriendo así el stock crítico demandado. Se cuenta con pallets para almacenamiento de cal.
- Cubas de dosificación: se cuenta con dos cubas de cal con un volumen de $5 m^3$ cada una, y una cuba de dosificación de polielectrolito de $1 m^3$. Se cuenta con dos cubas de Sulfato de Aluminio y una cuba de polielectrolito
- Tanques de almacenamiento: se cuenta con tres tanques de Policloruro de Aluminio con un volumen de $25 m^3$ cada uno.

Aforador y dispersor.

El aforador se ubica al inicio del proceso para poder conocer el caudal de agua que, a tratar, como así también para dispersar el coagulante. Se utilizará como aforadores las canaletas Parshall, que además de medir caudales, genera un resalto, con una importante pérdida de carga, en donde se mezcla adecuadamente el coagulante incorporado al agua.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------------

Donde se puede distinguir tres secciones principales:

- 1) Una sección convergente aguas arriba
- 2) Una sección estrangulada o garganta
- 3) Una sección divergente de salida.

El piso de la sección convergente es horizontal, se inclina hacia abajo en la garganta y hacia arriba en la sección de salida.

- Parámetros de diseño:

Estas son las condiciones de mezcla que debe verificar la canaleta Parshall adoptada para el proyecto:

- 1) Velocidad en la garganta $\geq 2m/s$.
- 2) Tiempo de permanencia: 0,5 – 1 s.
- 3) Gradiente de mezcla: 1000 – 2000 l/s.
- 4) Número de Froude: $F_1 \geq 2,5$.

En función del caudal máximo de 993,71 l/s, se ingresa a la tabla N°12 y Figura N°9, se observa que para que se cumplan todas las condiciones anteriormente nombradas, se debe trabajar con una canaleta Parshall de ancho de garganta $W = 1,830 m$. De este modo se garantiza que se produzca el resalto deseado con $F_1 \geq 2,5$ y que se tengan suficientes gradientes de mezcla y tiempo de permanencia.

	W	A	B	C	D	E	F	L	K	N
	mm									
9"	229	880	864	380	575	763	305	457	76	114
1"	305	1372	1344	610	845	915	610	915	76	229
1 1/2"	457	1449	1420	762	1026	915	610	915	76	229
2"	610	1525	1496	915	1207	915	610	915	76	229
3"	915	1677	1645	1220	1572	915	610	915	76	229
4"	1220	1830	1795	1525	1938	915	610	915	76	229
5"	1525	1983	1941	1830	2303	915	610	915	76	229
6"	1830	2135	2090	2135	2667	915	610	915	76	229
7"	2135	2288	2240	2440	3030	915	610	915	76	229
8"	2440	2440	2392	2745	3400	915	610	915	76	229

Tabla N°12 – Dimensiones normalizadas de la canaleta Parshall

La profundidad del agua en la sección de medición (sección 0) se calcula mediante la ecuación:

$$H_0 = k * Q^n$$

En la Tabla N°13 se obtienen los valores k y n .

Donde:

- $k = 0,389$
- $n = 0,627$



W		k	n
Pulgadas	mm		
9"	229	1,486	0,633
1	305	1,276	0,657
1 1/2	46	0,966	0,65
2	610	0,795	0,64
3	915	0,608	0,639
4	1220	0,505	0,634
5	1525	0,436	0,63
6	1830	0,389	0,627
8	2440	0,324	0,623

Tabla N°13 – Valores de “k” y “n”, para el cálculo del aforador y dispensor

$$H_0 = 0,389 * 0,994^{0,627} \rightarrow H_0 = 0,362 \text{ m}$$

La velocidad en la sección de medición es:

$$U_0 = \frac{Q}{H_0 * D_0}$$

Donde:

$$D_0 = \frac{2}{3} * (D - W) + W = \frac{2}{3} * (2667 \text{ mm} - 1830 \text{ mm}) + 1830 \text{ mm} = 2388 \text{ mm} = 2,388 \text{ m}$$

$$U_0 = \frac{0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,362 \text{ m} * 2,388 \text{ m}} \rightarrow U_0 = 1,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La carga hidráulica disponible se calcula en la sección de medición (Sección 0).

$$E_0 = \frac{U_0^2}{2g} + H_0 + N = \frac{\left(1,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 * g} + 0,362 \text{ m} + 0,229 \text{ m} \rightarrow E_0 = 0,658 \text{ m}$$

El caudal específico se define como la relación entre el caudal y el ancho de garganta.

$$q = \frac{Q}{W} = \frac{0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1,830 \text{ m}} \rightarrow q = 0,545 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

Cálculo de la velocidad y profundidad antes del resalto (Sección 1):

$$U_1 = 2 * \sqrt{\frac{2 * g * E_0}{3}} * \cos \frac{\theta}{3}; h_1 = \frac{q}{U_1}$$

Donde:

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

$$\cos \theta = -\frac{g * q}{\left(\frac{2}{3} * g * E_0\right)^{1,5}} = -\frac{g * 0,545 \frac{m^2}{s}}{\left(\frac{2}{3} * g * 0,658 m\right)^{1,5}} = -0,599 \rightarrow \theta = 126,79^\circ$$

$$U_1 = 2 * \sqrt{\frac{2 * g * 0,658 m}{3} * \cos\left(\frac{126,79^\circ}{3}\right)} \rightarrow U_1 = 3,07 \frac{m}{s}$$

$$U_1 = 3,07 \frac{m}{s} < 2,00 \frac{m}{s} \rightarrow \text{Verifica}$$

$$h_1 = \frac{0,545 \frac{m^2}{s}}{3,07 \frac{m}{s}} \rightarrow h_1 = 0,1775 m$$

Con estos valores se calcula el número de Froude:

$$F_1 = \frac{U_1}{\sqrt{g * h_1}} = \frac{3,07 \frac{m}{s}}{\sqrt{g * 0,1775 m}} \rightarrow F_1 = 2,40 \cong 2,50 \rightarrow \text{Verifica}$$

Altura conjugada del resalto (Sección 2):

$$h_2 = \frac{h_1}{2} * \left(\sqrt{1 + 8 * F_1^2} - 1\right) = \frac{0,1775 m}{2} * \left(\sqrt{1 + 8 * 2,40^2} - 1\right) \rightarrow h_2 = 0,520 m$$

Profundidad y velocidad del agua en la sección de salida (Sección 3):

$$h_3 = h_2 - (N - K) = 0,520 m - (0,229 m - 0,076 m) \rightarrow h_3 = 0,3672 m$$

$$U_3 = \frac{Q}{C * h_3} = \frac{0,994 \frac{m^3}{s}}{2,135 m * 0,3672 m} \rightarrow U_3 = 1,273 \frac{m}{s}$$

Extensión del resalto:

$$L = 6 * (h_2 - h_1) = 6 * (0,520 m - 0,1775 m) \rightarrow L = 2,055 m$$

Pérdida de carga en la unidad:

$$h_f = \frac{(h_2 - h_1)^3}{4 * h_1 * h_2} = \frac{(0,520 m - 0,1775 m)^3}{4 * 0,1775 m * 0,520 m} \rightarrow h_f = 0,11 m$$

Como prácticamente toda la energía es disipada en la sección divergente, el tiempo de mezcla se estima por la velocidad media entre la velocidad U, en la salida de la garganta (Sección 1) y la velocidad en la salida de la canaleta Parshall (Sección 3).

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------------

Tiempo de mezcla:

$$T = \frac{L}{\frac{(U_1 + U_3)}{2}} = \frac{2,055 \text{ m}}{\frac{(3,07 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 1,273 \frac{\text{m}}{\text{s}})}{2}} \rightarrow T = 0,946 \text{ s} \rightarrow \text{Verifica}$$

Gradiente de velocidad:

$$G = \sqrt{\frac{g * \rho * h_f}{\mu * T}} = \sqrt{\frac{g * 993,71 * 0,11}{0,001071 * 0,946}} \rightarrow G = 1031,35 \frac{1}{\text{s}} \rightarrow \text{Verifica}$$

Equipartidor triple.

La estructura de equipartición divide los caudales en partes iguales para derivar en cada floculador mecánico. Se garantiza igualdad de caudales, utilizando 3 vertederos triangulares, en donde se canaliza el caudal a la siguiente unidad.

Se tiene 3 series de 2 floculadores en paralelo (sumando 6 floculadores), por lo tanto, se tiene un equipartidor triple. Aguas abajo del equipartidor triple, se cuenta con tres canales de idéntico caudal, el cual se divide cada uno en dos, a través de una hoja partidora. De esta manera, ingresa un sexto del caudal total a cada floculador.

$$Q_{entrada} = 0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Se divide el caudal total en 3:

$$Q_{derivado} = \frac{Q_{entrada}}{3} = \frac{0,994 \text{ m}^3}{3 \text{ s}} = 0,331 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

A partir de la ecuación de vertedero triangular. Donde, despejando h, se obtiene la altura útil del vertedero.

$$Q_{entrada} = 1,25 * h^{5/2} \rightarrow h_u = \left(\frac{Qc}{1,25} \right)^{\frac{2}{5}} = \left(\frac{0,331 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1,25} \right)^{\frac{2}{5}} = 0,589 \text{ m}$$

Con una revancha de 0,05 m; la altura total, por lo tanto:

$$h_t = 0,589 \text{ m} + 0,05 \text{ m} = 0,639 \text{ m}$$

A continuación, se calcula el ancho necesario:

$$b_{nec} = 2 * n * h * 100 + (n - 1) = 2 * 3 * 0,639 \text{ m} * 100 + (3 - 1) = 385,40 \text{ cm} = 3,85 \text{ m}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Floculador mecánico.

En esta etapa se busca la formación de flocs, que van creciendo en su tamaño a medida que avanzan por la unidad. Por esto, se divide al floculador en tres zonas, en las que se va disminuyendo el gradiente de mezcla.

Se calculan primero los sedimentadores, para que los floculadores mecánicos tengan el mismo ancho. El ancho obtenido en los sedimentadores es de 8m (puede observarse su cálculo en el ítem siguiente: "Sedimentador").

Se analiza la posibilidad de elección entre dos tipos de floculadores: hidráulicos y mecánicos. Los primeros conllevan una mayor inversión inicial, pero menor gasto de mantenimiento. En tanto los segundos, al contrario de los anteriores, si bien son más económicos y eficientes, implican un mayor gasto de mantenimiento periódico. Para el caso, se decide dimensionar floculadores mecánicos. Al compararlos con los hidráulicos, tienen por un lado la desventaja de que traen aparejados, gastos de energía y mantenimiento. Por otro lado, la gran ventaja y la razón de su elección, es que pueden regularse los gradientes de mezcla, logrando absorber con la misma unidad, diferencias en caudales o calidades de agua.

En este tipo de floculador, la mezcla se logra mediante la agitación mecánica de paletas. Se detalla a continuación el proceso de cálculo.

- Parámetros de diseño:

- 1) Forma: prismática, con cámaras en serie de forma que no se produzcan cortocircuitos.
- 2) El área de las paletas debe ser menor del 20% del área del plano transversal del compartimiento que contiene al eje de rotación y a las paletas.
- 3) Cada unidad de floculación cuenta con no más de 4 y no menos de 2 compartimientos en serie, proyectados para tener gradientes de velocidad decrecientes en el sentido del flujo, a fin de evitar la rotura de los flocs formados.
- 4) Velocidad de circulación: 0,2 – 0,4 m/s
- 5) Tiempo de permanencia: 10 – 50 min; usualmente: 20 – 40 min
- 6) Gradiente de mezcla: 60 – 20 1/s

Se diseñará un floculador de eje vertical con paletas paralelas al eje. El tiempo de detención nominal se adopta de 30 minutos. Se usarán tres cámaras en serie en cada floculador.

Volumen del tanque:

$$Vt = Q * T = 0,994 \frac{m^3}{s} * 30 \text{ min} * \frac{60 \text{ s}}{\text{min}} \rightarrow Vt = 1788,70 \text{ m}^3$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Número de floculadores: 6

$$V_f = \frac{Vt}{6} = \frac{1788,70m^3}{6} \rightarrow V_f = 298,11 m^3$$

$$Q_f = \frac{Q}{6} = \frac{0994 \frac{m^3}{s}}{6} \rightarrow Q_f = 0,166 \frac{m^3}{s}$$

El ancho se encuentra condicionado por las dimensiones del sedimentador. En este caso, se adopta un ancho de 9 m. se propone una altura de 1,50 m. El largo se calcula para contener el volumen requerido:

$$L = \frac{V_f}{a_f * h_f} = \frac{298,11 m^3}{9,00 m * 1,50 m} \rightarrow L = 22,08 m$$

Se adopta:

$$L = 25,50 m$$

Se divide cada floculador en 3 cámaras ubicadas en serie, y tendrán por lo tanto las siguientes dimensiones:

$$b = 9,00 m; L = 9,00 m; h = 1,50 m$$

En el interior de cada cámara, las paletas ocuparán un 20% del área de la sección transversal.

$$A_{total\ paletas} = 0,20 * 1,50 m * 9,00 m \rightarrow A_{total\ paletas} = 2,70 m^2$$

Se propone colocar 6 paletas de 1,40 m de largo. Su ancho será:

$$a_{paleta} = \frac{2,70 m^2}{6 * 1,40 m} \rightarrow a_{paleta} = 0,32 m$$

La distribución de las paletas será la misma en las 3 cámaras, pero se hace variar el número de revoluciones para modificar el gradiente de mezcla.

Las paletas se ubicarán a las siguientes distancias del eje de rotación:

$$r_1 = 3,00 m$$

$$r_2 = 2,00 m$$

$$r_3 = 1,00 m$$

Esto es simétrico al otro lado del eje de rotación.

Por su parte, el gradiente de velocidades se calcula como:

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

$$G = \beta * \sqrt{0,42 * \frac{\rho * g}{\mu * V} * C_D * n^3 * b * l \sum r_i^3}$$

Donde:

- β : 5 para paletas paralelas al eje y 2 para paletas perpendiculares al eje.
- $\rho = 999,49 \text{ kg/m}^3$
- $\mu = 0,00124 \text{ Pa.s}$
- $V = \text{volumen de la camara} = 8,50 \text{ m} * 9,00 \text{ m} * 1,50 \text{ m}$
- n : el número de revoluciones por segundo.
- C_D : es el coeficiente de arrastre que depende de la relación l/b de las paletas:

$$C_D = 1,1 + 0,02 * \left(\frac{b}{l} + \frac{l}{b}\right) = 1,1 + 0,02 * \left(\frac{32}{140} + \frac{140}{32}\right) \rightarrow C_D = 1,20$$

Para determinar la potencia total disipada (P en W) que debe tener el motor se calcula:

$$P_t = \mu * V * G^2$$

Se proponen valores de n para obtener gradientes decrecientes en las 3 cámaras del floculador, de acuerdo a los parámetros de diseño recomendados.

En la tabla N°15, se buscan valores de n que dan valores de G decrecientes, pasando de la cámara 1 con un G de 60, a la cámara 2 con un G de 40 y finalmente, en la cámara 3 con un G de 20.

Cámara	n (rps)	G (1/s)	P (W)
1	0,062	56,0723098	473,690698
2	0,0475	37,6011672	213,010306
3	0,03	18,8730806	53,6640632

Tabla N°14 – Valores de “n” en el cálculo del gradiente de mezcla del floculador mecánico

Sedimentador.

Se diseña un sedimentador convencional de limpieza hidráulica. La función del mismo, es brindar las condiciones hidráulicas para que los flocs generados en el floculador, sedimenten en esta unidad.

Un sedimentador ideal se divide en 4 zonas según Camps:

- 1) Zona de sedimentación.
- 2) Zona de entrada.
- 3) Zona de barros.
- 4) Zona de salida.

También se diseñará la cañería para evacuación de barros.

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
---	-----------------------	-------------------------------

Zona 1: Zona de sedimentación.

• Parámetros de diseño:

- 1) Forma: rectangular.
- 2) Relación $\frac{L}{B} = 2,5 - 10$, usualmente: $\frac{L}{B} = 4 - 6$.
- 3) Relación $\frac{L}{H} = 5 - 25$.
- 4) $H = 3 - 5 \text{ m}$, usualmente: $3,5 - 4,5 \text{ m}$.
- 5) *Revancha* = 0,40 a 0,50 m.
- 6) Siempre más de 2 sedimentadores, usualmente 4 a 6. Debe verificar con salida de servicio de 1 sedimentador.
- 7) C_s : carga superficial, según la calidad del agua y la tecnología de la operación (sedimentador y coagulantes). Recomendada: $30 \frac{\text{m}^3}{(\text{m}^2 \cdot \text{dia})}$
- 8) Velocidad horizontal $< 0,55 \text{ cm/s}$.
- 9) Tiempo de permanencia: 2 a 3 hs.
- 10) Gradiente de mezcla: se busca flujo pistón.

Volumen y dimensiones:

Se adopta:

$$C_s = 40 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}$$

$$N^\circ \text{ de sedimentadores} = N = 6$$

$$\text{Tiempo de permanencia} = T = 2 \text{ h}$$

Superficie de cada sedimentador:

$$Sup = \left(\frac{Q}{C_s} \right) = \frac{\frac{0,994 \text{ m}^3}{\text{s}}}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}} \rightarrow Sup = 357,70 \text{ m}^2$$

Volumen de cada sedimentador:

$$V = \left(\frac{Q \cdot T}{n^\circ_{\text{sedimentadores}}} \right) = \frac{0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 2 \text{ h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{\text{h}}}{6} \rightarrow V = 1192,50 \text{ m}^3$$

Para calcular la altura, se hace la relación de volumen sobre área:

$$H = \frac{V}{Sup} = \frac{1192,50 \text{ m}^3}{357,70 \text{ m}^2} \rightarrow H = 3,33 \text{ m}$$

 <p data-bbox="392 114 501 174">F. R. M. U. T. N.</p>	<p data-bbox="671 120 963 152" style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>	<p data-bbox="1118 114 1401 192" style="text-align: center;">AÑO ACADÉMICO 2020</p>
---	--	---

Se adopta:

$$H = 3,50 \text{ m}$$

Se le agrega una revancha de 50 cm.

Se adopta un ancho $B = 9,00 \text{ m}$, que condiciona el ancho del floculador.

El largo será:

$$L = \frac{Sup}{B} = \frac{357,70 \text{ m}^2}{9,00 \text{ m}} \rightarrow L = 39,75 \text{ m}$$

Se adopta:

$$L = 40,5 \text{ m}$$

Quedando el sedimentador:

$$L = 40,5 \text{ m}; B = 9,00 \text{ m}; H = 3,50 \text{ m}$$

Verificación de la relación entre dimensiones:

$$\frac{L}{B} = \frac{40,5 \text{ m}}{9,00 \text{ m}} = 4,50 < 10 \rightarrow \text{Verifica}$$

$$\frac{L}{H} = \frac{40,5 \text{ m}}{3,50 \text{ m}} = 11,57 < 20 \rightarrow \text{Verifica}$$

Verificación de la velocidad horizontal (Formula de Hazen):

El caudal de un sedimentador es: $Q_s = \frac{Q}{4}$

$$Q = U * W$$

$$U_s = \frac{Q_s}{W} = \frac{Q_s}{B * H} < 0,55 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$U_s = \frac{Q_s}{B * H} = \frac{\frac{0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{6}}{3,50 \text{ m} * 9,00 \text{ m}} = 0,0053 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0,53 \frac{\text{cm}}{\text{s}} < 0,55 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \rightarrow \text{Verifica}$$

Verificación para salida de servicio de un sedimentador:

$$Sup = 3 * L * B = 3 * 40,5 \text{ m} * 9,00 \text{ m} \rightarrow Sup = 1822,50 \text{ m}^2$$

$$Cs = \frac{Q}{Sup} = \frac{0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86400 \text{ s}}{1822,50 \text{ m}^2} \rightarrow Cs = 47,11 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{dia}} < 60 \rightarrow \text{Verifica}$$

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
--	------------------------------	--------------------------------------

Verificación de velocidad de auto limpieza:

Se verifica que la velocidad sea menor que la de auto limpieza, para que no se produzca el arrastre de partículas que ya sedimentaron. Se usa la fórmula de Shield-Camp. En rigor, es la velocidad de auto limpieza en desarenadores, pero se aplica aquí.

$$U = \sqrt{\frac{8 * g * k * (\gamma_s - \gamma)}{f * \gamma}} * \phi$$

Donde:

- k : depende del tipo de partícula, calidad, forma ($k = 0,04$)
- $\gamma = \text{peso específico del agua} = 1000 \frac{kg}{m^3}$
- $\gamma_s = \text{peso específico del floc} = 1040 \text{ a } 1100 \frac{kg}{m^3}$
- $\phi = \text{diámetro del floc} = 0,08 \text{ mm} = 0,00008 \text{ m}$
- f : coeficiente de fricción de Darcy-Weisbach. 0,014
- Rh : radio hidráulico. 1,97 m
- χ : perímetro mojado. 16,00 m

Cálculo del radio hidráulico:

$$\chi = B + 2 * H = 9,00 \text{ m} + 2 * 3,50 \text{ m} \rightarrow \chi = 16,00 \text{ m}$$

$$Rh = \frac{W}{\chi} = \frac{9,00 \text{ m} * 3,50 \text{ m}}{16,00 \text{ m}} \rightarrow Rh = 1,97 \text{ m}$$

Pérdida de carga con la ecuación de Manning:

$$U_s = C * \sqrt{Rh * j}$$

$$C = \frac{Rh^{\frac{1}{6}}}{n}$$

Reemplazando y despejando j :

$$j = \left(\frac{U_s * n}{Rh^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = \left(\frac{0,0053 \frac{m}{s} * 0,014}{(1,97 \text{ m})^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \rightarrow j = 2,54 * 10^{-9} \text{ m}$$

$$f = \frac{2 * g * 4 * Rh}{U_s^2} * j = \frac{2 * g * 4 * 1,97 \text{ m}}{\left(0,0053 \frac{m}{s}\right)^2} * 2,54 * 10^{-9} \text{ m} \rightarrow f = 0,014$$

La velocidad de auto limpieza queda:

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

$$U_{aut} = \sqrt{\frac{8 * g * 0,04 * \left(1100 \frac{kg}{m^3} - 1000 \frac{kg}{m^3}\right) * 0,00008 m}{0,014 * 1000 \frac{kg}{m^3}}} \rightarrow U_{aut} = 0,042 \frac{m}{s}$$

$$U_{aut} = 0,042 \frac{m}{s} > U_s = 0,0053 \frac{m}{s} \rightarrow \text{Verifica}$$

Zona 2: Pantallas de ingreso.

- Parámetros de diseño:

- 1) Forma: pantalla con perforaciones regulares uniformemente distribuidas, buscando lograr filetes líquidos paralelos.
- 2) Velocidad: 0,15 m/s

$$Q_s = \frac{Q}{6} = \frac{0,994 \frac{m^3}{s}}{6} \rightarrow Q_s = 0,166 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_s = U * A \rightarrow A = \frac{Q_s}{U} = \frac{0,166 \frac{m^3}{s}}{0,15 \frac{m}{s}} \rightarrow A = 1,11 m^2$$

Se selecciona un diámetro comercial de tubería para construir la pantalla con encofrado perdido. En este caso tubería PVC K 10 D160 mm con $D_{int} = 144,6 mm$.

$$n = \frac{4 * A}{\pi * D^2} = \frac{4 * 1,11 m^2}{\pi * (0,1446 m)^2} \rightarrow n = 67,52$$

Para uniformidad de flujo pistón y permitiendo mayor simetría, se adopta:

$$n = 68 \text{ orificios}$$

Zona 3: Tolva de fondo y desagüe.

Tolva de fondo.

- Parámetros de diseño:

- 1) Volumen de barras = 20 % del volumen del sedimentador.
- 2) Distribución de barras: 75 a 20 % en el primer 1/3 y 20 a 25 % en los restantes 2/3.
- 3) Pendientes > 5 % para limpieza hidráulica (preferentemente 10 %) y > 2 % para limpieza mecánica.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------------

- 4) Pendiente en tolvas > 100 %.
- 5) Cañería de extracción de barros $d > 150$ mm, usualmente ≈ 200 mm.
- 6) Sección de la cañería: se debe incrementar un 20 % por ser agua + barros.

Al ser un sedimentador hidráulico, la recolección de barros se realiza a través de una tolva que posee en el fondo. Los barros pueden permanecer allí entre 15 y 20 días, sin que se descompongan. Se considera el volumen de barros como el 20 % del volumen total de cada sedimentador, el cual se distribuye de la siguiente forma:

- El primer tercio sedimentará el 75 %.
- En el resto sedimentará el 25 %.

$$Vol. Sedimentador = L * B * H = 40,5 \text{ m} * 9,00 \text{ m} * 3,50 \text{ m} \rightarrow Vol_{sed} = 1275,75 \text{ m}^3$$

$$Vol. de barros = 0,20 * Vol_{sed} = 0,20 * 1275,75 \text{ m}^3 \rightarrow Vol_{barros} = 255,15 \text{ m}^3$$

Las longitudes de las distintas zonas de sedimentación serán:

$$L_1 = \frac{1}{3} * L = \frac{1}{3} * 40,5 \text{ m} \rightarrow L_1 = 13,50 \text{ m}$$

$$L_2 = \frac{2}{3} * L = \frac{2}{3} * 40,5 \text{ m} \rightarrow L_2 = 27,00 \text{ m}$$

El volumen necesario que decantara en cada zona de sedimentación definida es:

$$Vol_{barros_1} = Vol_{barros} * 0,75 = 255,15 \text{ m}^3 * 0,75 \rightarrow Vol_{barros_1} = 191,36 \text{ m}^3$$

$$Vol_{barros_2} = Vol_{barros} * 0,25 = 255,15 \text{ m}^3 * 0,25 \rightarrow Vol_{barros_2} = 63,80 \text{ m}^3$$

$$Vol_{barros_1} + Vol_{barros_2} = 191,36 \text{ m}^3 + 63,80 \text{ m}^3 = 255,16 \text{ m}^3$$

Las pendientes i_1 e i_2 deben ser > 100 %, e $i_3 > 5$ %. Para ello se verifica que las dimensiones de la tolva permitan contener el volumen de barros.

Volumen de tolva:

$$Volumen Tolva = VT_1 + VT_2$$

$$VT_1 = H * L_1 * \frac{B}{2}$$

$$VT_2 = h * L_2 * \frac{B}{2}$$

$$h = i_3 * L_2 = 0,05 * 27,00 \text{ m} \rightarrow h = 1,35 \text{ m}$$

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
--	------------------------------	--------------------------------------

$$H' = \frac{h}{2} \rightarrow H' = 0,675 \text{ m}$$

$$b' = \sqrt{h^2 + L_1^2} = \sqrt{(1,35 \text{ m})^2 + (13,50 \text{ m})^2} \rightarrow b' = 13,57 \text{ m}$$

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{h}{L_1} \rightarrow \alpha_1 = \text{tg}^{-1}\left(\frac{h}{L_1}\right) = \text{tg}^{-1}\left(\frac{1,35 \text{ m}}{13,50 \text{ m}}\right) \rightarrow \alpha_1 = 0,0996 \text{ rad} = 5,7106^\circ$$

$$\frac{H + H'}{\frac{L_1}{2}} = \text{tg} (45 + \alpha_1) \rightarrow H = \left[\frac{L_1}{2} * \text{tg} (45 + \alpha_1)\right] - H'$$

$$H = \left[\frac{13,50 \text{ m}}{2} * \text{tg} (45^\circ + 5,7106^\circ)\right] - 0,675 \text{ m} \rightarrow H = 7,58 \text{ m}$$

Reemplazando en las expresiones de volumen:

$$VT_1 = H * L_1 * \frac{B}{2} = 7,58 \text{ m} * 13,50 \text{ m} * \frac{9,00 \text{ m}}{2} \rightarrow VT_1 = 460,20 \text{ m}^3$$

$$VT_1 = 460,20 \text{ m}^3 > Vol_{\text{barros } 1} = 191,36 \text{ m}^3 \rightarrow \text{Verifica}$$

$$VT_2 = h * L_2 * \frac{B}{2} = 1,35 \text{ m} * 27,00 \text{ m} * \frac{9,00 \text{ m}}{2} \rightarrow VT_2 = 164,025 \text{ m}^3$$

$$VT_2 = 162,025 \text{ m}^3 > Vol_{\text{barros } 2} = 63,80 \text{ m}^3 \rightarrow \text{Verifica}$$

$$VT = VT_1 + VT_2 = 460,20 \text{ m}^3 + 162,025 \text{ m}^3 \rightarrow VT = 624,21 \text{ m}^3$$

Pendientes de la tolva:

$$i_1 = \text{tg } \alpha_1 = \frac{H + H'}{\frac{B}{2}} = \frac{7,58 \text{ m} + 0,675 \text{ m}}{\frac{9,00 \text{ m}}{2}} * 100 \rightarrow i_1 = 183,33\% = 61^\circ 23' 21''$$

$$i'_2 = \frac{H + H' - h}{\frac{L_1}{2}} = \frac{7,58 \text{ m} + 0,675 \text{ m} - 1,35 \text{ m}}{\frac{13,50 \text{ m}}{2}} * 100 \rightarrow i'_2 = 102,2\% = 45^\circ 35' 43''$$

$$i_2 = \text{tg } \alpha_1 = \frac{H + H'}{\frac{L_1}{2}} = \frac{7,58 \text{ m} + 0,675 \text{ m}}{\frac{13,50 \text{ m}}{2}} * 100 \rightarrow i_1 = 122,2\% = 50^\circ 42' 20''$$

$$i_3 = \frac{h}{L_2} = \frac{1,35 \text{ m}}{27,00 \text{ m}} * 100 \rightarrow i_3 = 5,00\% = 2^\circ 51'$$

Cálculo de volumen real de tolva.

$$VT = b * a * \frac{h}{3} = 13,57 \text{ m} * 9 \text{ m} * \frac{8,26 \text{ m}}{3} = 336 \text{ m}^3$$

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Se verifica que el volumen real de la tolva es mayor al volumen necesario de barros.

$$336 \text{ m}^3 > 255,16 \text{ m}^3$$

Desagüe.

- Parámetros de diseño:

- 1) Tiempo de vaciado: 4 a 7 hs, recomendado 6 hs.
- 2) La cañería de desagüe de los barros debe ser $\geq 150 \text{ mm}$.
- 3) En el caso de dimensionar a presión, la carga a considerar es la mitad de la altura total hasta el fondo de la tolva.
- 4) Por no tratarse de agua pura debe incrementarse la sección un 20 %.
- 5) La velocidad de escurrimiento no debe ser menor de 0,6 m/s para evitar sedimentación y debe ser menor de 1,5 a 3 m/s para evitar incrustaciones en la cañería.

Considerando que se realiza la limpieza de la tolva con el agua del sedimentador.

$$V_{\text{evac}} = V_{\text{agua}} + V_{\text{barros}} = 1275,75 \text{ m}^3 + 624,21 \text{ m}^3 \rightarrow V_{\text{evac}} = 1900 \text{ m}^3$$

Adoptando un tiempo de vaciado de 6 hs.

$$Q = \frac{V_{\text{evac}}}{T} = \frac{1900 \text{ m}^3}{6 \text{ h}} * \frac{\text{h}}{3600 \text{ s}} \rightarrow Q = 0,088 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Se adopta una velocidad de 1,5 m/s, y se calcula la sección necesaria:

$$W = \frac{Q}{U} = \frac{0,088 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \rightarrow W = 0,0586 \text{ m}^2$$

Se incrementa la sección en un 20 %, por no tratarse de agua pura:

$$W_{20\%} = 1,20 * W = 1,20 * 0,0586 \text{ m}^2 \rightarrow W_{20\%} = 0,0703 \text{ m}^2$$

Se calcula el diámetro correspondiente a esa sección:

$$\phi = \sqrt{\frac{W_{20\%} * 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,0703 \text{ m}^2 * 4}{\pi}} \rightarrow \phi = 0,299 \text{ m} = 299,32 \text{ mm}$$

Se adopta:

$$\text{Conducto } H^{\circ}D^{\circ} \phi = 300 \text{ mm}$$

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
---	-----------------------	-------------------------------

Zona 4: Vertederos de salida y canaletas de recolección.

Vertederos de salida.

- Parámetros de diseño:

- 1) Forma: triangulares, con $h = 5$ a 8 cm y revancha de 5 cm. Separación $< 0,75$ m.
- 2) Velocidad: $0,5$ a $0,8$ m/s.
- 3) Capacidad: $Qv = 200 - 600 \frac{m^3}{(m \cdot dia)}$, recomendado $300 \frac{m^3}{(m \cdot dia)}$

Estos canales se calculan a lo largo y ancho de modo que entreguen la sección necesaria para conducir el líquido, sin alterar las líneas de flujo del agua ni superar velocidades límites para que las partículas no se levanten ni rompan los flocs.

Se debe limitar la llamada tomando una capacidad de evacuación del vertedero de:

$$Qv = 300 \frac{m^3}{(m \cdot dia)}$$

Cálculo de la longitud de vertedero en cada sedimentador:

$$Qs = \frac{Q}{6} = \frac{0,994 \frac{m}{s}}{6} \rightarrow Qs = 0,166 \frac{m}{s}$$

$$L = \frac{Qs}{Qv} = \frac{0,166 \frac{m}{s}}{300 \frac{m^3}{(m \cdot dia)}} \rightarrow L = 47,90 m = 48 m$$

Se adoptan:

- 4 líneas de vertederos en sentido longitudinal del sedimentador.
- 2 líneas de vertederos a lo largo del ancho del sedimentador.

Considerando canaletas de $0,40$ m de ancho, y con paredes de $0,10$ m de espesor, la longitud de vertederos en ese mismo sentido será:

$$9,00 m - (3 * 0,40 m) = 7,80 m \rightarrow \frac{7,80 m}{2} = 3,90 m$$

Mientras que, en el sentido longitudinal, para completar la longitud de vertederos necesaria, se tiene:

$$48,00 m - 7,80 m = 40,20 m \rightarrow \frac{40,20 m}{4} = 10,05 m \rightarrow 10,10 m$$

Finalmente, el vertedero estará formado por:

- 4 líneas de vertederos de $10,10$ m.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

- 2 líneas de vertederos de 3,90 m.
- Su longitud total será:

$$L_{real} = (4 * 10,10 m) + (2 * 3,90 m) \rightarrow L_{real} = 48,20 m$$

$$L_{real} = 48,20 m > L = 48 m \rightarrow Verifica$$

Se utilizan vertederos triangulares.

Dimensiones de vertedero:

$$h = 10,00 cm; h_{util} = 5,00 cm; Revancha = 5,00 cm$$

Gasto por vertedero:

$$q_v = 1,4 * h^{\frac{5}{2}} = 1,4 * (0,05)^{\frac{5}{2}} \rightarrow q_v = 0,000782 \frac{m^3}{s}$$

Numero de vertederos:

$$N = \frac{Q_s}{q_v} = \frac{0,166 \frac{m^3}{s}}{0,00078 \frac{m^3}{s}} \rightarrow N = 211,60$$

Se adoptan:

$$N = 212 vertederos$$

Número de vertederos por metro:

$$\frac{N^{\circ} Vert.}{m} = \frac{N}{L_{real}} = \frac{212 vertederos}{48,20 m} \rightarrow \frac{N^{\circ} Vert.}{m} = 4,42 \frac{vertederos}{m}$$

Canaletas de recolección.

- Parámetros de diseño:

- 1) Forma: en función de su longitud: $L = \frac{Q_s}{Q_v}$. Debe evitarse la resuspensión de flocs por llamada hidráulica. Ingresan hasta $L/3$ como máximo en el sedimentador.
- 2) Velocidad $\approx 0,60 m/s$.

Las canaletas se dimensionan utilizando la ecuación de Manning para canales.

$$Q = A * C * \sqrt{Rh * i}$$

$$C = \frac{Rh^{\frac{1}{6}}}{n}$$

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Se proponen las dimensiones hasta que verifique el caudal.

Canaleta 1: se dimensiona la canaleta central de recolección de un sedimentador.

$$Q_{req\ c1} = q_{vert} * N \frac{vert}{m} * (2 * L) = 0,000782 \frac{m^3}{s} * 4,42 \frac{vertederos}{m} * (2 * 10,10\ m)$$

$$Q_{req\ c1} = 0,06982 \frac{m^3}{s} * \frac{1000\ l}{1\ m^3} = 69,82 \frac{l}{s}$$

Se adopta:

$$\text{Ancho de canaleta: } w = 0,40\ m$$

$$\text{Altura de canaleta: } h = 0,18\ m$$

$$n = 0,014$$

$$i = 0,5\ \%$$

$$Rh = 0,095\ m$$

$$\text{Sección: } A = 0,072\ m^2$$

$$Q_{adm} = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} * i^{0,5} * A}{n} * \frac{1000\ l}{m^3} = \frac{(0,095\ m)^{\frac{2}{3}} * (0,005)^{0,5} * 0,072\ m^2}{0,014} * \frac{1000\ l}{m^3}$$

$$Q_{adm} = 75,57 \frac{l}{s}$$

$$U = \frac{Q}{A} = \frac{0,07557 \frac{m^3}{s}}{0,072\ m^2} \rightarrow U = 1,05 \frac{m}{s}$$

Canaleta 2: recolecta el agua de un sedimentador completo.

$$Q_{req\ c2} = Q_s = \frac{Q}{6} = \frac{0,994 \frac{m^3}{s}}{6} \rightarrow Q_{req\ c2} = 0,166 \frac{m^3}{s}$$

Se adopta:

$$\text{Ancho de canaleta: } w = 0,40\ m$$

$$\text{Altura de canaleta: } h = 0,26\ m$$

$$n = 0,014$$

$$i = 1\ \%$$

$$Rh = 0,11\ m$$

$$\text{Sección: } A = 0,10\ m^2$$

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

$$Q_{adm} = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} * i^{0,5} * A}{n} * \frac{1000 l}{m^3} = \frac{(0,113 m)^{\frac{2}{3}} * (0,01)^{0,5} * 0,10 m^2}{0,014} * \frac{1000 l}{m^3}$$

$$Q_{adm} = 173,67 \frac{l}{s}$$

$$U = \frac{Q}{A} = \frac{0,17367 \frac{m^3}{s}}{0,10 m^2} \rightarrow U = 1,67 \frac{m}{s}$$

Canaleta 3: recolecta el agua de dos sedimentadores.

$$Q_{req C3} = Q_{req C2} * 2 = 0,174 \frac{m^3}{s} * 2 \rightarrow Q_{req} = 0,332 \frac{m^3}{s}$$

Se adopta:

Ancho de canaleta: $w = 0,50 m$

Altura de canaleta: $h = 0,34 m$

$n = 0,014$

$i = 1 \%$

$Rh = 0,140 m$

Sección: $A = 0,17 m^2$

$$Q_{adm} = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} * i^{0,5} * A}{n} * \frac{1000 l}{m^3} = \frac{(0,140 m)^{\frac{2}{3}} * (0,01)^{0,5} * 0,17 m^2}{0,014} * \frac{1000 l}{m^3}$$

$$Q_{adm} = 333,71 \frac{l}{s}$$

$$U = \frac{Q}{A} = \frac{0,333 \frac{m^3}{s}}{0,17 m^2} \rightarrow U = 1,96 \frac{m}{s}$$

Filtro.

Se diseñará un sistema de filtración rápida descendente, donde las partículas son retenidas en el espesor del medio filtrante con manto graduado de arena sobre falso fondo con toberas.

Luego de un cierto tiempo de funcionamiento existe la necesidad del lavado del filtro, el cual se llevará a cabo mediante un flujo de retrolavado ascendente utilizando agua ya filtrada.

Cámara de carga.

Esta es la encargada de proporcionar la carga suficiente para el ingreso a los filtros a través de las tuberías equipartidoras.



- Parámetros de diseño:

- 1) Tiempo de permanencia ≈ 20 s.
- 2) Velocidad cañería de salida $> 0,60$ m/s.

El caudal de ingreso es el transportado por la canaleta 3, correspondiente a dos unidades de sedimentador y es igual a $0,33371 \frac{m^3}{s}$.

Se adopta un tiempo de permanencia de $T = 20$ s.

El volumen de la cámara de carga será:

$$V = Q * T = 0,33371 \frac{m^3}{s} * 20 s \rightarrow V = 6,6742 m^3$$

Se adopta:

$$a = b = 1,50 m$$

Por lo tanto, la altura será:

$$h = \frac{V}{a * b} = \frac{6,6742 m^3}{1,50 m * 1,50 m} \rightarrow h = 2,966 m$$

Dimensiones de la cámara:

$$h = 2,96 m; a = b = 1,50 m$$

Para la cámara de salida, se adopta una velocidad de escurrimiento $U = 1,50$ m/s, para poder determinar el diámetro como:

$$W = \frac{Q}{U} = \frac{0,33371 \frac{m^3}{s}}{1,50 \frac{m}{s}} \rightarrow W = 0,222 m^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * W}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,222 m^2}{\pi}} \rightarrow D = 0,53 m$$

Se adopta:

$$\text{Cañería } H^{\circ}D^{\circ} \phi = 600 mm$$

Fuente equipartidora.

La fuente equipartidora se modela como un vertedero rectangular de pared gruesa y longitud igual al perímetro de la fuente.



• Parámetros de diseño:

- 1) Espesor de pared 100 mm (H°).
- 2) Debe verificarse: $U < 0,3 \text{ m/s}$.
- 3) $m = 0,42$

$$U = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * U}} = \sqrt{\frac{4 * 0,33371 \frac{m^3}{s}}{\pi * 0,3 \frac{m}{s}}} \rightarrow D_{int} = 1,19 \text{ m}$$

Por lo tanto, se adopta:

$$D_{int \text{ adoptado}} = 1,20 \text{ m}$$

$$\text{Espesor de pared} = 0,10 \text{ m}$$

$$D_{ext} = 1,20 \text{ m} + 0,1 \text{ m} * 2 = 1,40 \text{ m}$$

El perímetro de la fuente será:

$$l = \pi * D_{ext} = \pi * 1,40 \text{ m} \rightarrow l = 4,40 \text{ m}$$

La altura de la fuente es:

$$h = \left(\frac{Q}{m * l * \sqrt{2 * g}} \right)^{\frac{2}{3}} = \left(\frac{0,33371 \frac{m^3}{s}}{0,42 * 4,40 \text{ m} * \sqrt{2 * g}} \right)^{\frac{2}{3}} \rightarrow h = 0,11 \text{ m}$$

Para el cálculo de la cañería de salida a filtros, se divide el caudal de la fuente equipartidora en 4 partes. Esto se debe a que esta sección es dimensionada después de haber calculado la cantidad de filtros, por lo que queda condicionada a esta. Sin embargo, se desarrolla ahora para poder continuar con el proceso del agua a través de la planta.

$$Q = \frac{0,33371 \frac{m^3}{s}}{4} \rightarrow Q = 0,08343 \frac{m^3}{s}$$

Se adopta una velocidad de escurrimiento de la fuente equipartidora al filtro de:

$$U = 1,50 \text{ m/s}$$

$$W = \frac{Q}{U} = \frac{0,08343 \frac{m^3}{s}}{1,50 \frac{m}{s}} \rightarrow W = 0,05562 \text{ m}^2$$

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
---	-----------------------	-------------------------------

$$D = \sqrt{\frac{4 * W}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,05562 \text{ m}^2}{\pi}} \rightarrow D = 0,266 \text{ m}$$

Se adopta:

Cañería H°D° $\phi = 300 \text{ mm}$

Filtros rápidos.

- Parámetros de diseño:

1) Número económico de unidades de filtración (múltiplos de 4).

2) Velocidad de filtrado, para filtros rápidos: $120 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{dia}} < V < 160 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{dia}}$

Número de unidades de filtración:

A modo de aproximación, se utiliza la siguiente expresión para estimar la cantidad de filtros que es conveniente utilizar en la planta:

$$N^\circ = 0,044 * \sqrt{Q} = 0,044 * \sqrt{0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86400 \frac{\text{s}}{\text{dia}}} \rightarrow N^\circ = 11,72$$

Como regla general, se recomienda que la cantidad de filtros sea un número par y que, además, una vez dividida las galerías de filtros, también resulten un número par. En este caso, se obtiene un valor indicativo de 11,72. Se adopta 12 filtros.

N° de filtros = 12 filtros

Dimensionamiento.

Se adopta:

$$V = 120 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{dia}}$$

Área total de filtrado:

$$A_{tf} = \frac{Q}{V} = \frac{0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 86400 \frac{\text{s}}{\text{dia}}}{120 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 * \text{dia}}} \rightarrow A_{tf} = 715,47 \text{ m}^2$$

El área de cada uno de los filtros será:

$$A_f = \frac{A_{tf}}{12} = \frac{715,47 \text{ m}^2}{12} \rightarrow A_f = 59,62 \text{ m}^2$$

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
--	------------------------------	--------------------------------------

La relación adoptada entre largo y ancho es:

$$\frac{\text{largo}}{\text{ancho}} = \frac{l}{a} = 1,25 \rightarrow l = 1,25 * a$$

$$A_f = l * a = (1,25 * a) * a = 59,62 \text{ m}^2 \rightarrow a = \sqrt{\frac{59,62 \text{ m}^2}{1,25}} \rightarrow a = 6,91 \text{ m}$$

Se adopta:

$$a = 7,00 \text{ m}$$

$$l = 1,25 * a = 1,25 * 7,00 \text{ m} \rightarrow l = 8,75 \text{ m}$$

Se adopta:

$$l = 8,75 \text{ m}$$

Área del filtro:

$$A_f = l * a = 8,75 \text{ m} * 7,00 \text{ m} \rightarrow A_f = 61,25 \text{ m}^2$$

Dimensiones de filtros:

$$a = 7,00 \text{ m}; l = 8,75 \text{ m}$$

Con respecto a la profundidad de la caja de filtros (H), está dada por:

$$H = FF + L + MT + MF + AL + C + R$$

Donde:

- *FF: Zona libre debajo de losa de falso fondo = 0,60 m.*
- *L: Espesor de losa de fondo = 0,20 m.*
- *MT: Espesor del manto torpedo = 0,10 m.*
- *MF: Espesor del manto filtrante = 0,70 m.*
- *AL: Carga máxima de filtrado = 2,00 m.*
- *C: Canaleta de lavado = 0,40 m.*
- *R: Revancha = 0,50 m.*

Por lo que la altura resulta ser:

$$H = 4,50 \text{ m}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Para el manto filtrante se debe emplear un diámetro efectivo de arena que varía entre 0,45 – 0,65 mm, con coeficiente de uniformidad entre 1,45 – 1,65. En la Figura N°10, se observa la curva granulométrica característica de este tipo de manto filtrante de arena.

La expansión del manto de arena es como máximo del 40 %. Este valor se calcula, y es necesario para determinar la altura de las canaletas de lavado, de modo que la arena no sea arrastrada a desagüe durante el retrolavado.

El manto torpedo está formado por una capa de aproximadamente 0,10 m, cuyo diámetro varía entre 2 – 4 mm.

Falso fondo: altura de 0,60 m. Tiene por finalidad permitir que el agua que baja en sentido vertical cambie de sentido hacia la cañería de salida del filtro.

Pérdida de carga en el medio filtrante:

La pérdida de carga en los mantos filtrantes obedece a las leyes de escurrimiento en medios porosos.

Para ello se utiliza la ecuación de Kozeny:

$$\frac{H_f}{L_f} = \frac{K_k * \mu}{g * \rho_a} * \frac{(1 - \varepsilon)^2}{\varepsilon^3} * \left(\frac{A}{V}\right)^2 * U_f$$

Donde:

- H_f : pérdida de carga en el manto filtrante (m)
- L_f : altura del manto (m)
- K_k : Coeficiente de Kozeny, aproximadamente 4,0 a 4,5 para los casos habituales de filtración de agua.
- g : aceleración de la gravedad ($\frac{m}{s^2}$)
- U_f : Velocidad de aproximación (m/s)
- μ : viscosidad dinámica del agua ($N \frac{s}{m^2}$)
- ρ_a : densidad del agua ($1000 kg/m^3$)
- ε : porosidad del manto

La pérdida de carga varía desde un mínimo cuando el manto está limpio, hasta un máximo al final de la carrera del filtro, es decir, cuando el manto filtrante ha llegado al máximo de atascamiento o suciedad.



A medida que el manto se va saturando, la carga sobre él aumenta, pero no debe superar cierto límite pues podría romperse por el aumento excesivo de la presión.

Por lo tanto, se toma como pérdida de carga máxima 2,40 m.

Cálculo del caudal de lavado.

La velocidad de lavado debe estar entre 0,6 – 1 m/min, lo que equivale a entre

36 – 60 m³/(m² * h). En este caso se adopta:

$$U_{lav} = 40 \text{ m}^3/(\text{m}^2 * \text{h})$$

Por lo que para cada filtro se necesitará suministrar el siguiente caudal:

$$Q_{lav} = U_{lav} * A_f = 40 \frac{\text{m}^3}{(\text{m}^2 * \text{h})} * 61,25 \text{ m}^2 * \frac{\text{h}}{3600 \text{ s}} \rightarrow Q_{lav} = 0,6805 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

La velocidad en el conducto de entrada del agua de lavado será:

$$2,50 \frac{\text{m}}{\text{s}} \leq V \leq 3,50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Se adopta:

$$V = 3,00 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Q_{lav} = V * W \rightarrow \phi = \sqrt{\frac{4 * Q_{lav}}{V * \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,6805 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{3,00 \frac{\text{m}}{\text{s}} * \pi}} \rightarrow \phi = 0,537 \text{ m}$$

Se adopta:

$$\text{Cañería H}^\circ\text{D}^\circ \phi = 600 \text{ mm}$$

Canaletas de recolección de agua de retrolavado.

- Parámetros de diseño:

La disposición de las canaletas de agua de lavado se rige por la condición de que una partícula no debe recorrer más de un metro en proyección horizontal para llegar a una canaleta. En consecuencia:

- 1) Distancia entre canaletas $\leq 2 \text{ m}$
- 2) Distancia entre canaletas y pared $\leq 1 \text{ m}$
- 3) Velocidad de evacuación de agua de lavado: $1,50 \frac{\text{m}}{\text{s}} \leq V \leq 2,50 \text{ m/s}$

Se adopta una velocidad de evacuación de agua de lavado de 2,00 m/s.

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
---	-----------------------	-------------------------------

Para dimensiones propuestas de 0,40 m de profundidad por 0,25 m de ancho, el número de canaletas C1 necesarias resulta:

$$Q_{c1} = 2,00 \frac{m}{s} * (0,40 m * 0,25 m) \rightarrow Q_{c1} = 0,20 \frac{m^3}{s}$$

$$N^{\circ}_{c1} = \frac{Q_{lav}}{Q_{c1}} = \frac{0,6805 \frac{m^3}{s}}{0,20 \frac{m^3}{s}} \rightarrow N^{\circ}_{c1} = 3,40$$

Se adopta:

$$N^{\circ}_{c1} = 4 \text{ canaletas}$$

Se proponen:

$$\text{Distancia entre canaleta} - \text{canaleta} = 1,5 m < 2m \rightarrow \text{verifica}$$

$$\text{Distancia entre canaleta} - \text{pared} = 0,75 m < 1m \rightarrow \text{verifica}$$

La canaleta de recolección C2 tendrá la siguiente sección:

$$W_{C2} = \frac{Q_{lav}}{V_{lav}} = \frac{0,6805 \frac{m^3}{s}}{2,00 \frac{m}{s}} \rightarrow W_{C2} = 0,34 m^2$$

Se adopta:

$$h = 0,80 m$$

$$b = 0,45 m$$

$$W_{C2real} = h * b = 0,80 m * 0,45 m \rightarrow W_{C2real} = 0,36 m^2$$

$$W_{C2real} > W_{C2} \rightarrow \text{Verifica}$$

Dimensiones canaletas C2:

$$h = 0,80 m; b = 0,45 m$$

Cálculo de la pendiente de las canaletas:

Siendo:

$$U = 2,00 m/s$$

$$n = 0,014 \text{ (Hormigon)}$$

$$Rh = \frac{b * h}{b + 2 * h}$$



$$i = \left(\frac{U * n}{Rh^{\frac{2}{3}}} \right)^2$$

- Canaleta C1:

$$Rh_{C1} = \frac{0,25 \text{ m} * 0,40 \text{ m}}{0,25 \text{ m} + (2 * 0,40 \text{ m})} \rightarrow Rh_{C1} = 0,095 \text{ m}$$

$$i_{C1} = \left(\frac{2,00 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,014}{(0,095 \text{ m})^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = 0,018 \rightarrow i_1 = 1,80\%$$

- Canaleta C2:

$$Rh_{C2} = \frac{0,45 \text{ m} * 0,80 \text{ m}}{0,45 \text{ m} + (2 * 0,80 \text{ m})} \rightarrow Rh_{C2} = 0,18 \text{ m}$$

$$i_{C2} = \left(\frac{2,00 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,014}{(0,18 \text{ m})^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = 0,009 \rightarrow i_1 = 0,80\%$$

Cañería de recolección de agua filtrada.

El agua filtrada que sale de los filtros es recolectada por cañerías. Los caudales que debe transportar son:

$$Q_1 = \frac{Q}{12} = \frac{0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{12} \rightarrow Q_1 = 0,083 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_2 = 2 * Q_1 = 2 * 0,083 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \rightarrow Q_2 = 0,166 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_3 = 4 * Q_1 = 4 * 0,083 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \rightarrow Q_3 = 0,331 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_4 = 8 * Q_1 = 8 * 0,083 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \rightarrow Q_4 = 0,662 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_5 = 12 * Q_1 = 12 * 0,083 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \rightarrow Q_5 = 0,994 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

A continuación, para cada caudal se determina un diámetro. Posteriormente, se determina una velocidad y finalmente, se calcula un valor de J . Se emplean las ecuaciones de Hazen-Williams.

$$\phi = 1,626 * \left(\frac{Q}{C} \right)^{0,38} * J^{-0,205}$$

Para determinar los diámetros se adopta un $J = 0,005$.

Para cañerías de hierro dúctil $C = 145$.

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

$$J = 10,67 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} * \phi^{-4,87}$$

$$U = \frac{Q}{A} = \frac{Q * 4}{\pi * D^2}$$

En la Tabla N°15, Tabla N°16 y Tabla N°17 se adjuntan los resultados obtenidos de las pérdidas de carga.

Material	Cañería	Q [m3/s]	Dcalc [m]	Dcom [mm]	C	J [m/m]	J real [m/m]	U [m/s]
H°D°	Ø1	0,083	0,282	300	145	0,005	0,0038	1,1715
H°D°	Ø2	0,166	0,367	400	145	0,005	0,0033	1,3180
H°D°	Ø3	0,331	0,478	500	145	0,005	0,0041	1,6870
H°D°	Ø4	0,662	0,622	1000	145	0,005	0,0005	0,8435
H°D°	Ø5	0,994	0,725	1000	145	0,005	0,0011	1,2652

Tabla N°15 – Cálculo del diámetro “D” en el cálculo de cañerías de recolección.

Perdidas por fricción	
L [m]	ΔH [m]
7,2000	0,027
9,3000	0,031
26,5000	0,107
2,0000	0,001
27,2000	0,029
Suma	0,195

Tabla N°16 – Pérdidas de carga por fricción de cañerías de recolección

Perdidas por singularidades				
Singularidad	N	K	U [m/s]	ΔH [m]
Codos 90°	1	0,750	1,1715	0,052
Codos 90°	1	0,750	1,3180	0,066
Cambios de diámetro	1	0,170	1,3180	0,015
Cambios de diámetro	1	0,170	1,6870	0,025
Cambios de diámetro	1	0,170	1,2652	0,014
Ramal T sin cambio de dirección	1	0,300	1,3180	0,027
Ramal T sin cambio de dirección	2	0,300	1,6870	0,087
Ramal T con cambio de dirección	1	1,800	1,2652	0,147
Valvulas mariposas	1	1,500	1,1715	0,105
Valvulas mariposas	1	1,500	1,2652	0,122
Suma				0,660

Tabla N°17 – Pérdidas de carga por singularidad de cañerías de recolección

Tanque de lavado.

- Parámetros de diseño:

1) Volumen: el necesario para el lavado de dos filtros en forma simultánea, durante al menos 10 minutos.

2) Velocidad de lavado adoptado = $40 \frac{m^3}{(m^2 * dia)}$

3) Altura: la necesaria para lavado por gravedad. Considerar pérdidas de carga en la cañería y los filtros.



Volumen de tanque:

$$Q_{lav} = 0,680 \frac{m^3}{s}$$

$$T = 10 \text{ min}$$

$$Vol. \text{ tanque} = 2 * Q_{lav} * T = 2 * 0,680 \frac{m^3}{s} * 10 \text{ min} * \frac{60 \text{ s}}{\text{min}} \rightarrow Vol. \text{ tanque} = 816,67 m^3$$

Se adopta un tanque de forma cilíndrica y una altura $h = 5 \text{ m}$.

$$A_{tanque} = \frac{V_{tanque}}{h} = \frac{816,67 m^3}{5 m} \rightarrow A_{tanque} = 163,33 m^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * A_{tanque}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 163,33 m^2}{\pi}} \rightarrow D = 14,42 m$$

Se adopta:

$$D = 14,50 m$$

Cañería de bajada:

Se adopta:

$$V_{esc} = 3 m/s$$

La sección resulta:

$$W_c = \frac{Q_{lav}}{V_{esc}} = \frac{0,680 \frac{m^3}{s}}{2,50 \frac{m}{s}} \rightarrow W_c = 0,227 m^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * W_c}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,227 m^2}{\pi}} \rightarrow D = 0,537 m$$

Se adopta:

$$\text{Cañería } H^{\circ}D^{\circ} \phi = 600 \text{ mm}$$

Altura del tanque:

Se consideran todas las pérdidas de carga.

Las pérdidas por frotamiento se calculan para lavar el filtro más alejado:

$$\Delta H_1 = J * L$$

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Donde L es la longitud de cañerías desde el tanque hasta el filtro.

Las pérdidas por singularidad se calculan como:

$$\Delta H_2 = N * \frac{K * U^2}{2 * g}$$

En los filtros se considera la pérdida de carga del conjunto: manto filtrante, torpedo y desborde a la canaleta, más un adicional igual a la del manto filtrante, necesario para producir la expansión del manto de arena.

$$H = \sum \Delta H = 0,826 \text{ m} + 7,913 \text{ m} \rightarrow H = 8,70 \text{ m}$$

En la Tabla N° 18 y Tabla N°19 se adjuntan los resultados obtenidos de las pérdidas de carga.

Se adopta:

$$H = 8,7 \text{ m}$$

Perdidas de carga por frotamiento							
Cañería	Q [m ³ /s]	U [m/s]	Dcalc [m]	Dcom [m]	Longitud	J [m/m]	ΔH [m]
Bajada y a batería	1,21	3	0,716617	0,8	50	0,0045	0,226
A filtro	0,680556	3	0,537435	0,6	95	0,0063	0,601
Total							0,826

Tabla N°18 – Pérdidas de carga por frotamiento

Perdidas de carga por singularidades				
Singularidad	N	K	U	ΔH [m]
Codos 90°	3	0,75	3	1,032
Cambio de diámetro	1	0,17	3	0,078
Ramal T sin cambio de dirección	2	0,3	3	0,275
Ramal T con cambio de dirección	2	1,8	3	1,651
Válvulas mariposas	2	1,5	3	1,376
Pérdidas por filtro	-	-	-	3,5
Total				7,913

Tabla N°19 – Pérdidas de carga por singularidad en filtros

Almacenamiento.

El volumen de reserva, con tiempo suficiente para contacto del desinfectante (cloro). En el interior de la cisterna se debe garantizar la circulación total del agua, evitando zonas muertas mediante la división con chicanas.

- Parámetros de diseño:

- 1) Tiempo mínimo de contacto para desinfección = 30 minutos
- 2) Tiempo de permanencia: 4 a 6 hs

Se calcula un volumen de reserva para un tiempo de 4 hs.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

$$V_{cisterna} = Q_{lav} * T = 0,681 \frac{m^3}{s} * 4 \text{ hs} * \frac{3600 \text{ s}}{h} \rightarrow V_{cisterna} = 9800 \text{ m}^3$$

Se adopta:

$$h = 6 \text{ m}$$

$$Superficie = \frac{V_{cisterna}}{h} = \frac{9800 \text{ m}^3}{6 \text{ m}} \rightarrow Superficie = 1633,33 \text{ m}^2$$

Se adopta forma prismática con ancho de 42,00 m y largo de 42,00 m

$$Superficie = 42,00 \text{ m} * 42,00 \text{ m} = 1764 \text{ m}^2 > 1633,33 \text{ m}^2 \rightarrow Verifica$$

Dimensiones tanque de almacenamiento:

$$h = 6,00 \text{ m}; b = 42,00 \text{ m}; l = 42,00 \text{ m}$$

Cantidad de chicanas: 5.

Separación entre chicanas:

$$s = \frac{42,00 \text{ m}}{5 + 1} = 7,00 \text{ m}$$

Pérdidas de carga.

Para el trazado del perfil hidráulico de la planta es necesario conocer las pérdidas de carga que ocurren en cada una de las unidades.

Canaletas Parshall.

La pérdida en canaleta Parshall es de:

$$H = 0,11 \text{ m}$$

Floculador mecánico.

La pérdida de carga en el floculador mecánico se debe a la embocadura al pasar de una cámara a la siguiente. En forma simplificada puede calcularse como (Teorema de Borda):

$$\Delta H = \xi * \frac{(U_1 - U_2)^2}{2 * g} = \xi * \left(\frac{\omega_1}{\omega_2} - 1 \right)^2 * \frac{U_1^2}{2 * g}$$

Donde:

- U_1 : velocidad en la sección del floculador
- U_2 : velocidad en la embocadura.

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

- ξ : coeficiente de Gibson (se considera =1).
- ω_1 : sección 1. $12,00 \text{ m}^2$
- ω_2 : sección 2. $0,25 \text{ m}^2$

Se adopta una sección 2 de $0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m}$.

$$\Delta H = 1 * \left(\frac{12,00 \text{ m}^2}{0,25 \text{ m}^2} - 1 \right)^2 * \frac{\left(0,01 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2}{2 * g} \rightarrow \Delta H = 0,011 \text{ m}$$

Esta pérdida de carga se produce 3 veces en la unidad, por lo tanto:

$$H = 3 * \Delta H = 3 * 0,011 \text{ m} \rightarrow h = 0,034 \text{ m}$$

Dada la baja velocidad con la que circula el agua, el valor es pequeño, pero sensible al tamaño de la embocadura.

Sedimentador.

En la zona 4 del sedimentador, en los vertederos de salida y las canaletas, es donde más carga se pierde. En el resto del sedimentador, como se verá a continuación, la pérdida de carga es prácticamente despreciable.

$$Rh = \frac{a * h}{(2 * h) + a} = \frac{9,00 \text{ m} * 3,50 \text{ m}}{(2 * 3,50 \text{ m}) + 9,00 \text{ m}} \rightarrow Rh = 1,97 \text{ m}$$

$$J = \frac{(U * n)^2}{Rh^{4/3}} = \frac{\left(0,0053 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,014 \right)^2}{(1,97 \text{ m})^{4/3}} \rightarrow J = 2,54 * 10^{-9}$$

$$\Delta H = J * L = 2,76 * 10^{-9} * 40,5 \text{ m} \rightarrow \Delta H = 1,03 * 10^{-7} \text{ m}$$

Volviendo a la zona 4 del sedimentador, la pérdida de carga será:

$$\Delta H = h_{lamina} + h_{caida} = 0,05 \text{ m} + 0,05 \text{ m} \rightarrow \Delta H = 0,10 \text{ m}$$

Datos de las canaletas:

- C1: $L1 = 10,10 \text{ m}$ $i = j = 0,005$
- C2: $L2 = 9,00 \text{ m}$ $i = j = 0,005$
- C3: $L3 = 10,90 \text{ m}$ $i = j = 0,005$

$$\Delta H_1 = 10,10 \text{ m} * 0,005 \rightarrow \Delta H_1 = 0,0505 \text{ m}$$

$$\Delta H_2 = 9,00 \text{ m} * 0,005 \rightarrow \Delta H_2 = 0,045 \text{ m}$$

$$\Delta H_3 = 10,90 \text{ m} * 0,005 \rightarrow \Delta H_3 = 0,0545 \text{ m}$$

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Totalizando una pérdida de carga de:

$$H = \Delta H + \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = 0,10 \text{ m} + 0,0505 \text{ m} + 0,045 \text{ m} + 0,0545 \text{ m}$$

$$H = 0,25 \text{ m}$$

Fuente equipartidora.

La distancia entre la cámara de carga y la fuente equipartidora es de 10,00 m.

Diámetro 0,60 m, $Q = 0,3337 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$.

$$J = 10,67 * \left(\frac{Q}{145}\right)^{1,85} * D^{-4,87} = 10,67 * \left(\frac{0,3337 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{145}\right)^{1,85} * (0,60 \text{ m})^{-4,87}$$

$$\rightarrow J = 1,69 * 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$\Delta H_1 = L * J = 10,00 \text{ m} * 1,69 * 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{m}} \rightarrow \Delta H_1 = 0,0169 \text{ m}$$

Pérdida de carga en el vertedero:

$$\Delta H_2 = h_{lamina} + h_{caida} = 0,10 \text{ m} + 0,10 \text{ m} \rightarrow \Delta H_2 = 0,20 \text{ m}$$

Totalizando una pérdida de carga de:

$$H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = 0,0169 \text{ m} + 0,20 \text{ m} \rightarrow H = 0,2169 \text{ m}$$

Filtros.

Se utiliza la Tabla N°20 para obtener la pérdida de carga de la unidad, resultando: $H = 1,04 \text{ m}$

hf	1,026791	
lf	0,7 m	
Kk	4	
g	9,81 m/s ²	
Uf	1,5 m/s	
mu	0,001 N s/m ²	
ρ	1000 kg/m ³	
ε	0,01	
A	59,6 m ²	
V	38,1 m ³	

Tabla N°20 – Variables de pérdida de carga de filtro

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Cañerías.

Las cañerías llevan el agua filtrada a desinfección y posteriormente a la cisterna de almacenamiento. Ya se obtuvieron los valores de J para las 4 cañerías. Al multiplicarlas por la longitud de las mismas se obtiene la pérdida de carga por frotamiento.

- $C1: L1 = 7,20 m \quad i = j = 0,0038$
- $C2: L2 = 9,30 m \quad i = j = 0,0034$
- $C3: L3 = 26,50 m \quad i = j = 0,0041$
- $C4: L4 = 2,00 m \quad i = j = 0,0005$
- $C5: L5 = 27,20 m \quad i = j = 0,0011$

$$\Delta H_1 = 7,20 m * 0,0038 \rightarrow \Delta H_1 = 0,02724 m$$

$$\Delta H_2 = 9,30 m * 0,0034 \rightarrow \Delta H_2 = 0,03125 m$$

$$\Delta H_3 = 26,50 m * 0,0041 \rightarrow \Delta H_3 = 0,1082 m$$

$$\Delta H_4 = 27,20 m * 0,0005 \rightarrow \Delta H_4 = 0,0010 m$$

$$\Delta H_5 = 27,20 m * 0,0011 \rightarrow \Delta H_5 = 0,02900 m$$

Totaliza una pérdida de carga de:

$$H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 \rightarrow H = 0,197 m$$

Además, deben sumarse las pérdidas de carga por singularidades, cuya ecuación es de la forma:

$$\Delta H = N * \frac{K * U^2}{2 * g}$$

Se adjuntan las pérdidas de carga por singularidades en la conducción en la Tabla N°21

Perdidas por singularidades				
Singularidad	N	K	U [m/s]	ΔH [m]
Codos 90°	1	0,750	1,1715	0,052
Codos 90°	1	0,750	1,3180	0,066
Cambios de diámetro	1	0,170	1,3180	0,015
Cambios de diámetro	1	0,170	1,6870	0,025
Cambios de diámetro	1	0,170	1,2652	0,014
Ramal T sin cambio de dirección	1	0,300	1,3180	0,027
Ramal T sin cambio de dirección	2	0,300	1,6870	0,087
Ramal T con cambio de dirección	1	1,800	1,2652	0,147
Valvulas mariposas	1	1,500	1,1715	0,105
Valvulas mariposas	1	1,500	1,2652	0,122
			Suma	0,660

Tabla N°21: Pérdidas de carga por singularidad de cañerías de recolección

Totaliza una pérdida de carga de:

$$H = 0,197 \text{ m} + 0,660 \text{ m} \rightarrow H = 0,862 \text{ m}$$

Cisterna

La pérdida de carga en cisterna es casi despreciable. Para calcularla se considera como un canal de ancho igual a la separación entre chicanas y longitud igual al ancho de la cisterna por el número de chicanas.

$$L = 36,00 \text{ m} * 6 \rightarrow L = 216,00 \text{ m}$$

$$U = \frac{Q}{A} = \frac{0,6805 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{5,00 \text{ m} * 6,90 \text{ m}} \rightarrow U = 0,01985 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$Rh = \frac{A}{\chi} = \frac{5,00 \text{ m} * 6,90 \text{ m}}{5,00 \text{ m} + (2 * 6,90 \text{ m})} \rightarrow Rh = 1,832 \text{ m}$$

$$J = \frac{(U * n)^2}{Rh^{4/3}} = \frac{\left(0,01985 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,014\right)^2}{(1,832 \text{ m})^{4/3}} \rightarrow J = 3,44 * 10^{-8}$$

$$\Delta H = J * L = 3,44 * 10^{-8} * 216,00 \text{ m} \rightarrow \Delta H = 7,44 * 10^{-6} \text{ m}$$

Canales.

En los canales la pérdida de carga por unidad de longitud coincide con la pendiente. Se considera

$$i = 0,001.$$

$$L_1: \text{de la cámara de carga a la canaleta Parshall} = 15,00 \text{ m}$$

$$\Delta H_1 = L_1 * i = 15,00 \text{ m} * 0,001 \rightarrow \Delta H_1 = 0,015 \text{ m}$$

$$L_2: \text{de la canaleta Parshall a hoja partidora} = 15,00 \text{ m}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

$$\Delta H_2 = L_2 * i = 15,00 \text{ m} * 0,001 \rightarrow \Delta H_2 = 0,015 \text{ m}$$

L_3 : de partidora triple a hoja partidora = 15,00 m

$$\Delta H_3 = L_3 * i = 35,00 \text{ m} * 0,001 \rightarrow \Delta H_3 = 0,035 \text{ m}$$

L_4 : de hoja partidora a floculador = 2,00 m

$$\Delta H_4 = L_4 * i = 2,00 \text{ m} * 0,001 \rightarrow \Delta H_4 = 0,002 \text{ m}$$

Pérdidas por singularidades (1 partidora triple, hojas partidoras y cambios de dirección) se estima en 0,10 m. Sumando se obtiene ΔH de canales:

$$\Delta H = 0,015 \text{ m} + 0,015 \text{ m} + 0,035 \text{ m} + 0,002 \text{ m} + 0,10 \text{ m} \rightarrow \Delta H = 0,167 \text{ m}$$

Pérdida de carga total.

$$\Delta H_t = (0,111 + 0,034 + 0,25 + 0,2169 + 1,04 + 0,862 + 7,44 * 10^{-6} + 0,167) \text{ m} \rightarrow \Delta H_t = 2,68 \text{ m}$$

 <p data-bbox="392 114 501 174">F. R. M. U. T. N.</p>	<p data-bbox="671 120 963 152" style="text-align: center;">PROYECTO FINAL</p>	<p data-bbox="1118 114 1401 192" style="text-align: center;">AÑO ACADÉMICO 2020</p>
--	--	--

Capítulo 6

Red de acueductos

Se proyecta la red de acueductos, para abastecer a las cuatro localidades bajo estudio. Como base cartográfica se utilizará "Google Earth", el cual cuenta con suficiente precisión para esta etapa del proyecto tanto en dimensiones como en cotas, para la elección de la traza. Se empleará para verificar las condiciones hidráulicas del sistema el software Epanet.

En el siguiente apartado, se procede con el cálculo de la red de acueductos.

En primer lugar, se determinan los nudos P y 1, los cuales corresponden a la salida de la planta potabilizadora y la cisterna de regulación respectivamente. La cisterna de regulación, está ubicada sobre la ruta N° 60, aguas abajo de la planta potabilizadora.

Se determinan los nudos de la red, en donde los nudos de descarga están situados en puntos con cota máxima dentro de cada localidad, mientras que los restantes, representan los nudos de derivación de caudal. Para la elección de los nudos de descarga, se considera que estén ubicados en un terreno disponible, de fácil accesibilidad por calles principales, y ubicados sobre cota dominante respecto a la población servida. Haciendo uso de Google Maps y Google Earth se obtiene las cotas de terreno, correspondientes a Palmira, San Martín, Junín, Rivadavia, representados en los nudos 6, 7, 8, 5, respectivamente.

Además, con las herramientas de estos programas, se determinan las longitudes de los tramos.

La conducción tiene traza por la banquina de la ruta 60. La derivación de caudal a las localidades se realiza en las intersecciones con calles principales, que convergen en el nudo de descarga de la localidad en estudio.

Cisterna de regulación.

La planta potabilizadora, está diseñada para tratar un caudal constante de 993,7 l/s (Q_D). Por otro lado, con el caudal del día de máximo consumo, en el horario de mayor consumo, se diseña la red de acueductos. El mismo corresponde a un caudal de 1426,43 l/s (Q_E). Para absorber la diferencia entre la demanda de agua y la capacidad de la planta potabilizadora, se diseña un tanque cisterna.



Para esto, se utiliza la curva de demanda del día de mayor consumo, adjunto en la Figura N°5, según del reglamento ENOSHA, para la República Argentina. En el mismo se puede observar, que hay intervalos de tiempo en el que el consumo es inferior que el produce la planta potabilizadora, mientras que, en otros horarios, la planta es capaz de producir un caudal mayor al demandado. El concepto de regulación, implica la utilización de los volúmenes excedentes en los periodos de déficit.

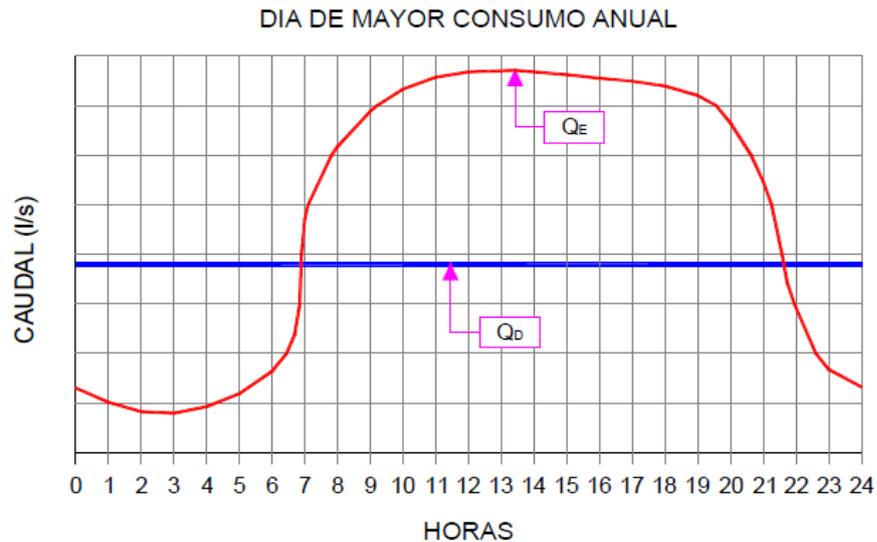


Figura N°5 – Curva de demanda para el día de mayor consumo.

Para el cálculo del volumen de la cisterna de regulación, se realiza el diagrama de Rippl. En el mencionado, se grafican volúmenes de agua acumulados (en litros), en función del tiempo (en horas). Para su confección, se utiliza la Figura N°5 como curva de demanda. Ahora bien, el “módulo del diagrama de Rippl” representa el caudal de producción de la planta potabilizadora (Q_D), de valor numérico igual a la pendiente obtenida de trazar una línea recta entre los puntos iniciales y finales del diagrama.

Luego, se requiere calcular la capacidad reguladora (CR), que representa el volumen necesario para abastecer en todo momento la demanda de agua. Para el cálculo, se traza una línea paralela al módulo, tangente al mínimo de la curva del diagrama y una segunda línea paralela a ambas, tangente al máximo de la misma curva. La distancia vertical entre estas dos curvas trazadas, representa la capacidad reguladora, volumen con el cual se calcula la cisterna de regulación.

En la tabla N°22, se expresan los cálculos necesarios para la obtención del diagrama de Rippl, el cual se grafica en la Figura N°6.



Dia de mayor consumo					
Hora	Qparcial [l/hs]	Qacum[l/hs]	Vol acum [lts]	Módulo	Resta
0	2.486.949	0	0	0	0
1	2.331.174	2.486.949	2.486.949	3.671.157	1.184.207
2	2.486.949	4.818.123	4.818.123	7.342.314	2.524.191
3	2.074.144	7.305.073	7.305.073	11.013.471	3.708.398
4	2.720.613	9.379.216	9.379.216	14.684.628	5.305.411
5	2.564.837	12.099.829	12.099.829	18.355.784	6.255.955
6	2.564.837	14.664.667	14.664.667	22.026.941	7.362.275
7	3.577.380	17.229.504	17.229.504	25.698.098	8.468.594
8	3.764.311	20.806.884	20.806.884	29.369.255	8.562.371
9	4.044.707	24.571.195	24.571.195	33.040.412	8.469.217
10	4.356.259	28.615.902	28.615.902	36.711.569	8.095.667
11	4.667.810	32.972.161	32.972.161	40.382.726	7.410.565
12	4.979.362	37.639.971	37.639.971	44.053.883	6.413.912
13	5.135.138	42.619.333	42.619.333	47.725.039	5.105.707
14	5.135.138	47.754.470	47.754.470	51.396.196	3.641.726
15	4.979.362	52.889.608	52.889.608	55.067.353	2.177.745
16	4.823.586	57.868.970	57.868.970	58.738.510	869.540
17	4.356.259	62.692.556	62.692.556	62.409.667	-282.889
18	4.044.707	67.048.815	67.048.815	66.080.824	-967.991
19	3.888.931	71.093.522	71.093.522	69.751.981	-1.341.541
20	3.888.931	74.982.453	74.982.453	73.423.138	-1.559.315
21	3.888.931	78.871.385	78.871.385	77.094.295	-1.777.090
22	3.577.380	82.760.316	82.760.316	80.765.451	-1.994.865
23	2.642.725	86.337.696	86.337.696	84.436.608	-1.901.088
24	2.798.501	88.980.421	88.980.421	88.107.765	-872.656
25		91.778.922	91.778.922	91.778.922	0

Cálculo de CR	
maximo	8.562.371 lts
minimo	-1.994.865 lts
CR	10.557.236 lts

Tabla N°22 – Cálculo de capacidad reguladora a partir del diagrama de Ripll.

El tanque de almacenamiento, calculado en el “Capítulo 5: Diseño de planta potabilizadora”, tiene una capacidad de 10.584 m³, levemente superior a los 10.577 m³ necesarios para regulación de caudales, con lo cual, se utilizan las mismas dimensiones para la cisterna de regulación.

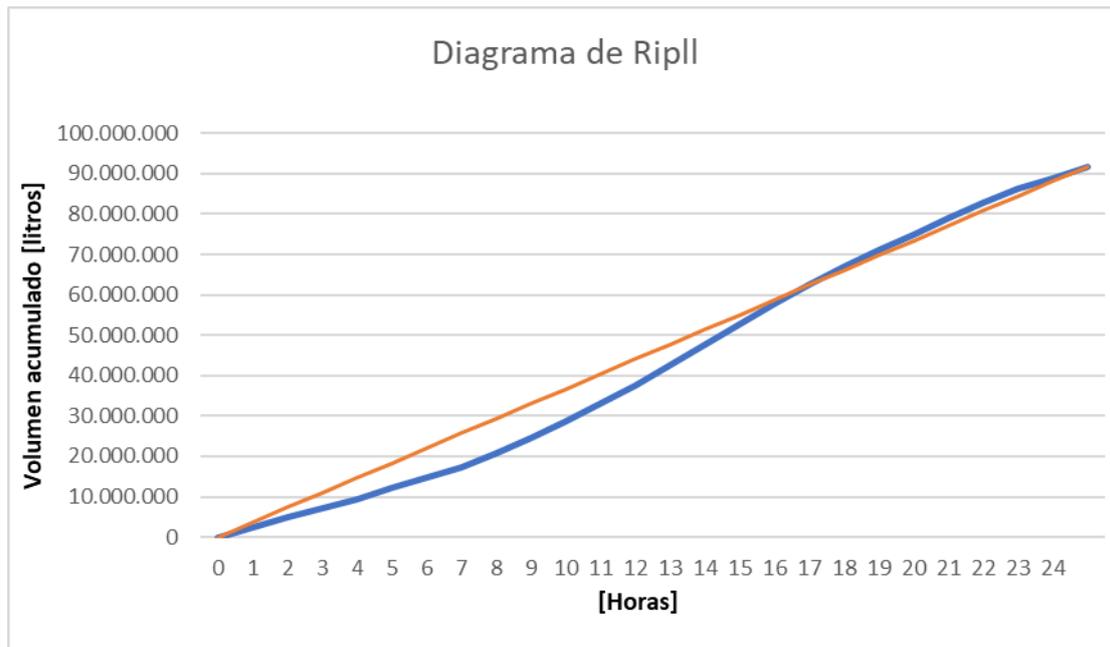


Figura N° 6: Diagrama de Rippl para día de mayor consumo a fin de periodo de diseño.

Cálculo de conducciones a partir de las ecuaciones de Hazen y Williams

Cotas de terreno

Como se menciona anteriormente, se obtiene las cotas de terreno de los distintos nudos, donde:

- Nudo 1: representa la salida de la planta potabilizadora, y su cota de terreno es 741 m.
- Nudo 2: representa la derivación de caudal a Palmira, y su cota de terreno es 678 m.
- Nudo 3: representa la derivación de caudal a San Martín, y su cota de terreno es 678 m.
- Nudo 4: representa la derivación de caudal a Junín, y su cota de terreno es 672 m.
- Nudo 5: representa la llegada a Rivadavia, y su cota de terreno es 675 m.
- Nudo 6: representa la llegada a Palmira, y su cota de terreno es 673 m.
- Nudo 7: representa la llegada a San Martín, y su cota de terreno es 667 m.
- Nudo 8: representa la llegada a Junín, y su cota de terreno es 675 m.

Longitudes

Utilizando Google Earth para realizar la traza que une a los nudos antes mencionados, se obtienen las longitudes en metros:

- Tramo 1-2: 12.978 m
- Tramo 2-6: 3.150 m
- Tramo 2-3: 4.283 m
- Tramo 3-7: 8.120 m
- Tramo 3-4: 6.276 m
- Tramo 4-8: 1.244 m
- Tramo 4-5: 10.390 m

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Determinación de caudales

De la proyección de poblaciones se obtuvo el gasto en extremidad. Teniendo en cuenta el recorrido de aguas arriba hacia aguas arriba, se calcula con facilidad los caudales en todos los tramos.

- Tramo 1-2: 1.429,42 l/s
- Tramo 2-6: 233,64 l/s
- Tramo 2-3: 1192,78 l/s
- Tramo 3-7: 761,73 l/s
- Tramo 3-4: 431,05 l/s
- Tramo 4-8: 111,94 l/s
- Tramo 4-5: 319,11 l/s

Determinación de pendiente

Con las cotas iniciales y finales del tramo considerado, y con la longitud de la cañería, se determina la pendiente del terreno.

$$i_{terr(i-i^{-1})} = \frac{(CT_{inicial(i^{-1})} - CT_{final(i)})}{L_{p(i-i^{-1})}} = \frac{(712,24 - 710,73) m}{409,00 m} = 0,0037 = 3,7 \text{ ‰}$$

- $i_{terr(1-2)} = \frac{(741-678) m}{12978 m} = 0,0049 = 4,9 \text{ ‰}$
- $i_{terr(2-6)} = \frac{(678-673) m}{3150 m} = 0,0016 = 1,6 \text{ ‰}$
- $i_{terr(2-3)} = \frac{(678-678) m}{4283 m} = 0,0000 = 0,0 \text{ ‰}$
- $i_{terr(3-7)} = \frac{(678-667) m}{8120 m} = 0,0014 = 1,4 \text{ ‰}$
- $i_{terr(3-4)} = \frac{(678-672) m}{6276 m} = 0,00100 = 1,0 \text{ ‰}$
- $i_{terr(4-8)} = \frac{(672-675) m}{1244 m} = -0,0024 = -2,4 \text{ ‰}$
- $i_{terr(4-5)} = \frac{(672-675) m}{10390 m} = -0,0003 = -0,3 \text{ ‰}$

Adopción diámetro comercial

Se calcula un diámetro de cálculo, determinado mediante el uso de fórmulas empíricas. En nuestro caso, se utilizó la fórmula de Hazen-Williams en la que se utiliza como datos la pérdida de carga (j), el caudal de cálculo y un coeficiente propio del método que depende de la rugosidad del material de la cañería (Para el PEAD, C=150). Para el caso, como primera aproximación de cálculo, con el objetivo de conseguir un diámetro teórico en el cual la traza de la cañería sea paralela a la piezométrica (condición ideal), se utiliza la pendiente del terreno (i) en vez de usar la pérdida de carga (j).

Cómo la expresión, devuelve el diámetro en m, y se requiere en mm, se multiplica por 1000 para conversión de unidades.

$$D_c = 1,626 \cdot \left(\frac{g_c}{C}\right)^{0,38} \cdot i_{terr(2-1)}^{-0,205}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------------

Luego, con el diámetro obtenido se recurre a una tabla de diámetros comerciales según el material y se elige aquel que permita garantizar la presión en vereda mínima de 10 m.c.a.

Se usa el diámetro nominal, ya que representa el diámetro interior por el que va a circular el agua. Cuando se calculan caudales, el diámetro de cálculo es el diámetro mínimo necesario para asegurar la presión de vereda, por lo que justamente el que se debe tener en cuenta es el interior.

A continuación, se adopta la siguiente cañería y en los pasos posteriores se verifican las presiones en vereda. Para elegir esta cañería, se elige inicialmente, una cañería comercial con el diámetro superior inmediato al diámetro de cálculo (establecido en el ítem anterior).

Cálculo de la velocidad

Con el diámetro comercial, se determina la velocidad de escurrimiento del agua. Luego, teniendo como datos la velocidad, el gasto y el diámetro, se calcula la pérdida de carga (j_{efectivo}), utilizando la ecuación de continuidad ($Q=U \cdot A$).

$$U = \left(\frac{4 \cdot g_c}{\pi \cdot D_N^2} \right) = \left(\frac{4 \cdot g_{ci} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot \left(D_N * \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}} \right)^2} \right)$$

Cálculo de la pérdida de carga unitaria real o efectiva

Teniendo el gasto de cálculo y el diámetro nominal, se calcula la pérdida de carga (j_{efectivo}), utilizando la fórmula de Hazen y Williams.

$$j_{ef} = 10,67 \cdot \left(\frac{g_c}{C} \right)^{1,85} \cdot D_{int}^{-4,87}$$

Cálculo de la pérdida de carga del tramo

A continuación, se calcula la pérdida de carga del tramo principal a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta H = j_{ef} \cdot L_p$$

Cálculo de cotas piezométricas y presión en vereda

Dimensionados los tramos y obtenidas las pérdidas de carga, se calculan las piezométricas y presiones en vereda de todos los nudos.

Resumen de resultados

A partir de las expresiones indicadas anteriormente, se obtienen los resultados que se expresan en las Tabla N°23 y la Tabla N°24.

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Nudo	Cota terreno [m]	Cota piezométrica [m]	Presión en vereda [m]
1	741,00	741,0	0,0
2	678,00	718,53	40,53
3	678,00	700,06	22,06
4	672,00	697,60	25,60
5	675,00	689,48	14,48
6	673,00	704,87	31,87
7	667,00	684,79	17,79
8	675,00	694,12	19,12

Tabla N°23 - Cotas de terreno, piezométrica y presiones en vereda

Tramo	Longitudes [m]	Caudales [l/s]	i terreno [m/m]	d comercial [mm]	Cañería	Velocidad [m/s]	j efectivo [m/m]
4-5	10390	319,11	-0,0003	682,40	PN8-710	0,88	0,0008
4-8	1244	111,94	-0,0024	352,60	PN10-450	1,16	0,0028
3-4	6276	431,05	0,0010	881,40	PN10-1000	0,71	0,0004
3-7	8120	761,74	0,0014	793,00	PN10-900	1,55	0,0019
2-3	4283	1192,79	0,0000	793,00	PN10-1000	2,43	0,0043
2-6	3150	233,64	0,0016	426,40	PN8-450	1,65	0,0043
1-2	12978	1426,43	0,0049	1023,60	PN10-1000	1,74	0,0017

Tabla N°24 - Parámetros de los tramos de la red de acueductos

Cálculo de conducciones a partir de EPANET

Para el dimensionado de las cañerías se utiliza el método de Darcy-Weisbach mediante el Software "EPANET".

Luego de cargar los parámetros de cálculo, se procede con la inserción de las características topográficas y geométricas de la conducción, con sus demandas en los nudos.

Se colocaron los diámetros obtenidos mediante el método de Hazen y William. Efectuados los cálculos, se alcanzaron las presiones en vereda de los nudos.

En la Anexo 4 – Cálculo utilizando software: EPANET, se adjuntan los resultados que arrojó el programa.

Comparación de resultados

Como se anticipó anteriormente, el cálculo por Hazen y William es preciso para un pre-dimensionamiento. No obstante, el método utilizado en EPANET (Darcy-Weisbach), arroja resultados con alta precisión.

Se adjunta a continuación la Tabla N°25, en la que se resumen los resultados de cotas piezométricas y presión en vereda de ambos métodos. Se representa la diferencia relativa del procedimiento de Hazen y William y el computacional.



Nudos	Pvereda		(H-W) / (D-W) EPANET [%]
	(H-W)	(D-W)-EPANET	
1	0,00	0,00	0,00%
2	40,53	37,68	7,56%
3	22,07	16,04	37,56%
4	25,60	19,38	32,12%
5	14,49	11,38	27,29%
6	31,87	27,09	17,66%
7	17,80	10,04	77,25%
8	19,12	12,48	53,18%

Tabla N°25 – Comparación de resultados de P vereda por H-W y D-W

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
---	-----------------------	-------------------------------

Capítulo 7

Comparación económica

Se presupuesta el abastecimiento superficial desarrollado, como así también el sistema de abastecimiento subterráneo.

Mediante la utilización del VAN, se trasladan a la misma fecha los costos asociados a la ejecución de ambas posibilidades en comparación, permitiendo un fundamento objetivo para la elección futura de una de ellas.

Cálculo de costos de abastecimiento subterráneo

Se realiza el cómputo y presupuesto de la red de perforaciones. Para la determinación del mismo, se consideran los gastos correspondientes al año 2021 de: consumo energético; mantenimiento de pozos y bombas en uso (materiales y mano de obra).

Se cuenta con el gasto de energía y producción de perforaciones de las localidades bajo estudio para el año 2021, incluyendo además las del departamento de Santa Rosa (ver Anexo N°6). Para la determinación del gasto anual, se realiza la sumatoria de todos los consumos energéticos de las perforaciones que abastecen las localidades desarrolladas en este proyecto, con lo cual, no se suman las de Santa Rosa. Se cuenta con 61 perforaciones activas. En el desarrollo del presente informe, se utiliza la equivalencia entre el peso y el dólar, considerando su valor oficial sin impuestos para la venta, del Banco de la Nación Argentina. Dicho valor, para abril del año 2021, corresponde a 216,50 \$ARG/USD.

Resulta un gasto energético mensual de **USD 41.584,50**, anual de **USD 499.014,03**.

En el capítulo 3 del presente informe, se determinaron los caudales de agua potable demandados por las distintas localidades. A medida que van transcurriendo los años, es evidente, que se necesitan nuevas perforaciones. Una perforación en promedio, es capaz de suministrar un caudal de 28 l/s. En la tabla N°26, se resumen los caudales necesarios para cada año del periodo de diseño.

Para el cálculo de los costos operativos, se considera una cuadrilla de trabajo de cuatro personas, trabajando todos los días del año, el cual se expresa en la Tabla N°27, resultando **USD 73.000,0**. Luego, sabiendo que, para 61 perforaciones, se requiere mencionado gasto anual, se realiza la proyección a todos los años del periodo de diseño.



AÑO		Población [unidad]	Caudal [l/s]	Cant. pozos [unidad]
0	2020	148187	977,3	61
1	2021	149597,9	992,2	62
2	2022	151008,8	1007,2	62
3	2023	152419,7	1022,2	63
4	2024	153830,6	1037,1	63
5	2025	155241,5	1052,1	64
6	2026	156652,4	1067,1	64
7	2027	158063,3	1082,1	65
8	2028	159474,2	1097,0	65
9	2029	160885,1	1112,0	66
10	2030	162296	1127,0	66
11	2031	163842,2	1142,0	67
12	2032	165388,4	1156,9	67
13	2033	166934,6	1171,9	68
14	2034	168480,8	1186,9	68
15	2035	170027	1201,8	69
16	2036	171573,2	1216,8	69
17	2037	173119,4	1231,8	70
18	2038	174665,6	1246,8	70
19	2039	176211,8	1261,7	71
20	2040	177758	1276,7	71
21	2041	179452,7	1291,7	72
22	2042	181147,4	1306,6	72
23	2043	182842,1	1321,6	73
24	2044	184536,8	1336,6	73
25	2045	186231,5	1351,6	74
26	2046	187926,2	1366,5	74
27	2047	189620,9	1381,5	75
28	2048	191315,6	1396,5	75
29	2049	193010,3	1411,5	76
30	2050	194705	1426,4	76

Tabla N°26 – Perforaciones necesarias por año para el periodo de diseño.

Gastos operativos	
Jornales por día	4
Días del año	365
Jornales por año	1460
Precio de jornal	50 USD
Precio anual	73.000 USD

Tabla N°27 – Cálculo del gasto operativo

Cálculo de costos abastecimiento superficial

Para realizar el análisis económico, se requiere calcular el costo de los siguientes ítems: obra de toma de agua; planta potabilizadora y red de acueductos.

Se utiliza en el desarrollo del abastecimiento superficial, el valor del dólar oficial sin impuestos para su venta del día 10 de agosto de 2023.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Presupuesto: obra de toma

Como primer apartado, se calcula el costo que implica la ejecución de la obra de toma, con su correspondiente conducción a la cámara de carga de la planta potabilizadora. Se adjunta el presupuesto de la unidad en la Tabla N°28.

PROYECTO: ALTERNATIVA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SUPERFICIAL, ZONA ESTE, MENDOZA	 UTN FACULTAD REGIONAL MENDOZA <small>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</small>
PLANILLA DE COTIZACION	
Año 2023	

			Descripción	Unid.	Cant.	P. Unitario	Subtotales	
1	1		DIVISIÓN 01 - OBRA DE TOMA Y CUENCO DISIPADOR					
1	1		Generales					
1	1	1	Documentación técnica	gl	1,00	109,69 USD	109,69 USD	
1	1	2	Control geométrico	gl	1,00	120,07 USD	120,07 USD	
1	1	3	Luz de obra	gl	1,00	600,18 USD	600,18 USD	
1	1	4	Señalética	ml	1,00	53,61 USD	53,61 USD	
			Subtotal 03 01				\$ 883,55	
1	2		Obra civil y mecánica					
1	2	1	Excavación y relleno	m3	1.103,54	25,00 USD	\$ 27.588,60	
1	2	2	Hormigón armado. Material y mano de obra	m3	365,00	166,77 USD	\$ 60.871,05	
1	2	3	Compuertas	gl.	1,00	7.341,06 USD	\$ 7.341,06	
			Subtotal 03 02				\$ 95.800,71	
			TOTAL 01 - OBRA DE TOMA Y CUENCO DISIPADOR					96.684,26 USD

Tabla N°28 – Presupuesto obra de toma

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Presupuesto: planta potabilizadora

Como segundo apartado, se calcula el costo que implica la realización de la planta potabilizadora. A continuación, se describe el proceso con el cual se determina este presupuesto.

Se toma como referencia los análisis de precios del “Establecimiento potabilizador Balloffet-San Rafael-Provincia de Mendoza”, que se utiliza como punto de partida para la determinación del costo de la planta potabilizadora desarrollada en el presente trabajo, debido a la similitud en las características generales de ambas edificaciones.

Se realiza un estudio del presupuesto, en donde se identifica que el ítem “**hormigón estructural**”, tiene un porcentaje representativo dentro del presupuesto total de la planta potabilizadora Balloffet. Por lo tanto, se procede con el cálculo del porcentaje de incidencia de hormigones estructurales en el total del presupuesto.

De los 145 ítems, 41 incluyen “hormigón estructural”. Se utilizan los cinco ítems con mayor porcentaje de incidencia para evaluar el análisis de precio unitario. Se identifican los costos de todas las actividades asociadas a hormigones estructurales en los APU. Pueden observarse los resultados, en las el Anexo 7.

De esta manera, se obtiene para los 5 ítems bajo estudio, el porcentaje de incidencia de hormigones estructurales dentro del análisis de precio unitario. Para ello, se suman los subtotales dentro del costo de materiales, que implican actividades asociadas a hormigones ($\sum C_{41}$).

$$\sum C_{41} = U\$D 2.053.852$$

Se calcula el porcentaje de hormigones estructurales dentro del análisis de precio unitario. Luego, se obtiene la media ponderada de la muestra de los ítems mencionados, resultando que el 77% es producto de actividades relacionadas a hormigones estructurales ($P_{IH^{\circ}E}$).

$$P_{IH^{\circ}E} = 77\%$$

De este monto, el porcentaje que se considera es el que se obtuvo de la muestra, por lo tanto:

$$P_{H^{\circ}E} = P_{IH^{\circ}E} \times \sum C_{41} = 77\% \times U\$D 2.053.852 = U\$D 1.574.367$$

- $P_{H^{\circ}E}$: Monto de hormigones estructurales en el total del presupuesto.
- $P_{IH^{\circ}E}$: Monto de ítems que tienen hormigones estructurales en el total del presupuesto= 77%
- $\sum C_{41}$: Porcentaje de hormigones estructurales, dentro de los ítems que poseen hormigones estructurales = U\$D 2.053.852

Para determinar cuánto representa el ítem “hormigones estructurales” en la totalidad de la planta, se utiliza la siguiente ecuación.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------------

$$\%IH^{\circ}_E = \frac{P_{H^{\circ}E}}{Pt} * 100 = \frac{USD 1.574.3677}{USD 9.111.013} * 100 = 17,28\%$$

- $\%IH^{\circ}$: Porcentaje de incidencia del hormigón en el total del presupuesto.
- $P_{H^{\circ}E}$: Monto de hormigones estructurales en el total del presupuesto: *USD 1.574.367*
- Pt : Presupuesto total de la planta potabilizadora: *USD 9.111.013*

Cálculo del presupuesto de la planta potabilizadora:

Demuestra la relevancia del ítem “hormigones estructurales”, se procede a calcular el porcentaje de incidencia del volumen de hormigón en la planta potabilizadora Balloffet, en el total del presupuesto. Se requiere este valor, debido a que se utilizará el mismo porcentaje de incidencia de la planta presupuestada, en la proyectada. Por tanto, se procede primero, con la determinación de:

- Porcentaje de incidencia del volumen de hormigón en la planta potabilizadora Balloffet

Para su determinación, se extraen los valores en los análisis de precio en los 41 ítems en donde están incluidos hormigones, obteniendo así el cómputo del mismo. Se discriminan las calidades de los hormigones, dado a que tienen distintos precios entre sí.

Determinación del precio total del hormigón para cada ítem. Ver Anexo 7

$$P_{TH^{\circ}i} = P_{iAP} * Cant._i$$

- $P_{TH^{\circ}i}$: Precio total de hormigón por ítem.
- P_{iAP} : Precio del ítem considerado en el análisis de precio.
- $Cant._i$: Cantidad de unidades del ítem considerado.

Sumando todos los precios de hormigón, se obtiene un total de *USD 18.764* Se adjunta el resumen de resultados en la Tabla N° 29.

Material	Unidad de Medida Material	COSTO \$/Unid. mat	Volumen de H° [m3]	Subtotales Hormigón \$/Unid. Item
HORMIGON H-30	m ³	39,6 USD	4729,5	187.234 USD
HORMIGON H-15	m ³	34,3 USD	7,2	247 USD
HORMIGON H-8	m ³	29,0 USD	5,2	151 USD
				187.631 USD

Tabla N°29: Sumatoria de los precios totales de hormigones en ítems de Balloffet.

Se calcula el porcentaje de incidencia del volumen de hormigón en el total del presupuesto:

$$\%IH^{\circ} = \frac{\sum P_{TH^{\circ}i}}{Presupuesto\ total} * 100 = \frac{USD 18.764}{\$2.692.304.425,02} * 100 = 2,06\%$$

- $\%IH^{\circ}$: Porcentaje de incidencia del hormigón en el total del presupuesto.
- $\sum P_{TH^{\circ}i}$: Sumatoria de los precios totales del hormigón por ítem: *USD 187.631*
- Pt : Presupuesto total de la planta potabilizadora: *USD 9.111.013*

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Cálculo del volumen de hormigón de la planta potabilizadora proyectada

Se realiza el cómputo del volumen de hormigón, para la totalidad de las unidades componentes de la planta potabilizadora desarrolladas en el proyecto. Ver tabla N°30.

ÍTEM	L1 [m]	L2 [m]	esp. [m]	Unidad	Vol. Unit. [m³]	Cant.	VOL. [m³]
Cámara de carga-laterales	12,6	4,5	0,2	udad.	11,3	1	11,3
Cámara de carga-losa de fondo	3,55	3,55	0,2	udad.	2,5	1	2,5
Conducción canal completo-1	18,6	4,8	0,2	udad.	17,9	1	17,9
Conducción canal completo-2	19,5	4,83	0,2	udad.	18,8	1	18,8
Conducción a floculador	160,3	3	0,2	gl.	96,2	1	96,2
Floculador-losa de fondo	28	18	0,2	udad.	100,8	3	302,4
Floculador-tabiques laterales	141,3	2,2	0,2	udad.	62,2	3	186,5
Sedimentador-losa tolva 1/3	89,1	2	0,2	udad.	35,6	6	213,8
Sedimentador-losa 2/3	27	9	0,2	udad.	48,6	6	291,6
Sedimentador-tabiques completos	157,5	4,4	0,2	udad.	138,6	3	415,8
Sedimentador-tabiques canaletas	98,8	0,85	0,2	udad.	16,8	3	50,4
Sedimentador-losas canaletas	78,6	0,4	0,2	udad.	6,3	3	18,9
Conducción canal a cámara de filtros	9,2	2,8	0,2	udad.	5,2	3	15,5
Cámara de filtros-tabiques	6	3,35	0,2	udad.	4,0	3	12,1
Cámara de filtros-losa de fondo	1,5	1,5	0,2	udad.	0,5	3	1,4
Filtro-tabiques	55	4,4	0,2	udad.	48,4	6	290,4
Filtro-losas	18	14	0,2	udad.	50,4	6	302,4
Filtro-canaleta	15	1,2	0,2	udad.	3,6	6	21,6
Cisterna almacenamiento-losa	42,4	42	0,2	udad.	356,2	1	356,2
Cisterna almacenamiento-tabique	364,8	6	0,2	udad.	437,8	1	437,8
Casa química-losas	11	9	0,2	udad.	19,8	2,5	49,5
Casa química-tabiques	49	6	0,2	udad.	58,8	1	58,8

VOL [m³]	3172
-----------------	-------------

Tabla N°30: cómputo de volumen de hormigón de planta potabilizadora proyectada

Se procede con la determinación del presupuesto del volumen de hormigón, utilizando H30. Su costo corresponde al valor del dólar oficial para su venta, sin Iva, ni impuestos: 48,94 U\$/m³.

$$P_{H^{\circ}} = V_{H^{\circ}} * P_{m^3} = 3172 \text{ m}^3 * 48,94 \frac{\text{U\$D}}{\text{m}^3} = 155.231,61 \text{ U\$D}$$

- $P_{H^{\circ}}$: Precio del volumen total de hormigón
- $V_{H^{\circ}}$: Volumen de hormigón en la planta potabilizadora proyectada: 3172 m³
- P_{m^3} : Precio del m³ de H30: 48,94 $\frac{\text{U\$D}}{\text{m}^3}$

Sabiendo que el $P_{H^{\circ}}$ representa, el 2,06% del presupuesto, se calcula el presupuesto total:

$$P_T = \frac{P_{H^{\circ}}}{\%IH^{\circ}} = \frac{155.231,61 \text{ U\$D}}{2,06\%} = 7.537.710,52 \text{ U\$D}$$

- P_T : Presupuesto total planta potabilizadora
- $P_{H^{\circ}}$: Precio del volumen total de hormigón: 155.231,61 U\$D

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

- %IH^o: Porcentaje de incidencia del hormigón en el total del presupuesto: 2,06%

Presupuesto: red de acueductos:

En la tabla N°31, se adjunta el presupuesto de la red de acueductos. Para su confección, se realiza el cómputo de los tramos lineales, así como el de sus obras singulares y accesorios. El presupuesto final resultante es 16.923.926,40 U\$D.

PROYECTO: ALTERNATIVA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SUPERFICIAL, ZONA ESTE, MENDOZA	 UTN FACULTAD REGIONAL MENDOZA <small>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</small>
PLANILLA DE COTIZACION	
Año 2023	

		Descripción	Unid.	Cant.	P. Unitario	Subtotales
3	1	DIVISIÓN 03 - RED DE ACUEDUCTOS				
3	1	Generales				
3	1	1 Documentación técnica	gl	1,00	673,49 USD	673,49 USD
3	1	2 Control geométrico	gl	1,00	1.885,93 USD	1.885,93 USD
3	1	3 Luz de obra	gl	1,00	5.500,63 USD	5.500,63 USD
3	1	4 Señalética	ml	1,00	785,80 USD	785,80 USD
		Subtotal 03 01				8.845,85 USD
3	2	Conducción red de acueductos				
3	2	1 Materiales, excavación, mano de obra, acarreo, colocación, relleno 1ra y 2da etapa	ml	46.451	50,76 USD	2.357.918,78 USD
3	2	2 Cañería PEAD PN8-450	ml	4.394	95,67 USD	420.369,59 USD
3	2	3 Cañería PEAD PN8-710	ml	10.390	154,85 USD	1.608.902,51 USD
3	2	4 Cañería PEAD PN10-900	ml	8.120	304,09 USD	2.469.248,96 USD
3	2	5 Cañería PEAD PN10-1000	ml	23.547	377,42 USD	8.887.167,61 USD
3	2	6 Cisterna de regulación	m3	962	166,77 USD	160.466,09 USD
		Subtotal 03 02				15.904.073,55 USD
3	3	Válvulas y accesorios				
3	3	1 Adaptador a brida H ^o D ^o PEAD DN450 H ^o D ^o DN450	udad.	2	367,50 USD	735,00 USD
3	3	2 Adaptador a bridas H ^o D ^o PEAD DN710 H ^o D ^o DN710	udad.	1	528,00 USD	528,00 USD
3	3	3 Adaptador a bridas H ^o D ^o PEAD DN900 H ^o D ^o DN900	udad.	1	595,00 USD	595,00 USD
3	3	4 Adaptador a brida H ^o D ^o PEAD DN1000 H ^o D ^o DN1000	udad.	3	644,50 USD	1.933,50 USD
3	3	5 Reduccion H ^o D ^o bridado DN1000 DN450	udad.	2	771,00 USD	1.542,00 USD
3	3	6 Reduccion H ^o D ^o bridado DN1000 DN710	udad.	1	5.510,00 USD	5.510,00 USD
3	3	7 Reduccion H ^o D ^o bridado DN1000 DN900	udad.	1	943,50 USD	943,50 USD
3	3	8 Ramal tee H ^o D ^o bridado DN1000 DN1000	udad.	5	800,00 USD	4.000,00 USD
3	3	9 VM H ^o D ^o bridada DN450	udad.	2	4.800,00 USD	9.600,00 USD
3	3	10 VM H ^o D ^o bridada DN710	udad.	1	7.930,00 USD	7.930,00 USD
3	3	11 VM H ^o D ^o bridada DN900	udad.	1	9.450,00 USD	9.450,00 USD
3	3	12 VM H ^o D ^o bridada DN1000	udad.	5	9.880,00 USD	49.400,00 USD
3	3	13 Válvula de aire	udad.	93	9.880,00 USD	918.840,00 USD
		Subtotal 3 03				1.011.007,00 USD
TOTAL 03 -RED DE ACUEDUCTOS						16.923.926,40 USD

Tabla N°31: presupuesto red de acueductos

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------

Presupuesto total

En la tabla N°32, se adjunta el presupuesto total: U\$D 133.305.353,40

PROYECTO: ALTERNATIVA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SUPERFICIAL, ZONA ESTE, MENDOZA		 UTN FACULTAD REGIONAL MENDOZA <small>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</small>				
PLANILLA DE COTIZACION						
Año 2023						
		Descripción	Unid.	Cant.	P. Unitario	Subtotales
1	1	DIVISIÓN 01 - OBRA DE TOMA Y CUENCO DISIPADOR				
1	1	Generales				
		Subtotal 03 01				\$ 883,55
1	2	Obra civil y mecánica				
		Subtotal 03 02				\$ 95.800,71
TOTAL 01 - OBRA DE TOMA Y CUENCO DISIPADOR						96.684,26 USD
2	1	Planta potabilizadora				
		Subtotal 03 01				7.537.710,52 USD
TOTAL 02 - PLANTA POTABILIZADORA						7.537.710,52 USD
3	1	DIVISIÓN 03 - RED DE ACUEDUCTOS				
3	1	Generales				
		Subtotal 03 01				8.845,85 USD
3	2	Conducción red de acueductos				
		Subtotal 03 02				15.904.073,55 USD
3	3	Válvulas y accesorios				
		Subtotal 3 03				1.011.007,00 USD
TOTAL 03 -RED DE ACUEDUCTOS						16.923.926,40 USD
TOTAL ALTERNATIVA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SUPERFICIAL, ZONA ESTE, MENDOZA						24.558.321,18 USD

Tabla N°32: Presupuesto total alternativa superficial.

Comparación de resultados.

Obtenidos los presupuestos de ambos sistemas de abastecimiento en comparación, se procede al cálculo del VAN, para determinar cuál es conveniente desde el punto de vista financiero, en el año 2020. En otras palabras, es sabido que la realización del proyecto implica un gasto elevado, lo que se quiere evaluar, es

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

si transcurrido el periodo de diseño, el proyecto se amortiza, o bien, el tiempo transcurrido no es suficiente para su amortización

En la tabla N°33, se representan para la alternativa subterránea, los flujos de fondo anuales, con su correspondiente cálculo del valor neto actual VAN. En la tabla N°34 se representan para la alternativa superficial, los flujos de fondo anuales, con su correspondiente cálculo del VAN

Luego:

- VAN- ABASTECIMIENTO SUPERFICIAL: U\$D -18.059.059
- VAN- ABASTECIMIENTO SUBTERRÁNEO: U\$D -23.868.819



AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Población [unidad]	148187,0	149597,9	151008,8	152419,7	153830,6	155241,5	156652,4	158063,3	159474,2	160885,1	162296,0	163842,2
Caudal [l/s]	977,3	992,2	1007,2	1022,2	1037,1	1052,1	1067,1	1082,1	1097,0	1112,0	1127,0	1142,0
Cant pozos [unidad]	61	62	62	63	63	64	64	65	65	66	66	67
Nueva perforación [USD]	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Gastos de energía [USD]	491.484	499.014	506.544	514.074	521.604	529.133	536.663	544.193	551.723	559.253	566.783	574.312
Gastos operativos [USD]	71.823	73.000	73.000	74.177	74.177	75.355	75.355	76.532	76.532	77.710	77.710	78.887
SUMA [USD]	563.307	563.307	563.307	563.307	563.307	563.307	563.307	563.307	563.307	563.307	563.307	563.307
VAN [USD]	563.307	709.596	559.780	700.811	555.839	691.800	551.516	682.588	546.841	673.200	541.843	663.659
Tasa de interés	1,75%											

AÑO	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Población [unidad]	165388,4	166934,6	168480,8	170027,0	171573,2	173119,4	174665,6	176211,8	177758,0	179304,2	180850,4	
Caudal [l/s]	1156,9	1171,9	1186,9	1201,8	1216,8	1231,8	1246,8	1261,7	1276,7	1291,7	1306,6	
Cant pozos [unidad]	67	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	
Nueva perforación [USD]	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	
Gastos de energía [USD]	581.842	589.372	596.902	604.432	611.962	619.492	627.021	634.551	642.081	649.611	657.141	
Gastos operativos [USD]	78.887	80.065	80.065	81.242	81.242	82.419	82.419	83.597	83.597	84.774	84.774	
SUMA [USD]	660.729	668.437	674.967	681.674	688.381	695.088	701.795	708.502	715.209	721.916	728.623	
VAN [USD]	536.551	653.985	530.989	644.200	525.182	634.321	519.154	624.367	512.927	614.354	506.520	
Tasa de interés	1,75%											

AÑO	23	24	25	26	27	28	29	30
Población [unidad]	182842,1	184536,8	186231,5	187926,2	189620,9	191315,6	193010,3	194705,0
Caudal [l/s]	1321,6	1336,6	1351,6	1366,5	1381,5	1396,5	1411,5	1426,4
Cant pozos [unidad]	73	73	74	74	75	75	76	76
Nueva perforación [USD]	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Gastos de energía [USD]	664.671	672.200	679.730	687.260	694.790	702.320	709.850	717.380
Gastos operativos [USD]	85.952	85.952	87.129	87.129	88.306	88.306	89.484	89.484
SUMA [USD]	900.622	900.622	900.622	900.622	900.622	900.622	900.622	900.622
VAN [USD]	604.298	499.954	594.213	493.247	584.114	486.416	574.012	479.477
Tasa de interés	1,75%							

Tabla N°33: Cálculo de VAN para alternativa subterránea en el periodo de diseño.



AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Población	1481870	1495979	1510088	1524197	1538306	1552415	1566524	1580633	1594742	1608851	1622960	1638422
Caudal	977,3	992,2	1007,2	1022,2	1037,1	1052,1	1067,1	1082,1	1097,0	1112,0	1127,0	1142,0
Obra de toma (ODT)						96.684						
Planta potabilizadora (PP)						3.768.855	3.768.855					
Gastos de energía	14.745	14.970	15.196	15.422	15.648	15.874	16.100	16.326	16.552	16.778	17.003	17.229
Gastos operativos ODT y PP	28.729	29.200	29.200	29.671	29.671	30.142	30.142	30.613	30.613	31.084	31.084	31.555
Gastos de mant. ODT y PP						10.500					10.500	
Red de acueductos (RA)						8.461.963	8.461.963					
Gastos operativos y mant. RA	10.773	10.950	10.950	11.127	11.127	11.303	11.303	11.480	11.480	11.656	11.656	11.833
SUMA	54.247	55.120	55.346	56.220	56.446	57.320	57.546	58.420	58.644	58.918	59.244	60.617
VAN	54.247	54.172	53.459	53.369	52.661	51.953	51.245	50.537	49.829	49.121	48.413	47.705
Tasa de interés												1,75%

AÑO	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Población	165388,4	166934,6	168480,8	170027,0	171573,2	173119,4	174665,6	176211,8	177758,0	179304,2	181147,4	
Caudal	1156,9	1171,9	1186,9	1201,8	1216,8	1231,8	1246,8	1261,7	1276,7	1291,7	1306,6	
Obra de toma (ODT)												
Planta potabilizadora (PP)												
Gastos de energía	17.455	17.681	17.907	18.133	18.359	18.585	18.811	19.037	19.262	19.488	19.714	
Gastos operativos ODT y PP	31.555	32.026	32.026	32.497	32.497	32.968	32.968	33.439	33.439	33.910	33.910	
Gastos de mant. ODT y PP				10.500					10.500			
Red de acueductos (RA)												
Gastos operativos y mant. RA	11.833	12.010	12.010	12.186	12.186	12.363	12.363	12.540	12.540	12.716	12.716	
SUMA	60.843	61.717	61.943	63.316	63.042	63.915	64.141	65.015	65.741	66.114	66.340	
VAN	49.408	49.256	48.586	48.517	47.762	47.591	46.937	46.758	46.535	45.927	45.292	
Tasa de interés												1,75%

AÑO	23	24	25	26	27	28	29	30	
Población	182842,1	184536,8	186231,5	187926,2	189620,9	191315,6	193010,3	194705,0	
Caudal	1321,6	1336,6	1351,6	1366,5	1381,5	1396,5	1411,5	1426,4	
Obra de toma (ODT)									
Planta potabilizadora (PP)									
Gastos de energía	19.940	20.166	20.392	20.618	20.844	21.070	21.295	21.521	
Gastos operativos ODT y PP	34.381	34.381	34.852	34.852	35.323	35.323	35.794	35.794	
Gastos de mant. ODT y PP			10.500					10.500	
Red de acueductos (RA)									
Gastos operativos y mant. RA	12.893	12.893	13.069	13.069	13.246	13.246	13.423	13.423	
SUMA	67.214	67.439	78.813	68.539	69.412	69.638	70.512	81.238	
VAN	45.099	44.472	51.078	43.656	43.452	42.843	42.635	48.275	
Tasa de interés									1,75%

Tabla N°34: Cálculo de VAN para alternativa superficial en el periodo de diseño

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Capítulo 9

Conclusiones

En el desarrollo de este informe, donde se estudia una alternativa de abastecimiento superficial, y se la compara con la subterránea, se alcanzaron dos presupuestos.

En el capítulo 7, se calculó el “valor actual neto (VAN)”, en donde se determina a ciencia cierta, que desde el punto de vista financiero resulta conveniente optar por la alternativa subterránea para el periodo de diseño, debido a que su VAN resulta mayor. En otras palabras, la ejecución de la obra de toma, planta potabilizadora y red de acueductos, no alcanzan a amortizarse, transcurrido el periodo de diseño.

Si bien la alternativa superficial tiene una inversión inicial muy elevada, con lo cual, para optarse por la misma, consideramos que se debería tener en cuenta su factibilidad económica. Esto quiere decir, que el presupuesto de la inversión se tendría que ajustar al plan de desarrollo provincial y nacional.

El análisis financiero, es un factor importante para optar entre una u otra variable, no así el único punto de interés. Se analizan también los siguientes factores: calidad de agua, complejidad del tratamiento, impacto ambiental, dispersión, entre otros.

La alternativa subterránea presenta las perforaciones de manera dispersa en la superficie. Por otro lado, la alternativa superficial, tiene sus unidades de toma y de potabilización concentrados en un único sitio. A nuestro juicio resulta conveniente esta última descrita, dado su facilidad y versatilidad para los tratamientos requeridos. De la misma manera la alternativa superficial, resulta favorable si se analizan factores como el control y garantía de calidad del producto final. Por lo que es necesario reconocer que las plantas potabilizadoras también tienen su lugar, especialmente cuando se trata de garantizar una calidad de agua excepcional y abordar problemas específicos de contaminación. Estas plantas pueden desempeñar un papel fundamental en la mejora de la calidad del agua y la eliminación de impurezas, lo que las hace esenciales en ciertas circunstancias.

Por lo tanto, aunque se sugiere que una red de perforación puede ser la opción preferible en muchos casos debido a sus beneficios económicos, consideramos que la decisión final debe basarse en una evaluación exhaustiva que tome en cuenta no solo los aspectos financieros, sino también los requisitos de calidad del agua, las consideraciones ambientales y las necesidades específicas de la comunidad o la región en cuestión.



A continuación adjuntamos una matriz de valoración, con algunos factores que consideramos de mayor importancia.

	Evaluación económica	Dispersión	Control de calidad	Complejidad del tratamiento de potabilización	Calidad de agua entregada	Versatilidad a aumentos de demanda	Impacto social	Impacto ambiental en etapa de proyecto	Impacto ambiental en etapa operativa
Alternativa subterránea	Para el período de diseño adoptado en este desarrollo, resulta más económica esta opción en comparación con la superficial. VAN=USD -18.059.059	La red de perforaciones, se encuentra distribuida de manera dispersa en los departamentos bajo estudio, según la demanda. Esto implica, que debe tratarse cada perforación en particular, con lo que requiere para su correcto funcionamiento	Asociado a su dispersión, para realizar el estudio de calidad de agua, es necesario analizar distintos puntos del sistema	Al extraer agua de un acuífero confinado, prácticamente no requiere tratamiento previo a su distribución. Solo se incorpora cloro para su desinfección y cloro residual.	Dependen de la calidad de agua natural del acuífero.	Ante aumentos de demanda, depresiones en acuíferos, contaminación de un acuífero operativo, se requiere incorporar a la red, nuevas perforaciones que suministren el caudal faltante.	Asociado directamente a las zonas en donde se realizan nuevas perforaciones. No es significativo	Se incluye en este apartado, la ejecución de nuevas perforaciones. Es necesario realizar un manejo adecuado de los desechos generados y materiales de excavación, con su correcta disposición final.	El hecho de utilizar perforaciones, en cierto punto trae aparejado la posibilidad de contaminar el acuífero confinado por medio de pérdidas en niveles superiores de la perforación
Alternativa superficial	Si bien, para el período de diseño, esta opción resulta desfavorable, para un período de tiempo superior al de diseño, se amortiza la inversión, con lo cual se hace rentable esta opción. VAN=USD -23.866.819	Esta alternativa tiene la ventaja de tener las unidades del sistema, concentradas en un único punto.	Permite control y ajuste de manera inmediata, dado a las ventajas de la cercanía entre los distintos sectores operativos.	Se requieren de distintas unidades para alcanzar los estándares de calidad requeridos. Se puede absorber sin dificultades con el proyecto los cambios de calidad de agua cruda. Esto debido a que se pueden ajustar parámetros físicos y químicos dentro de la planta potabilizadora con eficiencia	Se alcanzan niveles de calidad de agua entregada, de mejores condiciones en comparación con las subterráneas, según los estándares de calidad de agua establecidos por el EPAS, garantizando estos niveles de calidad	La planta potabilizadora, fue diseñada con una capacidad operativa que abastece el caudal demandado a fin de periodo de diseño. Se puede prever, futuras ampliaciones, permitiendo que se realicen en una etapa posterior.	Solo durante la etapa de proyecto se tendrá un impacto social elevado, en las zonas de la planta potabilizadora y sus alrededores, como en la traza de la red de acueductos. El tiempo en el que produce impacto, es mínimo.	La planta potabilizadora es una obra de gran envergadura. Está colocada en un terreno alejado de la urbanización. Si bien existen actividades que repercuten en la superficie, no es dificultoso tratar ni mitigar los impactos que esta produce.	El caudal de agua que demanda la planta potabilizadora, corresponde casi en su totalidad con el que demanda la población servida.

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2020</p>
---	-----------------------	-------------------------------

Lista de referencias

- Google Earth (v.7.1.8) [Software] (2020) <https://www.google.com/intl/es-419/earth/versions/#download-pro>
- INDEC (2020) <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-Codgeo>
- Ministerio de Obras Públicas, ENOHTSA (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento).
- HCANALES (v.3.1) [Software] (2021)
- Apuntes Cátedra “Ingeniería Sanitaria” 5to Año, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza.
- EPANET (v.2.0) [Software] (2022) <https://www.epa.gov/water-research/epanet>
- Instituto de Capacitación y estudios Fentos (2000). Evaluación integral de proyectos de agua potable y desagües cloacales, Buenos Aires.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Anexo 1

Distribución de perforaciones

Se incorpora el plano con la distribución de pozos de bombeo de los departamentos en estudio. En la Tabla N° 33 se expresan los gastos energéticos producto de las perforaciones en los departamentos bajo estudio.



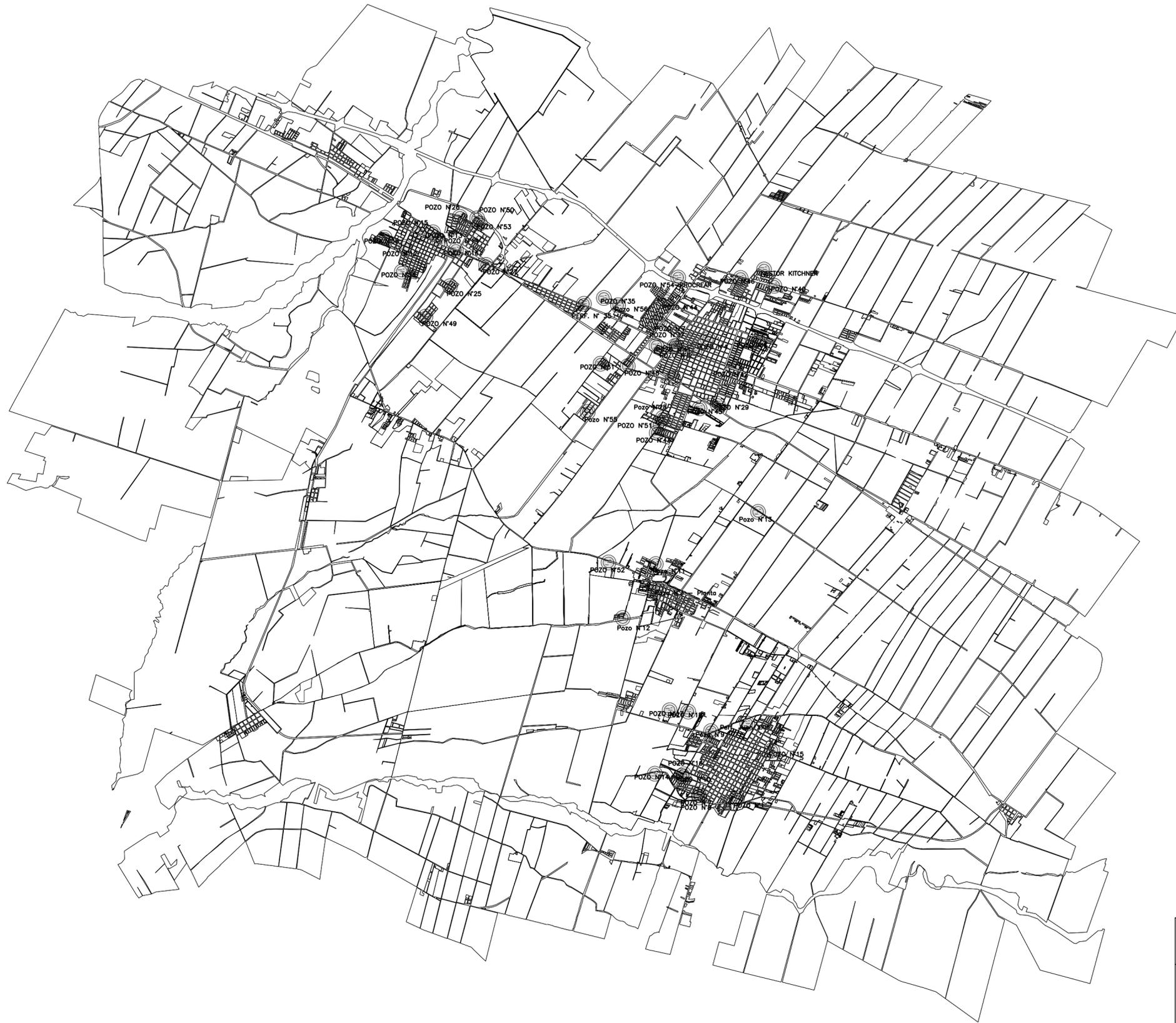
F. R. M.
U. T. N.

PROYECTO FINAL

AÑO ACADÉMICO
2020

Ruta	Folio	Nro.Factura	Neto[\$]	IVA[\$]	Total[\$]	Vto	Pdo.	Código	Departamento	Distribuidora	Produccion m3/h
8017	505	A 0003 00217675	70.749,11	17.080,89	87.830,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-13	Este	EDESTESA	100
8017	520	A 0003 00217681	117.616,68	28.473,32	146.090,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-15	Este	EDESTESA	120
8017	510	A 0003 00217676	136.934,33	33.165,67	170.100,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-16	Este	EDESTESA	90
8017	515	A 0003 00217679	47.096,25	11.393,75	58.490,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-25	Este	EDESTESA	120
8017	560	A 0003 00217684	47.654,35	11.365,65	59.020,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-26	Este	EDESTESA	75
8017	500	A 0003 00217673	70.705,77	17.064,23	87.770,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-12	Este	EDESTESA	85
8017	575	A 0003 00217690	66.084,33	16.045,67	82.130,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-27	Este	EDESTESA	110
8017	582	A 0003 00217692	61.609,98	14.780,02	76.390,00	20/04/2021	20/04/2021	B* RAMONOT 8 DE DIC	Este	EDESTESA	80
8018	1110	A 0003 00217774	80.030,80	19.309,20	99.340,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-04	Este	EDESTESA	90
8018	675	A 0003 00217739	42.856,71	10.193,29	53.050,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-31	Este	EDESTESA	52
8018	42	A 0003 00217720	123.201,99	29.808,01	153.010,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-35	Este	EDESTESA	150
8018	1140	A 0003 00217788	176.335,89	42.754,11	219.090,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-37	Este	EDESTESA	147
8018	1135	A 0003 00217784	238.390,16	57.859,84	296.250,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-41 y SM-08	Este	EDESTESA	220
8018	1126	A 0003 00217779	64.858,19	15.741,81	80.600,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-44	Este	EDESTESA	80
8018	45	B 0003 01749202	45.668,30	8.481,70	54.150,00	20/04/2021	20/04/2021	PERFORACION AMBROSIO	Este	EDESTESA	30
8018	1120	A 0003 00217777	93.840,32	22.619,68	116.460,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-07	Este	EDESTESA	106
8018	1115	A 0003 00217775	144.020,36	34.889,64	178.910,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-47	Este	EDESTESA	200
8018	155	A 0003 00217725	151.343,08	36.666,92	188.010,00	20/04/2021	20/04/2021	SM-48	Este	EDESTESA	170
8020	100	A 0003 00217877	115.782,04	27.997,96	143.780,00	20/04/2021	20/04/2021	jun-03	Este	EDESTESA	82
8020	75	A 0003 00217874	128.381,67	31.078,33	159.460,00	20/04/2021	20/04/2021	jun-11	Este	EDESTESA	130
8020	50	A 0003 00217868	66.059,34	16.090,66	82.150,00	20/04/2021	20/04/2021	46905	Este	EDESTESA	60
8020	25	A 0003 00217866	116.247,49	28.132,51	144.380,00	20/04/2021	20/04/2021	jun-29	Este	EDESTESA	100
8020	30	A 0003 00217867	64.585,48	15.494,52	80.080,00	20/04/2021	20/04/2021	jun-38	Este	EDESTESA	20
8020	60	A 0003 00217873	89.878,33	21.651,67	111.530,00	20/04/2021	20/04/2021	jun-43	Este	EDESTESA	95
8028	2070	A 0003 00217910	259.023,48	63.026,52	322.050,00	20/04/2021	20/04/2021	PERFORACION MIGUEZ	Este	EDESTESA	220
8095	1560	A 0003 00218169	145.858,92	35.701,08	181.560,00	31/03/2021	31/03/2021	jun-52	Este	EDESTESA	140
8096	463	A 0003 00218235	73.188,26	17.591,74	90.780,00	20/04/2021	20/04/2021	FINCA BORSETO	Este	EDESTESA	60
8096	68	A 0003 00218219	113.982,11	27.727,89	141.710,00	20/04/2021	20/04/2021	PERFORACION LAS CHACRITAS	Este	EDESTESA	45
8109	215	A 0003 00218254	131.720,96	32.129,04	163.850,00	20/04/2021	20/04/2021	PERFORACION KM963 SANTA ROSA	Este	EDESTESA	25
8109	750	A 0003 00218272	144.427,83	34.992,17	179.420,00	20/04/2021	20/04/2021	PERF. 9 DE JULIO	Este	EDESTESA	110
8017	70	A 0003 00217664	774,42	209,09	2.150,00	20/04/2021	20/04/2021	SAN PEDRO VARIANTE	Este	EDESTESA	0
8020	59	A 0003 00217872	114.155,36	30.821,95	157.710,00	20/04/2021	20/04/2021	SAN JOSE JUN 51	Este	EDESTESA	70
8109	350	A 0003 00218262	65.595,16	15.794,84	81.390,00	20/04/2021	20/04/2021	SRO-07	Este	EDESTESA	70
8109	1400	A 0003 00218283	123.438,73	30.001,27	153.440,00	20/04/2021	20/04/2021	SRO-08	Este	EDESTESA	82
8109	900	A 0003 00218275	22.528,91	5.301,09	27.830,00	20/04/2021	20/04/2021	SRO-02	Este	EDESTESA	60
60861159		A 0003 00218275	131.243,35	23.416,65	154.660,00	15/03/2021	15/03/2021	PERFORACION CHAÑAR 370	Este	C.E.RIV.	107
60870064		A 0003 00218275	55.073,60	9.846,40	64.920,00	15/03/2021	15/03/2021	PERF 15 RIVADAVIA	Este	C.E.RIV.	30
62450001		A 0003 00218275	108.767,29	26.212,71	134.980,00	15/03/2021	15/03/2021	jun-12	Este	C.E.RIV.	90
62450005		A 0003 00218275	161.915,39	37.144,61	199.060,00	15/03/2021	15/03/2021	RIV-07	Este	C.E.RIV.	150
62450006		A 0003 00218275	190.216,81	43.223,19	233.440,00	15/03/2021	15/03/2021	RIV-08	Este	C.E.RIV.	0
62450010		A 0003 00218275	69.884,95	15.815,05	85.700,00	15/03/2021	15/03/2021	RIV-09	Este	C.E.RIV.	75
62450018		A 0003 00218275	146.892,78	33.707,22	180.600,00	15/03/2021	15/03/2021	RIV-01	Este	C.E.RIV.	120
62450021		A 0003 00218275	151.428,99	34.771,01	186.200,00	15/03/2021	15/03/2021	RIV-14	Este	C.E.RIV.	110
62450024		A 0003 00218275	147.591,92	34.028,08	181.620,00	15/03/2021	15/03/2021	RIV-17	Este	C.E.RIV.	85
62450025		A 0003 00218275	77.063,39	17.636,61	94.700,00	15/03/2021	15/03/2021	RIV-18	Este	C.E.RIV.	60
6003	30	A 0003 00244570	36.553,32	8.666,68	45.220,00	19/04/2021	19/04/2021	SM-40	Este	C.E.A.V.	56
3003	320	A 0003 00243848	101.988,83	24.591,17	126.580,00	14/04/2021	14/04/2021	SM-46	Este	C.E.A.V.	100
4003	40	A 0003 00244484	43.054,86	10.235,14	53.290,00	19/04/2021	19/04/2021	jun-45	Este	C.E.A.V.	52
4003	60	A 0003 00244485	117.048,58	28.281,42	145.330,00	19/04/2021	19/04/2021	41426	Este	C.E.A.V.	125
3003	335	A 0003 00243850	55.841,52	13.388,48	69.230,00	14/04/2021	14/04/2021	PERF N KIRCHNER	Este	C.E.A.V.	110
6003	15	A 0003 00244568	85.068,73	20.591,27	105.660,00	19/04/2021	19/04/2021	CION SAN PEDRO	Este	C.E.A.V.	40
6003	50	A 0003 00244572	186.232,37	44.807,63	231.040,00	19/04/2021	19/04/2021	PERFORACION PROCREAR	Este	C.E.A.V.	150
2003	135	A 0003 00242297	43.152,64	10.247,36	53.400,00	05/04/2021	05/04/2021	SM-24	Este	C.E.A.V.	50
2041	800	A 0003 00241955	1.431,89	128,11	1.560,00	05/04/2021	05/04/2021	SM-09 - TANQUE	Este	C.E.A.V.	0
TOTAL ENERGIA MENSUAL			\$ 9.901.236,78	\$ 2.371.689,86	\$ 12.300.680,00					TOTAL PRODUCCION MENSUAL m3	2.744.190,00
TOTAL ENERGIA ANUAL			\$ 118.814.841,36	\$ 28.460.278,32	\$ 147.608.160,00					TOTAL PRODUCCION ANUAL m3	32.930.280,00
TOTAL ENERGIA MENSUAL PROYECTO			\$ 9.003.044,73	41.584,50 USD						PRODUCCION UNITARIA	4.904 m3/h
TOTAL ENERGIA ANUAL PROYECTO ABRIL 2021			\$ 108.036.536,76	499.014,03 USD							1.362 Lts/seg

Tabla N°33 – Gasto de energía y producción de perforaciones en el Este, departamentos de San Martín, Junín, Palmira, Rivadavia y Santa Rosa.



PLANIMETRIA RED DE PERFORACIONES
Esc.: 1:70000

 UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	RED DE PERFORACIONES	
INTEGRANTES	UBICACION:	
Ariel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	DETALLES: DISTRIBUCION DE RED DE PERFORACIONES	
FECHA APROBACION	PLANO N°	ESCALAS
		HOJA 1 DE 1



Anexo 2

Calidad de agua

Calidad de agua del canal San Martín

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION LABORATORIO DE AGUAS

Laboratorio de Análisis de Aguas; Vertidos y Suelo

Año 2019

Solicitud de Análisis

Pág. 1 de 12

MUESTRA Nº 15531 a 15539

Actividad: Monitoreo superficial
Monitoreo: Cuenca del Río Mendoza
Solicitante: Lic. Fernando Santos
Dependencia: Subdelegación de Aguas Río Mendoza

Identificación de la muestra

Matriz: Agua Total de sitios muestreados: 9

Sitio de muestreo: Red de Riego: ver hoja 2 : Identificación de muestra

Envases: PET 1,5L x 2; PET 0,5L, Plástico bacteriológico 120 ml
Muestreo: Externo Fecha: 17-12-19 Hora: hoja 2
Responsable de muestreo: Fernando Santos - Manuel Carmona
Precintos: No
Preservación: No

Parámetros solicitados

Propiedades físicas y de agregación: Conductividad eléctrica, Sólidos: (Sólidos Disueltos Totales), Dureza, Alcalinidad (Carbonato y Bicarbonato), RAS

Constituyentes inorgánicos no metálicos: pH, Sulfato, Cloruro, Nitrógeno (Nitratos, Nitritos; Nitrógeno Amoniacal), Fósforo (Fosfato) , Fluoruro, Boro.

Componentes orgánicos: No

Metales: Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Arsénico, Cadmio, Cromo.

Microbiología: Bacterias: Coliformes totales y fecales (E.coli).

Suelo: No

Recepción en Laboratorio

ingreso: 17-12-19 Hora: 15:40
Responsable de recepción: Andrea Marchena
Responsable de entrega: Fernando Santos - Manuel Carmona
Derivación a Laboratorio Externo: LAAyS UTM 1807 a 1815/19 DETI UNC I-13811
Costo Total determinaciones: \$ 94.122



Foto muestra recibida

Los resultados obtenidos refieren exclusivamente a las muestras recibidas, delegando toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de los datos. Mendoza, 28 de Agosto de 2020

IRRIGACIÓN

Patricia

Patricia Bueno
Bromatóloga mat.0148
Jefe de Laboratorio de Aguas



DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION
LABORATORIO DE AGUAS

Laboratorio de Análisis de Aguas; Vertidos y Suelo

Año 2019

Identificación de muestras

Pág. 2 de 12

MUESTRA Nº 15531 a 15539

Nº Muestra	Sitio de Muestreo	Fecha	Hora	Nº Muestra	Sitio de Muestreo	Fecha	Hora
Primera Zona de Riego:				Tercera Zona de Riego:			
15531	(21) HEVistalbe compartó cámara desarenadora	17-12-19	10:08	(42)	Canal Chachingo Hº Lechería	00-01-00	0:00
15532	(22) HEVistalbe- toma Planta Santa Elena	17-12-19	9:56	(43)	AE El Algarrobito	00-01-00	0:00
15533	(23) 2ºHºVistalbe calle Alte. Brown y Guardia Vieja	17-12-19	9:50	(44)	AE El Sauce	00-01-00	0:00
15534	(24) HE Chacras de Coria calle Ugarte y Ruta panamericana	17-12-19	9:38	(45)	AE Negro	00-01-00	0:00
15535	(25) CEJarillal entrada compartó Jarillal	17-12-19	9:30	(46)	AE Fernández	00-01-00	0:00
15536	(26) CE Santander frente vivero Recusos Naturales	17-12-19	10:40	(47)	AE Salcedo	00-01-00	0:00
15537	(27) CE Flores triple compartó Colonia Furlotti	17-12-19	10:18	(48)	Colector Pescara – Ruta 7	00-01-00	0:00
15538	(28) CE Corvalán calle Cochabamba y finca Chakana			(49)	Canal Chachingo Hº Centauro 2	00-01-00	0:00
15539	(29) CE Civit calle San Vicente	17-12-19	9:12	(50)	Colector Guaymallén	00-01-00	0:00
15530	(30) Canal del Oeste rotonda UNC			(51)	Canal Chachingo Hº Pescara	00-01-00	0:00
15531	(31) Rama Borbollón	17-12-19	9:00	(52)	Canal Mercery	01-01-00	1:00
Segunda Zona de Riego:				(53)	Canal Ortega	00-01-00	0:00
	(32) Toma Hº Solanilla y Calderón (Calle Chile y San Julián)			(54)	Canal Chachingo	00-01-00	0:00
	(33) Toma Hº Morales y Villanueva			(55)	Canal Naciente	00-01-00	0:00
	(34) Hº Segunda Guíñazú (Alte. Brown y Cque. Glén)			(56)	Canal Lunlunta	01-01-00	1:00
	(35) Toma Planta potabilizadora Palma			Cuarta Zona de Riego:			
	(36) Rama Sobremonte (Atrás calvario)			(57)	Vuelco Campo Espejo Ruta 40	17-12-19	12:56
	(37) Toma Planta potabilizadora La Pequeña			(58)	Cuádruple compartó	17-12-19	13:17
	(38) Hº Tapón Moyano (Tiraso y elipidio Gonzalez)			(59)	Aº Tulumaya calle Quiroga		
	(39) Rama Algarrobal (Dique Algarrobal Las Heras)			(60)	Progreso Santa Rita calle Quiroga	17-12-19	13:27
	(40) Hº Rama Algarrobal (Lavelle y Paso Hondo)			(61)	Canal Jocolí + Campo espejo	17-12-19	13:06
	(41) Rama Mathus Hoyos (Cervantes y Progreso)			(62)	Rama Santos Lugares (Ruta 34)	17-12-19	13:55
Quinta y Sexta Zona:				(63)	AºTulumaya + AE Leyes	17-12-19	14:06
	(66)	Canal San Pedro y San Pablo		(64)	AE Leyes	17-12-19	14:15
	(67)	Canal Concesión Californis		(65)	AE Aux. Tulumaya (Pescara+ Cacique Glén)	17-12-19	14:27
	(68)	Canal Galigniana Segura					
	(69)	Canal San Martín Ruta 7					

Patricio



DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION
LABORATORIO DE AGUAS

Laboratorio de Análisis de Aguas, Vertidos y Suelo

Año 2019

Informe de Análisis

Pág. 3 de 12

MUESTRA Nº 15531

Parámetro	Unidad	Resultado	Normativa
pH	unidad pH	8,4	5,5-9,0
Conductividad eléctrica	µS/cm	982	2000
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	714	***
Alcalinidad Total	mg/L CO ₂ Ca	62	***
Dureza Total (EDTA)	mg CO ₂ Ca /L	362	***
RAS	Nº	1,4	6
Cloruro	mg Cl/L	98	300
Sulfato	mg SO ₄ ²⁻ /L	319	600
Carbonato	mg CO ₃ ²⁻ /L	< 20	***
Bicarbonato	mg CO ₃ H ⁺ /L	72	***
Calcio	mg Ca ²⁺ /L	117	***
Magnesio	mg Mg ²⁺ /L	17	***
Sodio	mg Na ⁺ /L	61	400
Potasio	mg/L K ⁺	2,9	***
Nitratos	mg NO ₃ ⁻ /L	2,9	45
Nitritos	mg NO ₂ ⁻ /L	< 0,05	1
Nitrógeno Amoniacal	mg NH ₄ ⁺ /L	< 0,10	6
Fósforos	mg PO ₄ ³⁻ /L	< 0,05	0,7
Boro	mg B /L	0,35	1
Flúor	mg F/L	0,25	1
Arsénico	mg /L	0,0048	0,1
Cadmio	mg /L	ND L.D.0,005	0,01
Cromo	mg/L	ND L.D.0,02	0,5
Bacterias Coliformes Totales	NMP/100 ml	1,50E+02	***
Bacterias Coliformes Fecales	NMP/100 ml	< 3	1000
Escherichia coli			

Normativa: Normativa usada como referencia: Resol. 778/96 HTA y modificatorias: Anexo (a) Normas para vertido de líquidos a cuerpos receptores. Art. 1) Valores máximos tolerables vertidos directos e indirectos al dominio público hidráulico; Art. 2 : parámetro no incluido " *** " . No contiene: prueba fenoltaleína incoloro. " <0,02" el resultado es menor al límite de cuantificación del método utilizado . "ND" No detecta e indica que el resultado es menor al límite de detección del método utilizado el cual se informa como " L.D. valor"

ANALISTA RESPONSABLE: Brom. Sandra Carrizo

IRRIGACIÓN

Patricia Bueno

Patricia Bueno
Bromatóloga mat.0143
Jefe de Laboratorio de Aguas



DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION
LABORATORIO DE AGUAS

Laboratorio de Análisis de Aguas; Vertidos y Suelo

Año 2019

Informe de Análisis

Pág. 12 de 12

MUESTRA N° 15531 a 15539

Parámetro	Fecha realización	Tarifas	Metodología y Equipamiento	Costo \$
pH	13-08-20	344	Standard Methods Ed.22 4500 H+ Valor de pH - B -Equipo: Thermo ORION 3 star NE Serie 8408	\$225
Conductividad eléctrica	13-08-20	343	Standard Methods Ed.22 2510 Conductividad - B -Equipo: Thermo ORION 3 star NE Serie 8409	\$225
Sólidos Totales Disueltos	24-08-20	397	Standard Methods Ed.22 2540 Sólidos - C	\$300
Alcalinidad Total	20-08-20	1184	Standard Methods Ed.22 2320 Alcalinidad - B	\$170
Carbonato	20-08-20	352	Standard Methods Ed.22 2320 Alcalinidad - B	\$150
Bicarbonato	20-08-20	353	Standard Methods Ed.22 2320 Alcalinidad - B	\$150
Dureza Total (EDTA)	21-08-20	369	Standard Methods Ed.22 2340 Dureza - B	\$300
RAS		1187	Cálculo: $(\text{mEq Na}^+)/(\sqrt{(\text{mEq Ca}^{2+} + \text{mEq Mg}^{2+})/2})$	\$100
Cloruro	21-08-20	354	Standard Methods Ed.22 4500 Cloruro - B	\$450
Sulfato	24-08-20	355	Standard Methods Ed.22 4500 Sulfato - C Manual HACH DR 2800 Junio 2007-Ed.2, Método 8051 método turbidimétrico-concentraciones 2-70 mg/L	\$450
Calcio	21-08-20	350	Standard Methods Ed.22 3500-Ca Calcio - B	\$300
Magnesio		351	Standard Methods Ed.22 3500-Mg Magnesio - B	\$300
Sodio	DETI UNC I-13811	348	EPA 7000 B - Rev 2 Ed. 2007	\$510
Potasio	DETI UNC I-13811	340	EPA 7000 B - Rev 2 Ed. 2007	\$510
Fósforos	LAAyS UTN 1807 a 1815/19	358	Standard Methods Ed.22 4500-P Fósforo - D	\$390
Nitratos	LAAyS UTN 1807 a 1815/19	356	Standard Methods Ed.22 4500 NO ₃ -	\$375
Nitritos	LAAyS UTN 1807 a 1815/19	357	Standard Methods Ed.22 4500 NO ₂ - B	\$375
Nitrógeno Amoniacal	LAAyS UTN 1807 a 1815/19	525	Standard Methods Ed. 22 4500 NH ₃ C	\$375
Boro	LAAyS UTN 1807 a 1815/19	527	Standard Methods Ed.22 4500-B Boro- B	\$810
Flúor	DETI UNC I-13811	1185	EPA 9214	\$580
Arsénico	DETI UNC I-13811	539	EPA 7062 Rev. 0 1994	\$878
Cadmio	DETI UNC I-13811	528	EPA 7000 B - Rev 2 Ed. 2007	\$510
Cromo total	DETI UNC I-13811	366	EPA 7000 B - Rev 2 Ed. 2007	\$675
Bacterias Coliformes Totales	LAAyS UTN 1807 a 1815/19	377	Standard Methods Ed.22 9221 Fermentación en tubos múltiples	\$675
Bacterias Coliformes Fecales Escherichia coli		378		\$675

Costos \$: Resolución 793/18 HTA Presupuesto 2019- Canon uso servicio Laboratorio - El informe final de Laboratorio Externo queda a disposición en el Laboratorio de Aguas DGI.

\$10.458

IRRIGACIÓN

Patricia

Patricia Bueno
Bromatóloga mat.0148
Jefe de Laboratorio de Aguas



F. R. M.
U. T. N.

PROYECTO FINAL

AÑO ACADÉMICO
2020

Calidad de agua del dique Carrizal

	UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO		FACULTAD DE CIENCIAS APLICADAS A LA INDUSTRIA		SEVITEC SECRETARIA DE VINCULACION TECNOLÓGICA Y DESARROLLO PRODUCTIVO
LABORATORIO DE SERVICIOS A TERCEROS					RS 005 - 09
ISO 9001-2015					
<small>Desarrollo, planificación y realización de análisis fisicoquímicos, biológicos y radioquímicos de alimentos, agua, suelo y minerales y servicios de capacitación a terceros. Certificado por IRAM C.R 9000 - 627</small>					

Informe del Análisis N°: **18824-20**

Solicitado por: D.G.I.

Fecha de Emisión: 23-06-2020

MUESTRA/S DE: AGUA

Fecha de presentación: 11-06-2020

Cantidad de Unidades: 3 (tres)

Tipo de envase: Botella de Plástico.

Servicio/s solicitado/s: Físico Químico.

Análisis realizado sobre muestras presentadas por el cliente.

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO				
Determinación	Valor Hallado en muestra identificada como:			Unidades
	TAC 080620	TCSM 080620	TCAR 080620	
pH	8,1	8,2	8,2	----
Conductividad	2360	1395	1281	µS/cm
Dureza (CaCO ₃)	1080	580	500	mg/L
Calcio (Ca ²⁺)	348	180	152	mg/L
Magnesio (Mg ²⁺)	50	31	29	mg/L
Sodio (Na ⁺)	183	97	120	mg/L
Potasio (K ⁺)	11	6	7	mg/L
Cloruros (Cl ⁻)	227	114	114	mg/L
Sulfatos (SO ₄ ²⁻)	960	497	478	mg/L

Analista: 	Responsable: 	
---	---	---

Los resultados incluidos en este informe técnico corresponden exclusivamente a las muestra/s presentada/s, quedando eximida la FCAI de cualquier responsabilidad civil, comercial, penal, ante la incorrecta utilización del mismo.
Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin previa autorización escrita del Laboratorio.

Centro de Estudios Tecnológicos y Ambientales (CETyA)

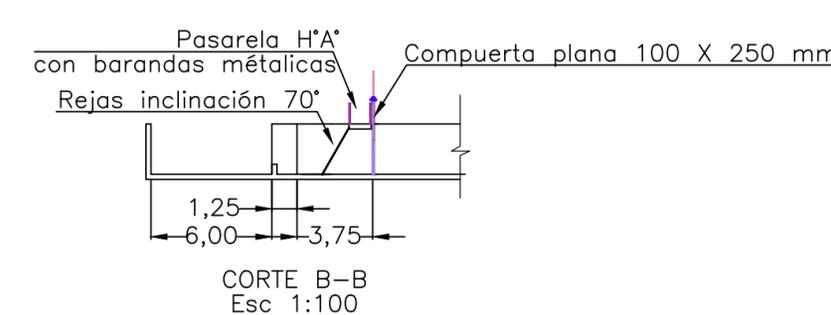
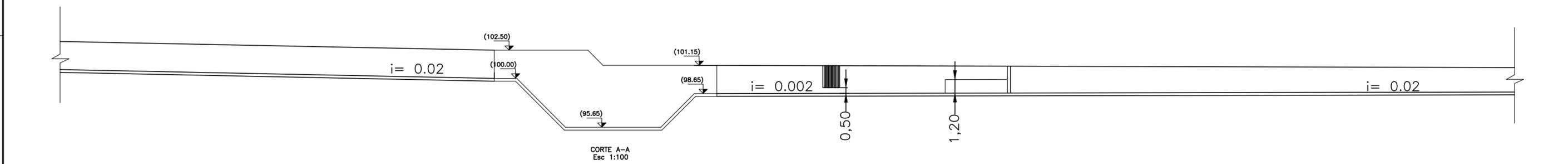
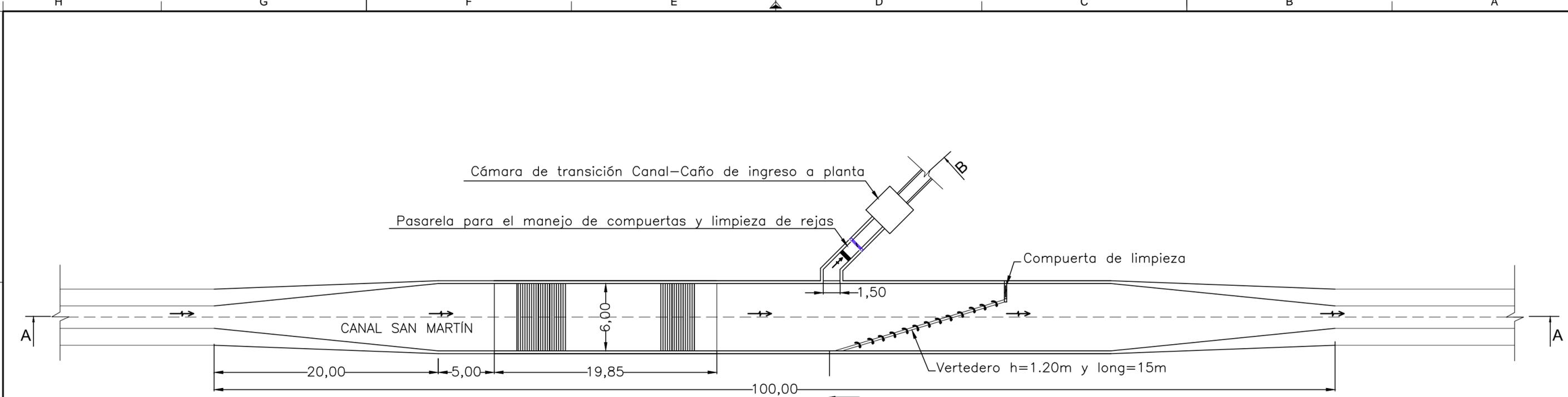
Brdo. De Irigoyen 375 - T: 0260 - 4433171 / 4421947/int.1515 - e-mail: cetya@fcai.uncu.edu.ar - San Rafael - Mendoza.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
---	-----------------------	-------------------------------

Anexo 2

Obra de toma

Se adjunta plano correspondiente a obra de toma.



 UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	OBRA DE TOMA	
INTEGRANTES Ariel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	UBICACION:	
	DETALLES: Planta y Corte	
	FECHA APROBACION	PLANO N°
	ESCALAS	ARCHIVO PLANO:

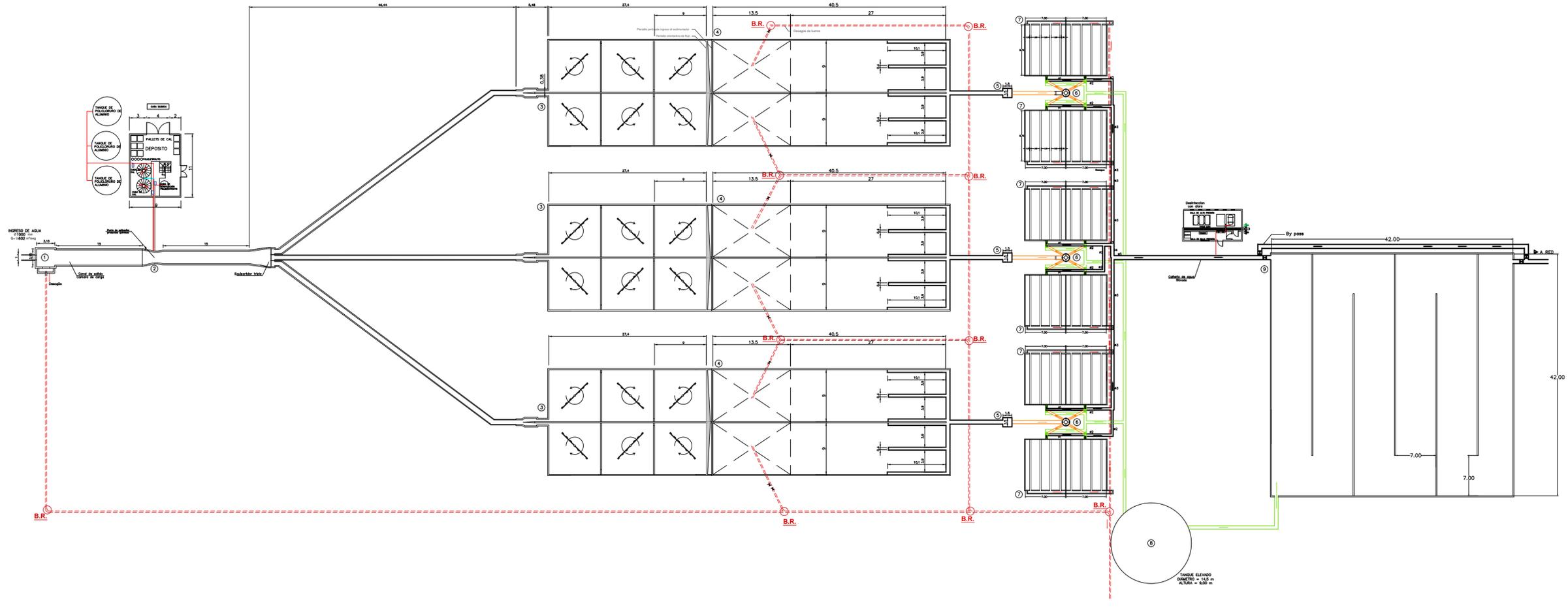
 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	----------------	-----------------------

Anexo 3

Planta potabilizadora

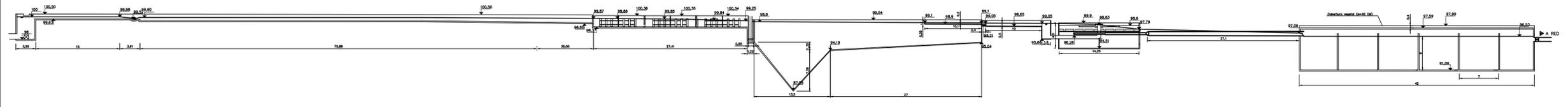
Se adjunta plano correspondiente a planta potabilizadora.

PLANTA

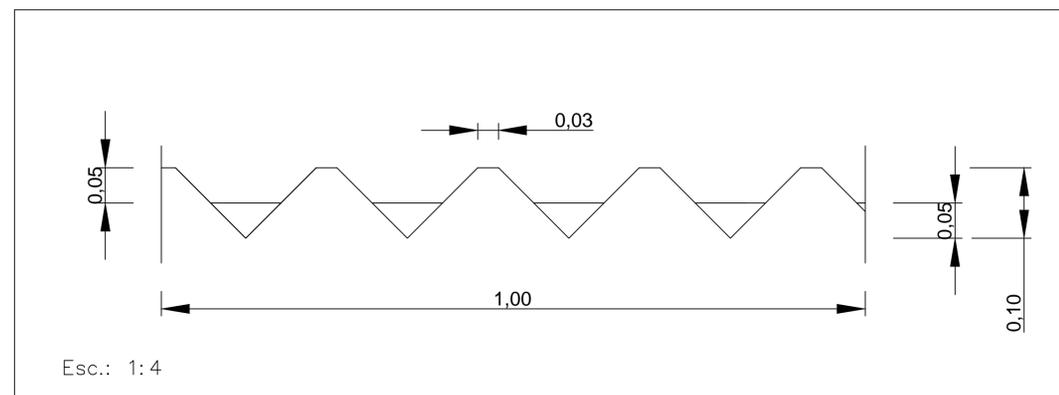
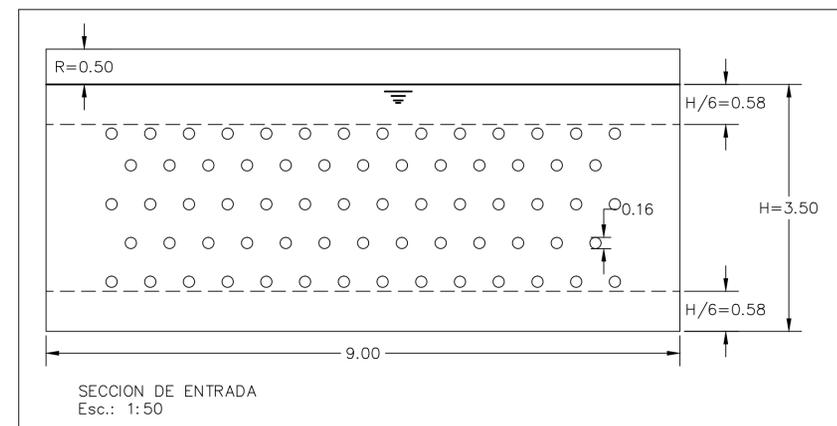
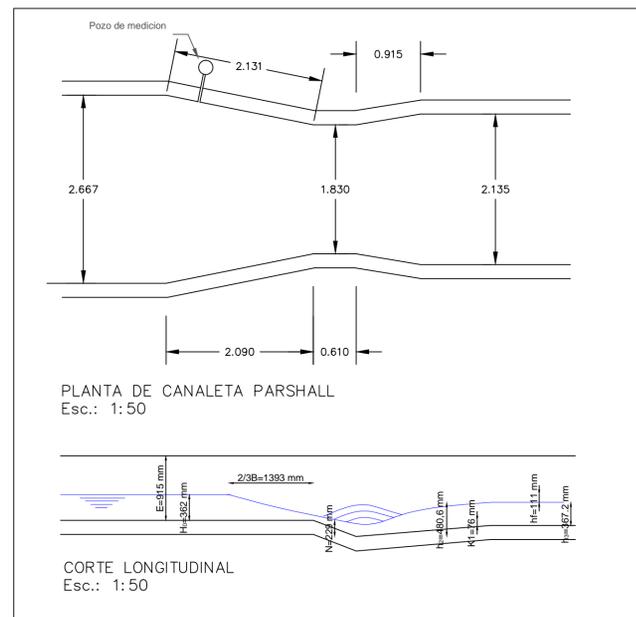
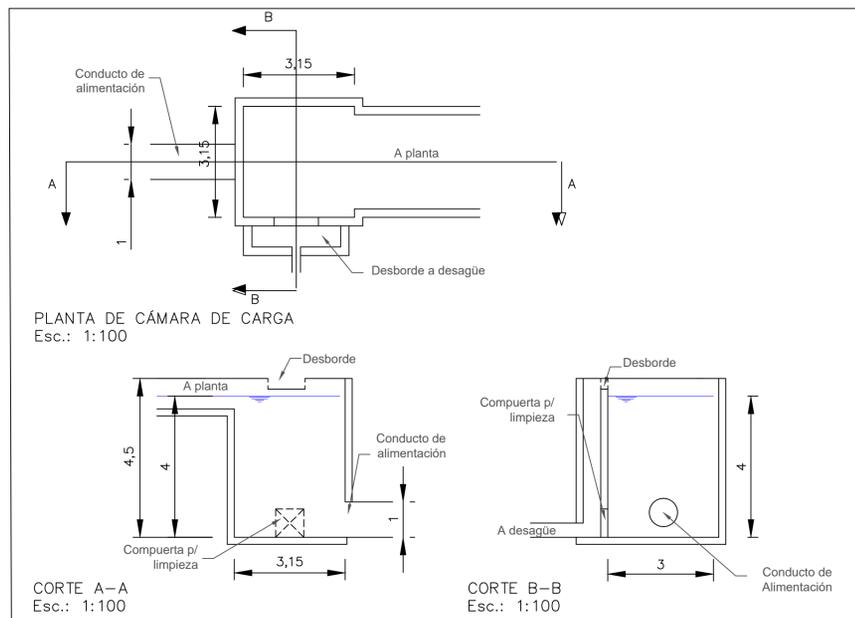
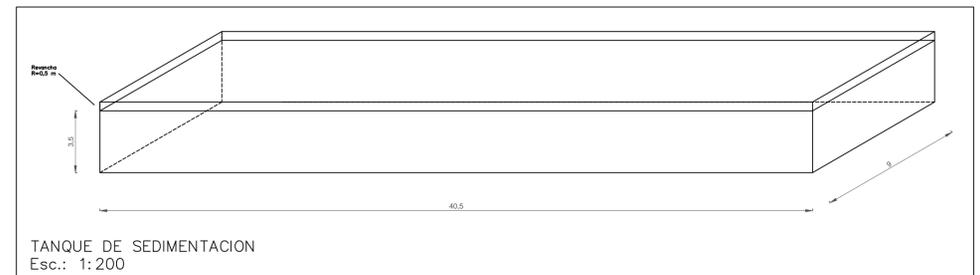
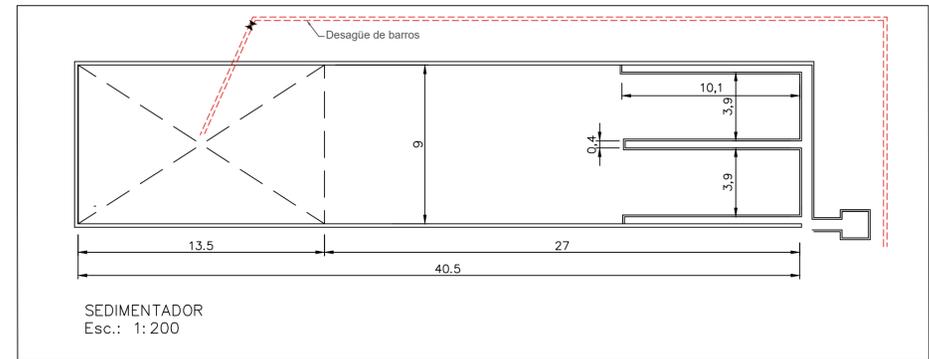
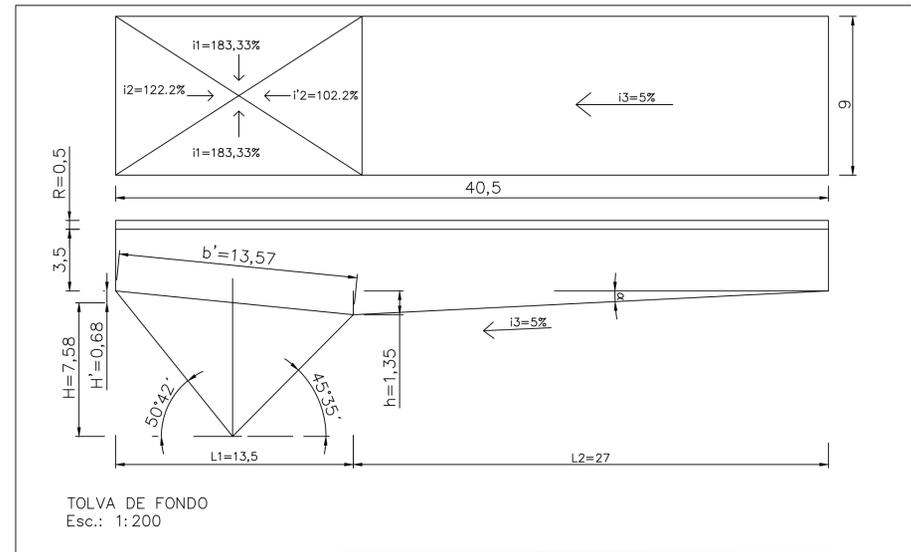
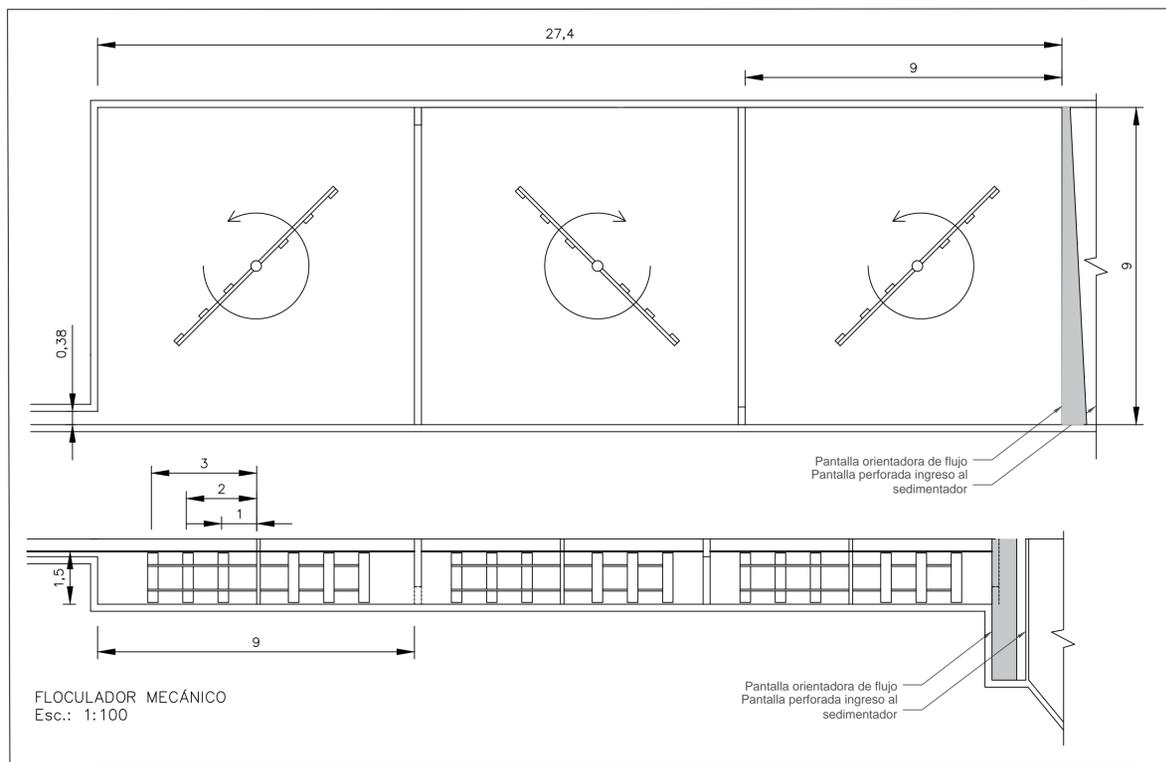


- REFERENCIAS**
- 1) Cámara de carga
 - 2) Canaleta Parshall
 - 3) Floculador Mecánico
 - 4) Sedimentadores
 - 5) Cámara de carga
 - 6) Fuente equipartidora
 - 7) Filtros
 - 8) Tanque de lavado
 - 9) Cisterna
- Lavado de Filtros
 — Agua Filtrada
 — Canaleta de Desagüe
 - - - Canaleta de Desagüe
 — Perfil - Nivel Líquido

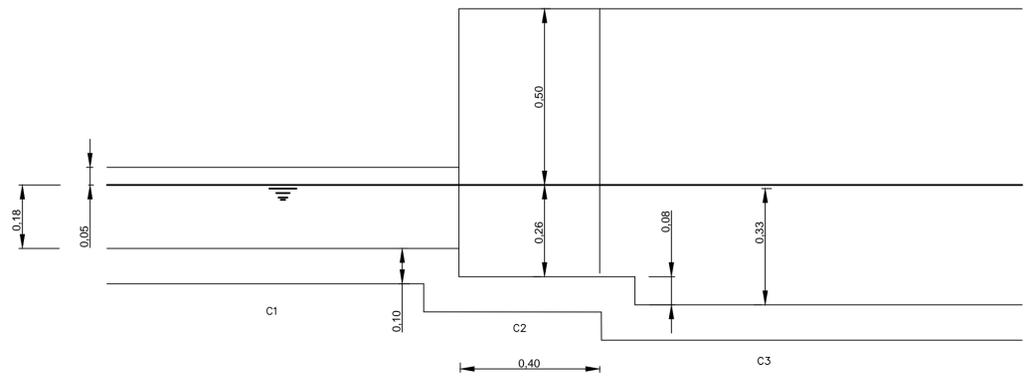
PERFIL



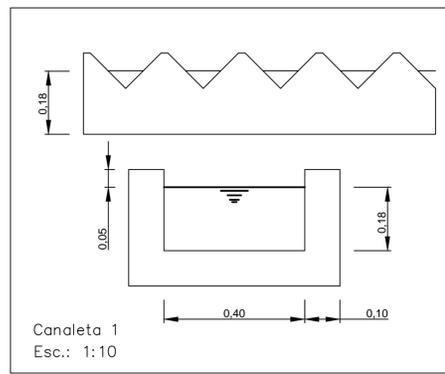
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	PLANTA POTABILIZADORA	
	UBICACION:	
INTEGRANTES Ariel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	DETALLES:	
	PLANTA Y PERFIL HIDRAULICO	
FECHA APROBACION	PLANO Nº	ESCALAS
		HOJA 1 DE 7



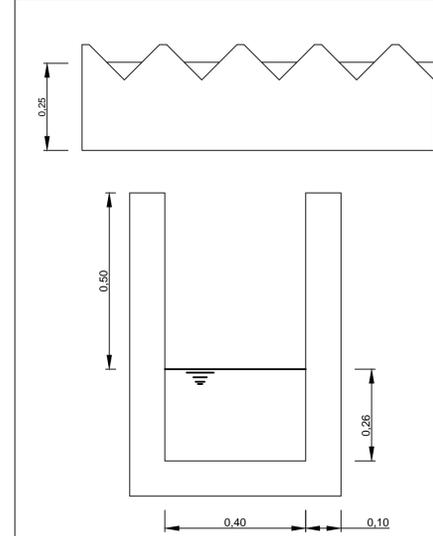
UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	PLANTA POTABILIZADORA	
INTEGRANTES	UBICACION:	
Ariel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	DETALLES:	
FECHA APROBACION	PLANO Nº	ESCALAS
		HOJA 2 DE 6



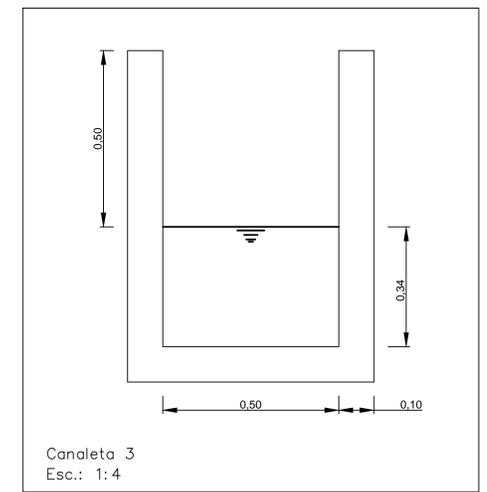
Esquema general en corte de las tres canaletas
Esc.: 1:10



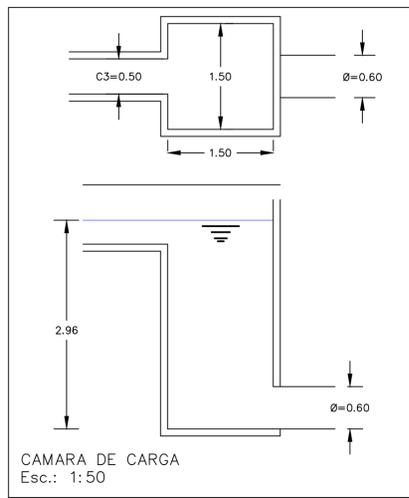
Canaleta 1
Esc.: 1:10



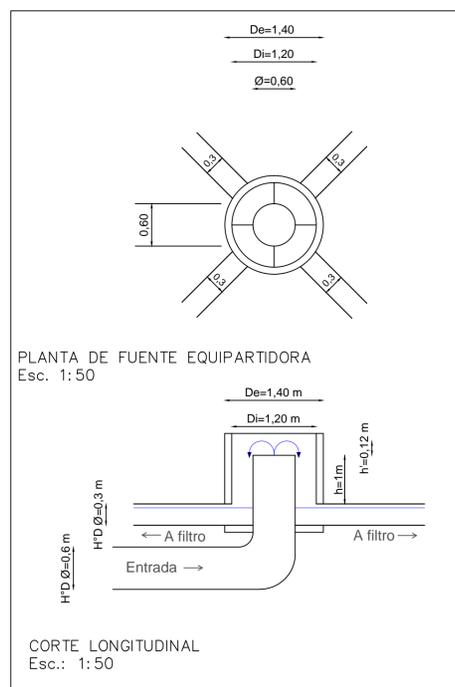
Canaleta 2
Esc.: 1:4



Canaleta 3
Esc.: 1:4

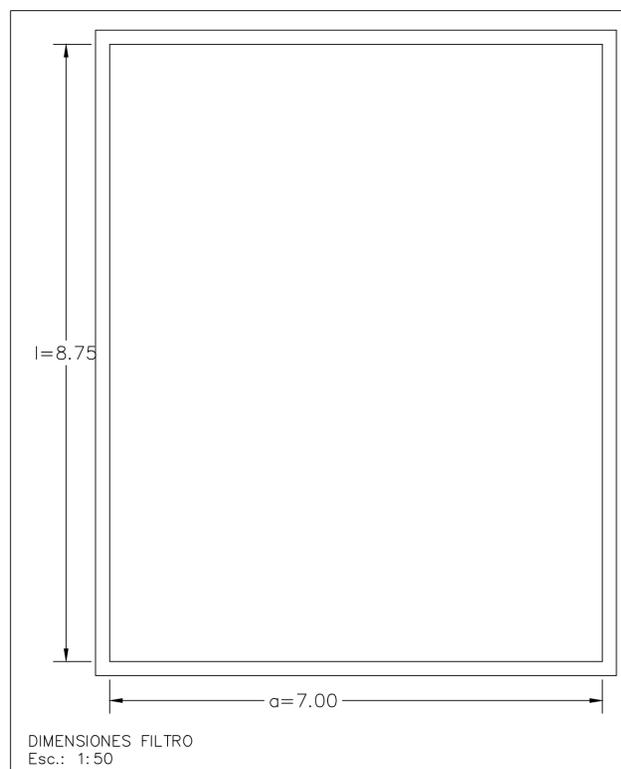


CAMARA DE CARGA
Esc.: 1:50

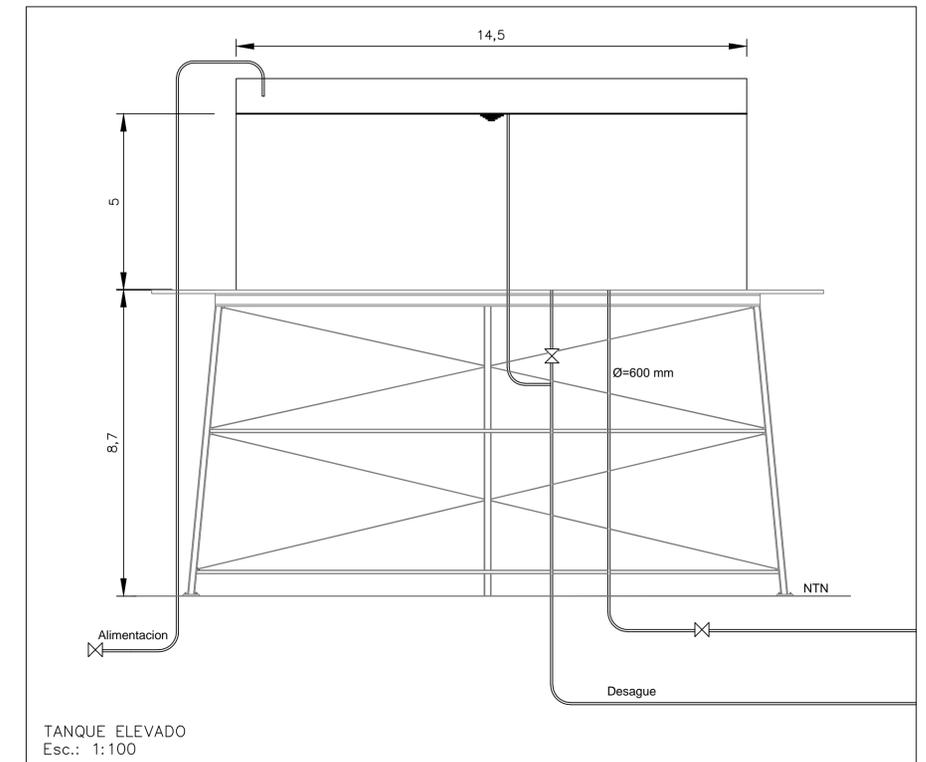


PLANTA DE FUENTE EQUIPARTIDORA
Esc.: 1:50

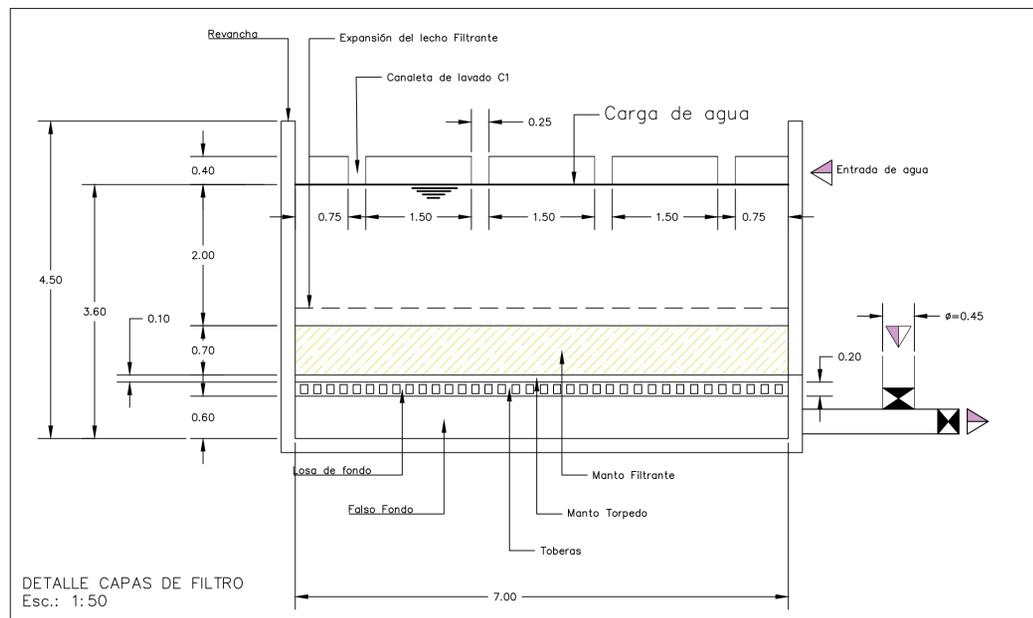
CORTE LONGITUDINAL
Esc.: 1:50



DIMENSIONES FILTRO
Esc.: 1:50

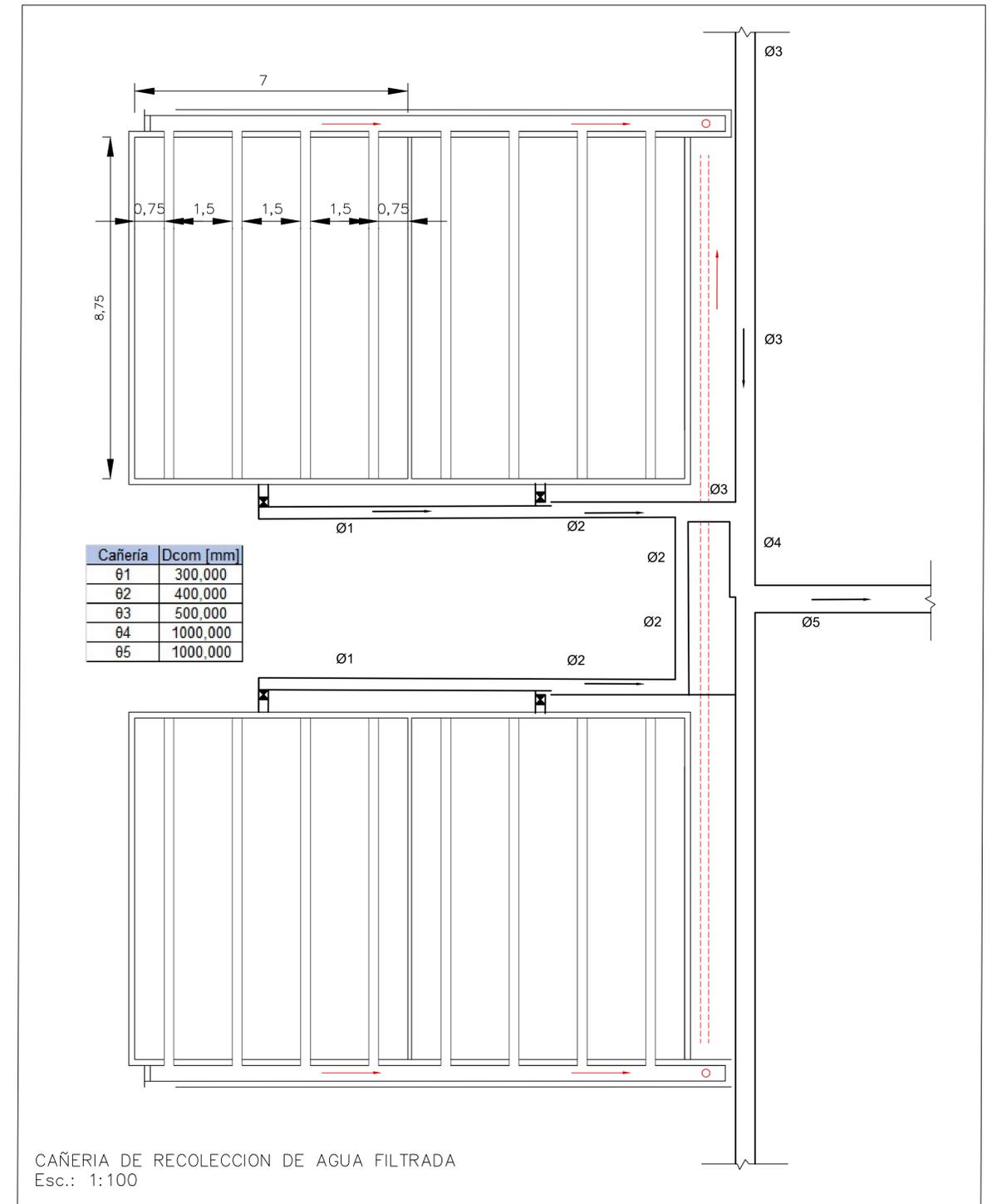
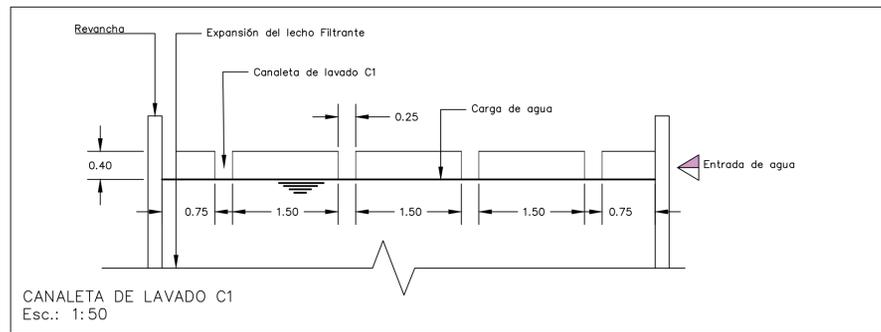
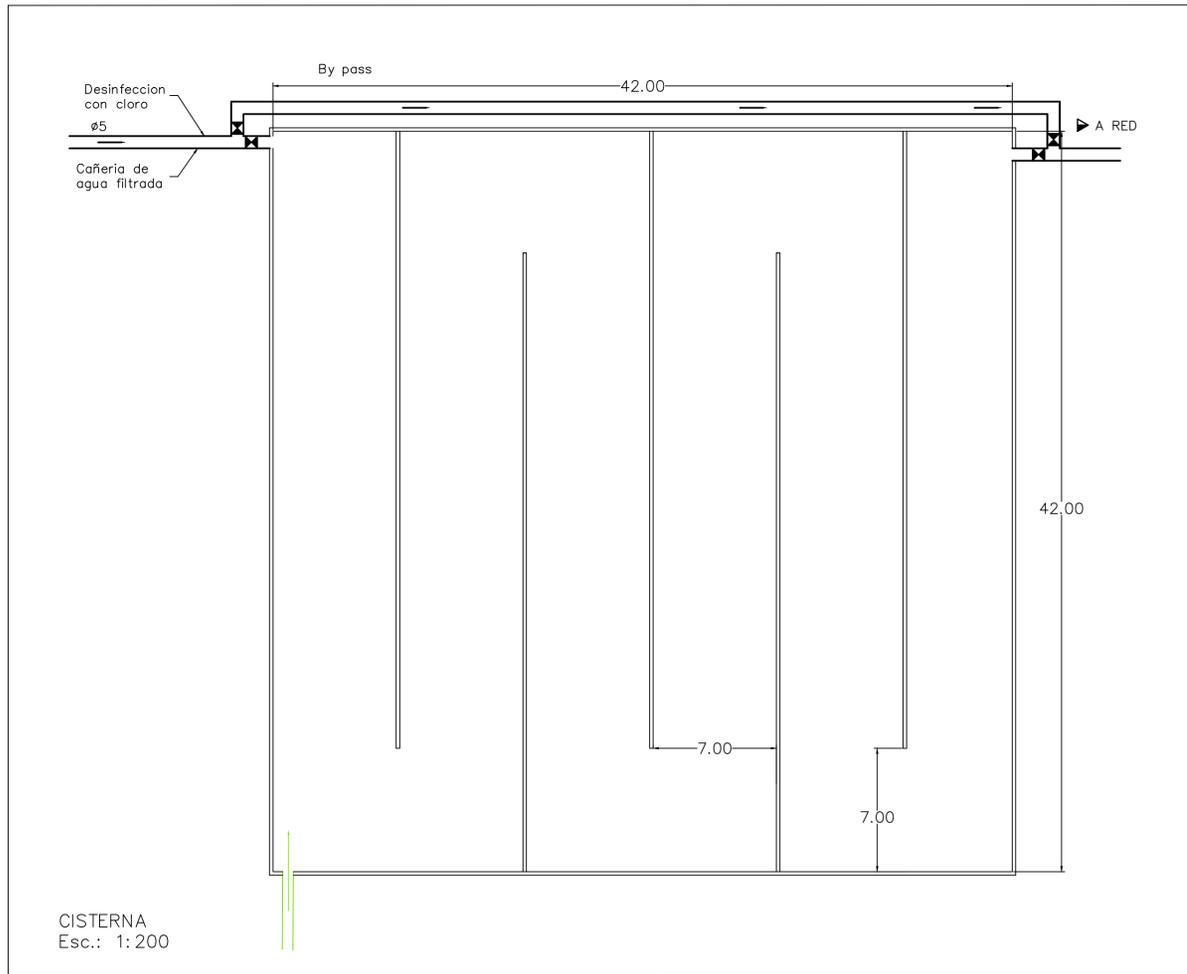


TANQUE ELEVADO
Esc.: 1:100



DETALLE CAPAS DE FILTRO
Esc.: 1:50

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	PLANTA POTABILIZADORA	
INTEGRANTES: Ariel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	UBICACION:	
FECHA APROBACION/PLANO Nº	ESCALAS	HOJA 3 DE 4



UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	PLANTA POTABILIZADORA	
INTEGRANTES Aniel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	UBICACION:	
DETALLES: CANALETA DE LAVADO-CISTERNA-CAÑERÍA DE RECOLECCION DE AGUA FILTRADA		
FECHA	APROBACION	PLANO Nº
		ESCALAS
		HOJA 4 DE 4

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------

Anexo 4

Red de acueductos

Singularidades

En la figura N° 60 se muestra la representación gráfica de la red de acueductos, destacando las singularidades presentes en el recorrido desde la obra de toma hasta cada localidad. El tendido de la red, sigue una traza principalmente en la banquina de la ruta 60.

En la figura N°61 se observa la primera singularidad en el trazado. En el cruce a desnivel, se cruza la calle adosada al puente que se gráfica, para que aguas abajo del mismo, se retoma el recorrido de la conducción por la banquina sur de esta ruta.

En la figura N°62 se encuentra la singularidad número dos. Para salvar esta singularidad, al igual que en la anterior, se adhiere al puente, recorriendo una longitud total de 116 m. Apenas xx m aguas abajo, se atraviesa el río Mendoza, recorriendo 250 m en su traza.

El primer nudo de derivación de caudal, en donde se abastece Palmira, es necesario de atravesar la ruta 60 de sur a norte, incorporarse al carril Nuevo, banquina Oeste, representado en la figura N°64. Luego, el caudal derivado, no requiere atravesar ninguna otra obra particular para alcanzar Palmira.

En la figura N°65 se encuentra la singularidad número cinco y seis. La primera de estas, representa una derivación de caudal en dirección a San Martín, transportado en la banquina Oeste de la calle C. Miguez (ruta 63). Aguas abajo de este nudo, se sigue la traza de la rotonda “monumento al agua y al trabajo”, hasta la altura del “Carril Caballero” para que luego de atravesarlo por abajo, se continúa con el caudal pasante por la banquina de la ruta N° 60

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------

En la figura N°66 se encuentra la singularidad número siete. Consta de un puente en donde adheridos al tablero del mismo, se recorren 40 m hasta retomar el perfil típico en la conducción.

La derivación hacia la localidad de Junín, se muestra en la figura N°67. El caudal pasante, atraviesa la última singularidad, en el cruce con la calle "Falucho", teniendo que pasar por debajo de la calle Primavera, hasta llegar al último nudo de la red en Rivadavia.

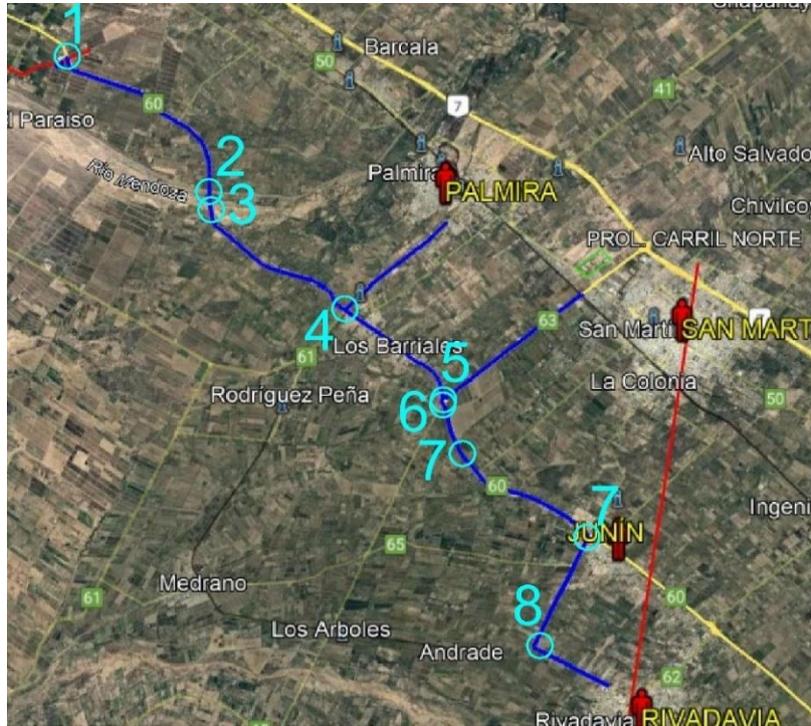


Figura N°7 – Mapa general de Singularidades.



Figura N°8 – Singularidad N°1



Figura N° 9 – Singularidad número 2.



Figura N°10- Singularidad número 3.



Figura N°11 – Singularidad número 4.



Figura N°12– Singularidades número 5 y 6.

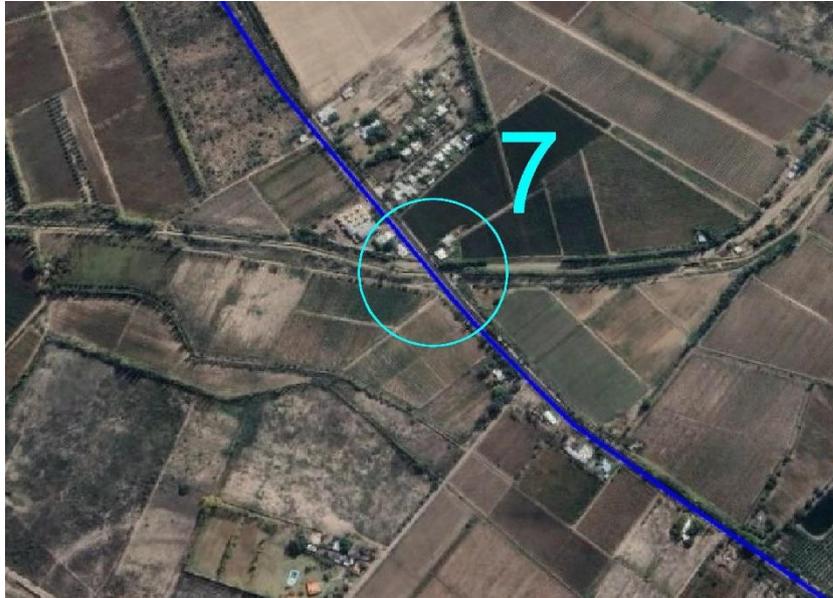


Figura N°13- Singularidad número 7.



Figura N°14 – Singularidad número 8.

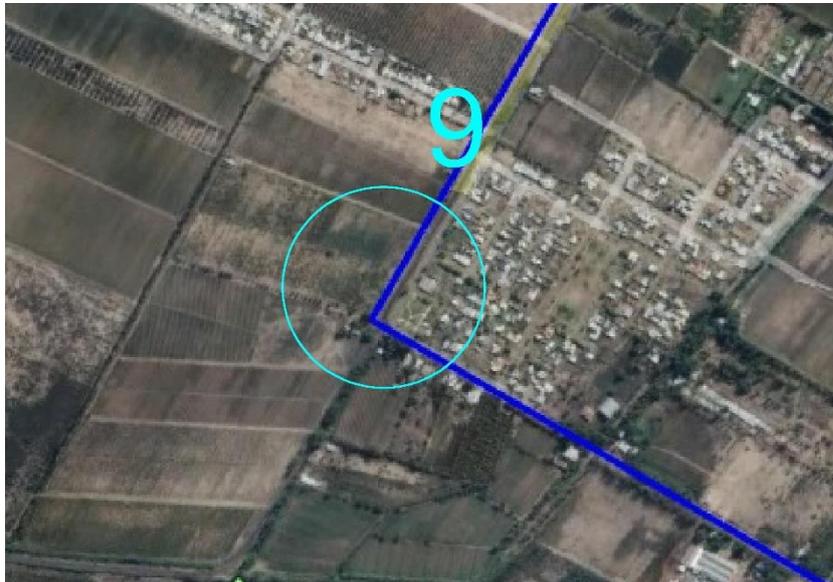


Figura N°15 – Singularidad número 9.



Cálculo utilizando Software: EPANET

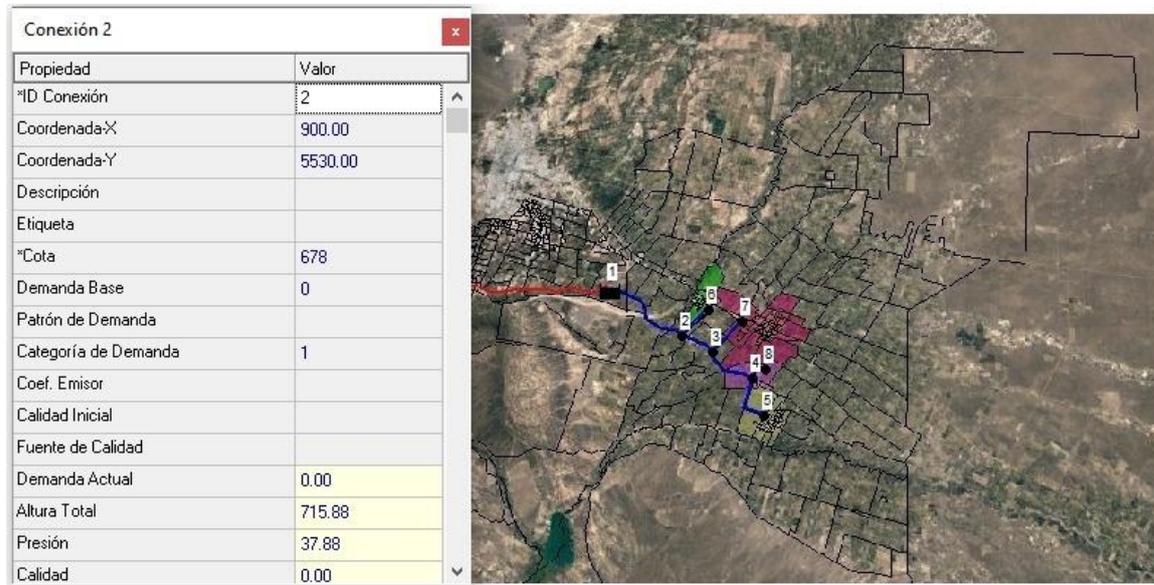


Figura N° 16 – Nudo 2

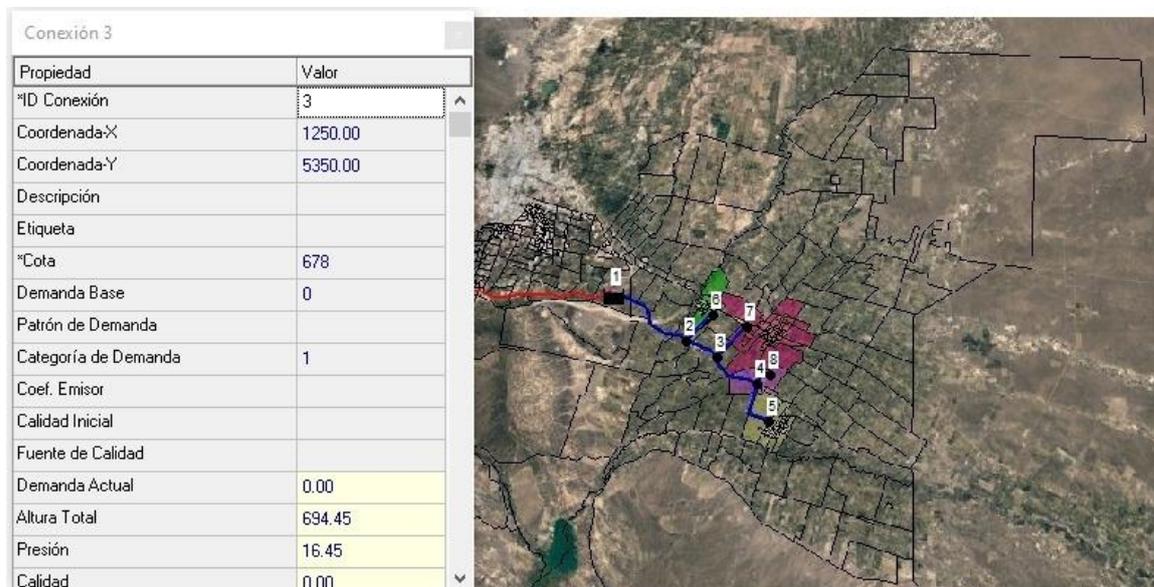


Figura N° 17 – Nudo 3

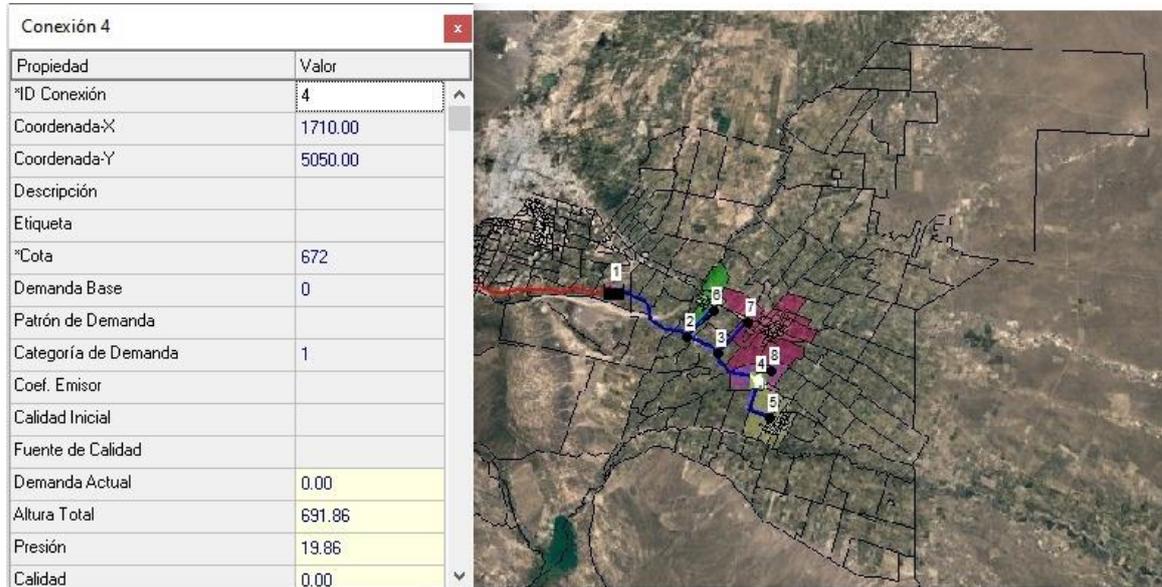


Figura N° 18 – Nudo 4

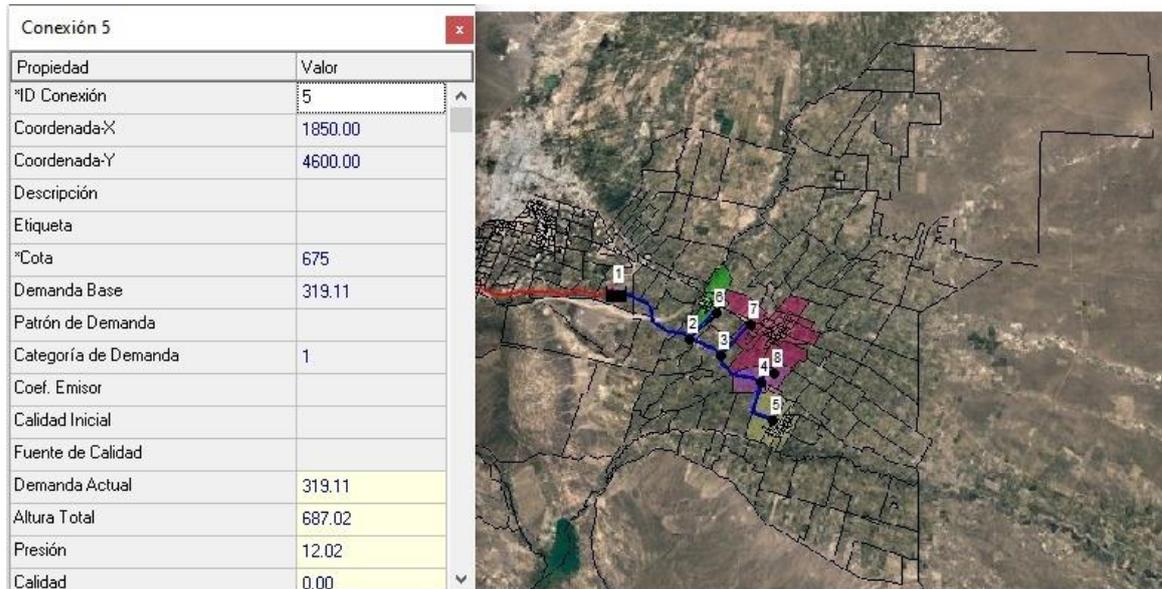


Figura N° 19 – Nudo 5

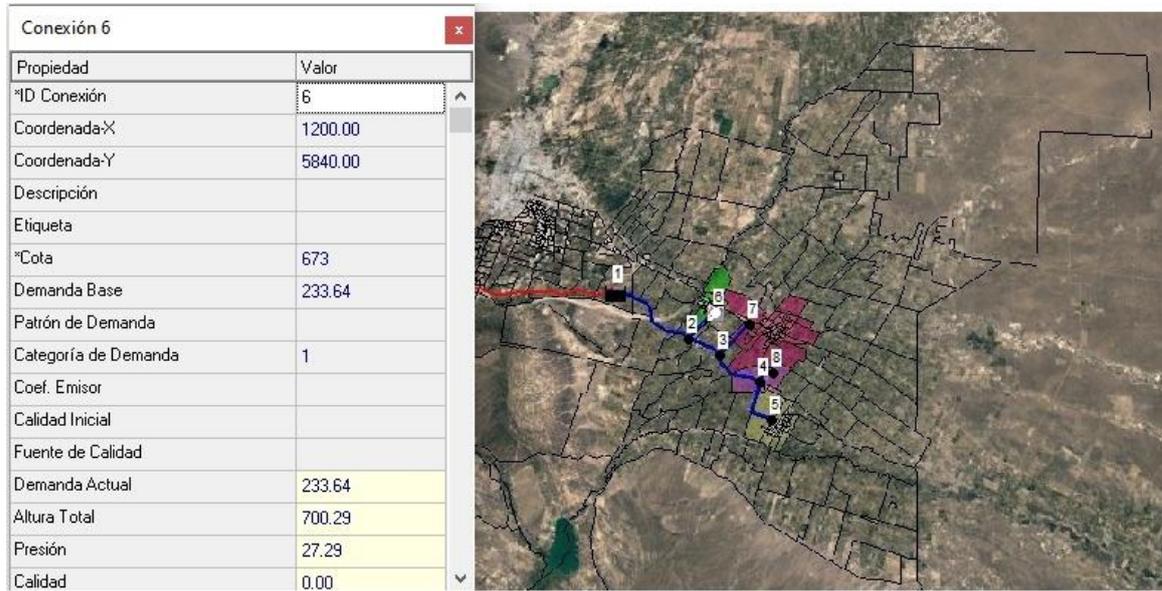


Figura N° 20 – Nudo 6

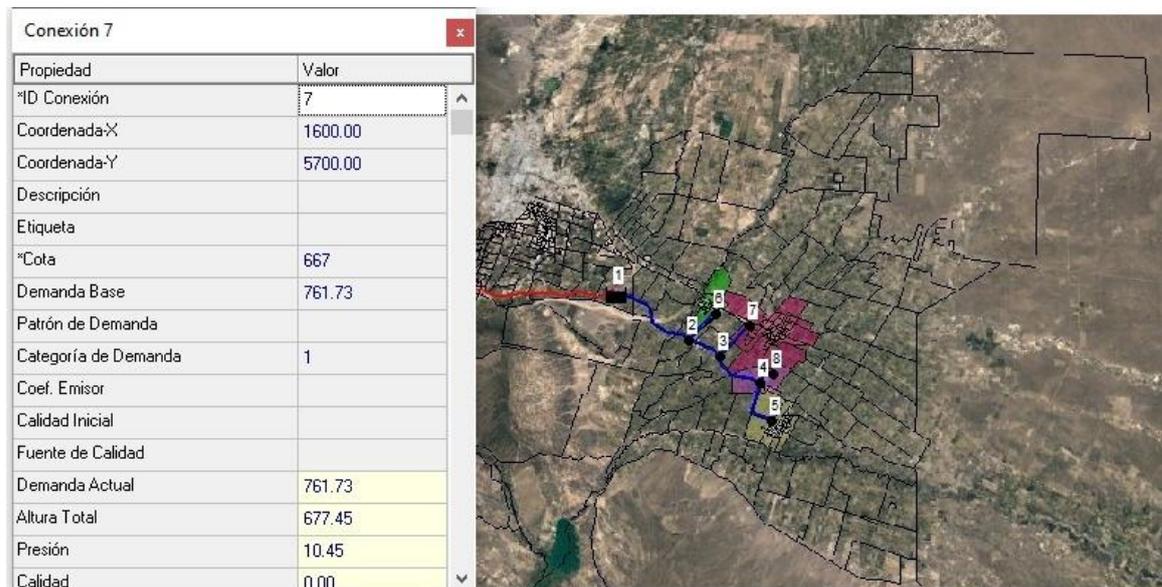


Figura N° 21 – Nudo 7

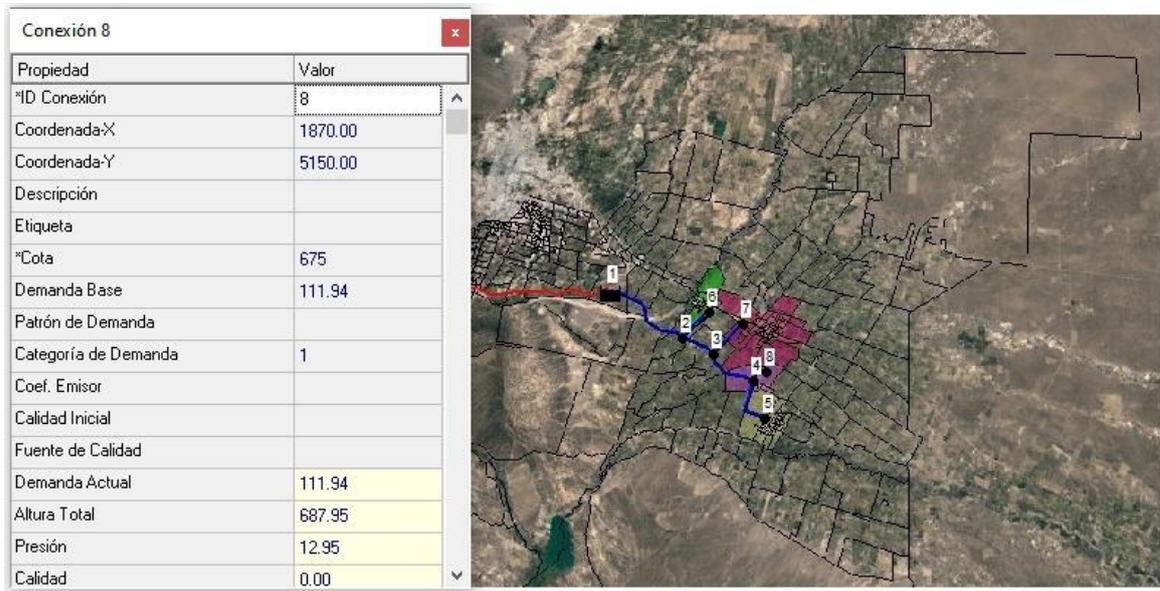


Figura N° 22 – Nudo 8

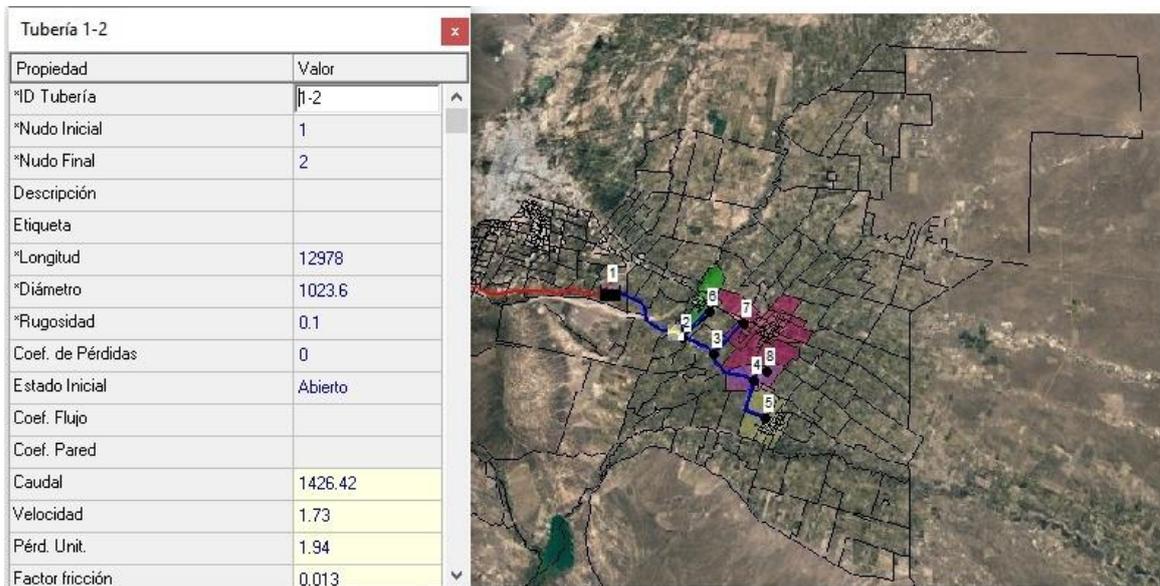


Figura N° 23 – Tramo 1-2



Propiedad	Valor
*ID Tubería	2-3
*Nudo Inicial	2
*Nudo Final	3
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	4283
*Diámetro	793
*Rugosidad	0.1
Coef. de Pérdidas	0
Estado Inicial	Abierto
Coef. Flujo	
Coef. Pared	
Caudal	1192.78
Velocidad	2.42
Pérd. Unit.	5.00
Factor fricción	0.013

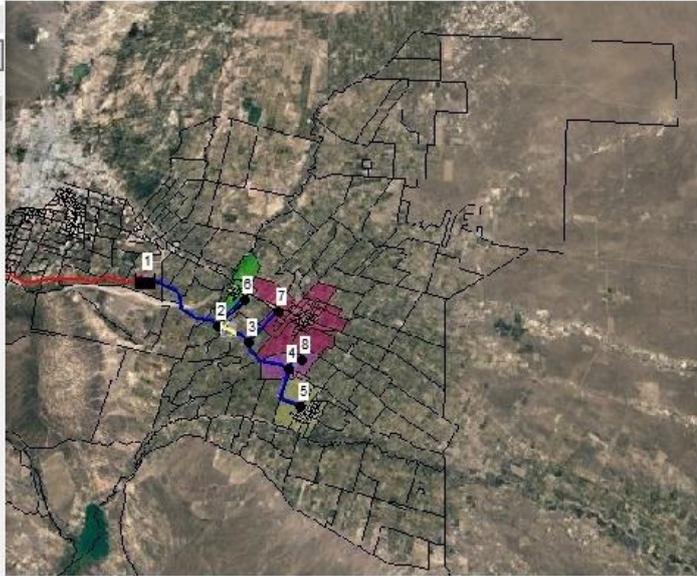


Figura N° 24 – Tramo 2-3

Propiedad	Valor
*ID Tubería	3-4
*Nudo Inicial	3
*Nudo Final	4
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	6276
*Diámetro	881.4
*Rugosidad	0.1
Coef. de Pérdidas	0
Estado Inicial	Abierto
Coef. Flujo	
Coef. Pared	
Caudal	431.05
Velocidad	0.71
Pérd. Unit.	0.41
Factor fricción	0.014

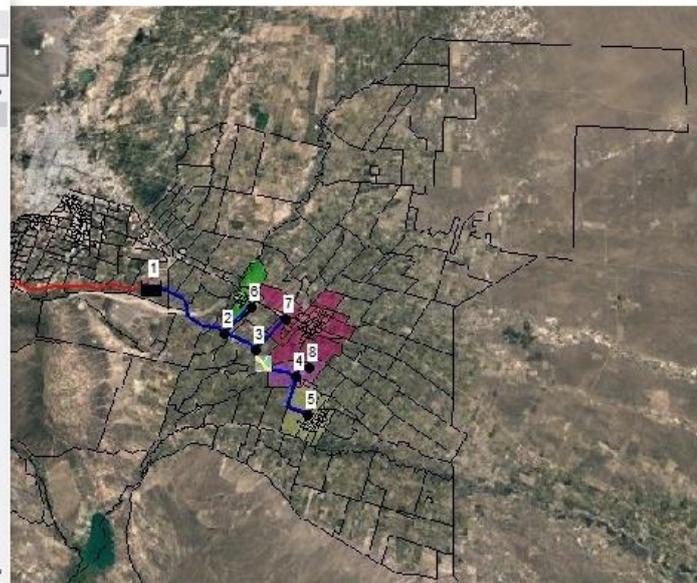


Figura N° 25 – Tramo 3-4

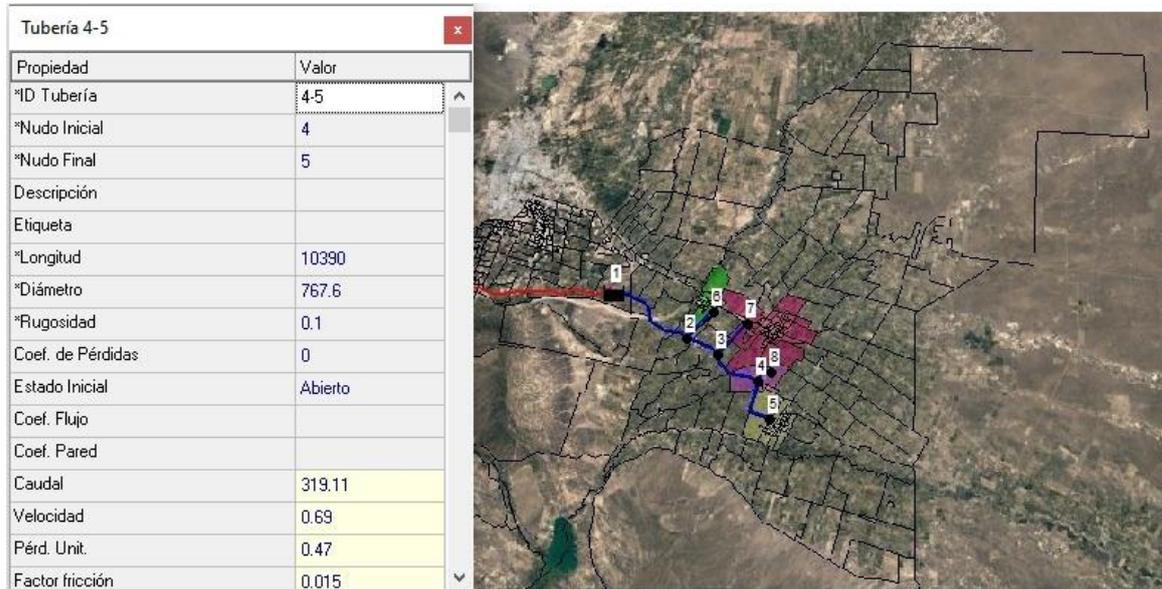


Figura N° 26 – Tramo 4-5

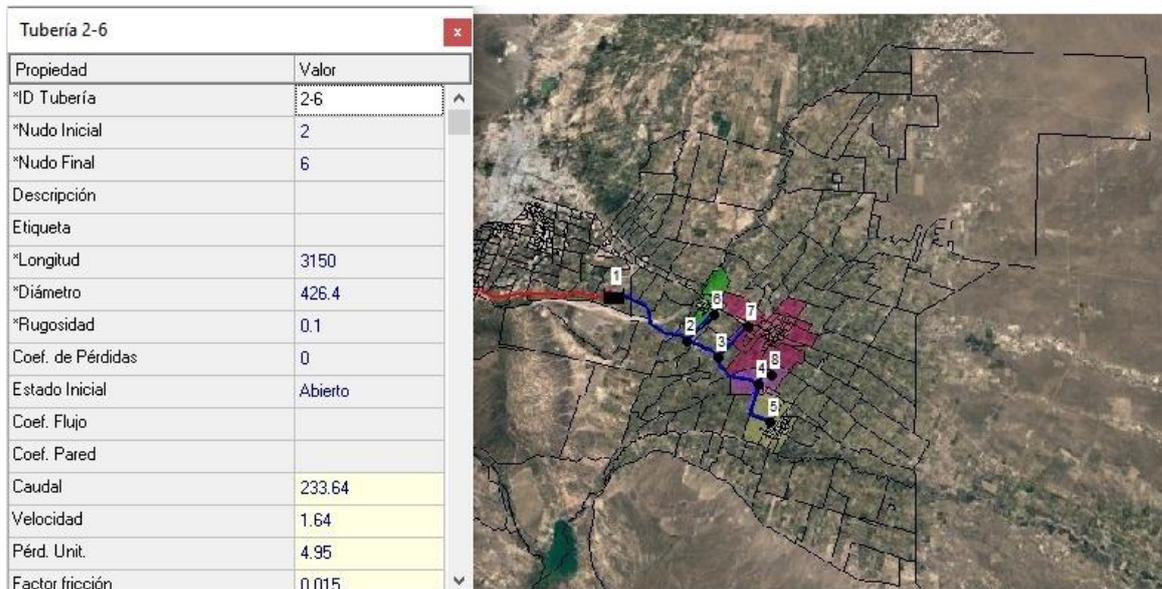


Figura N° 27 – Tramo 2-6

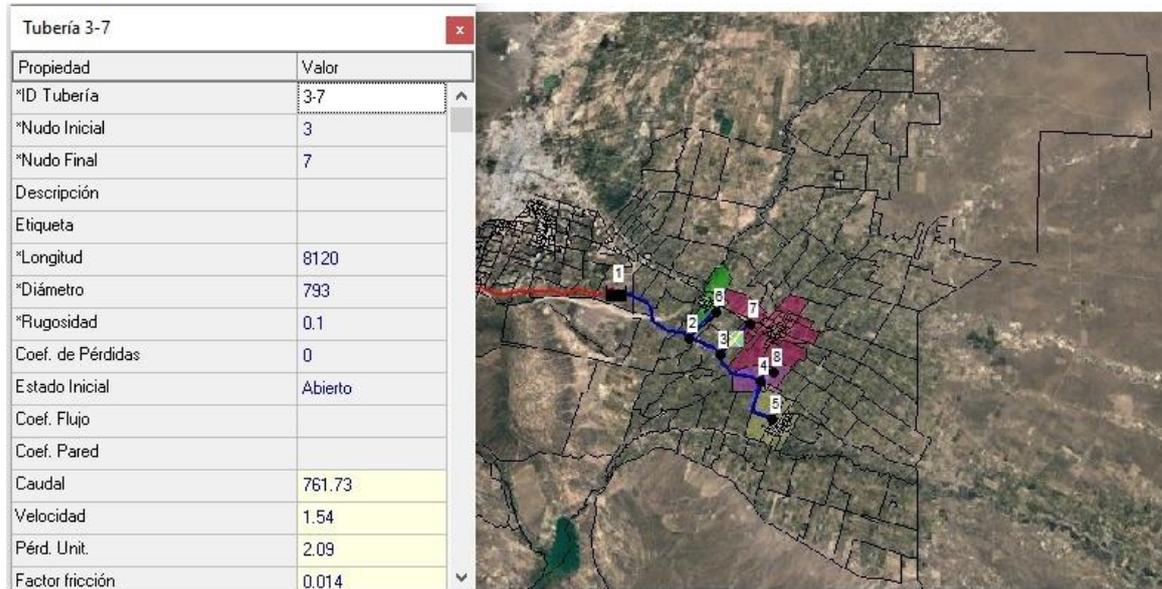


Figura N° 28 – Tramo 3-7

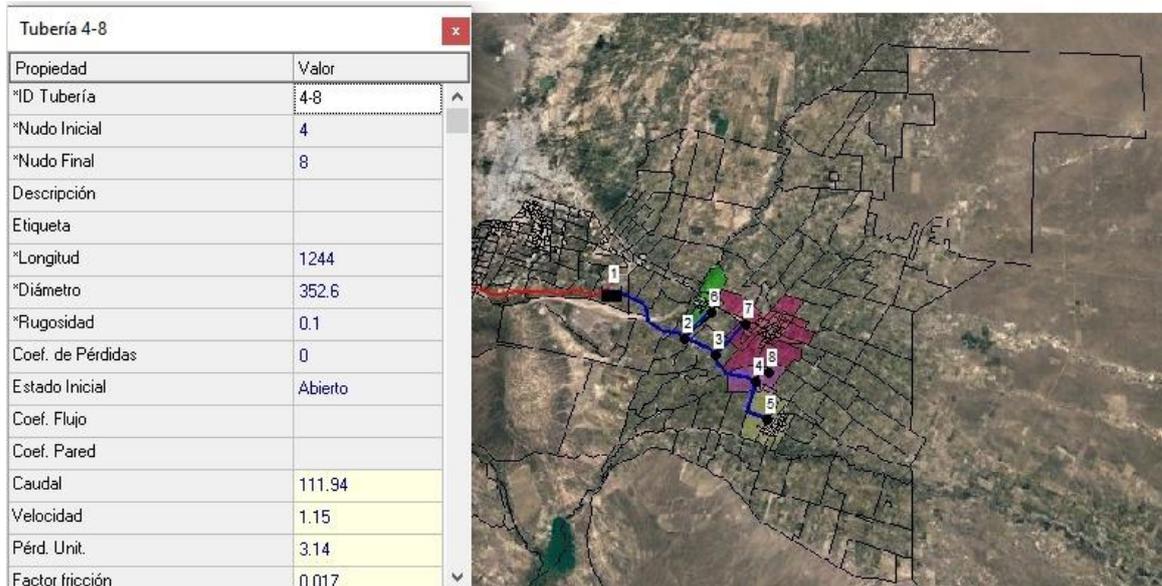
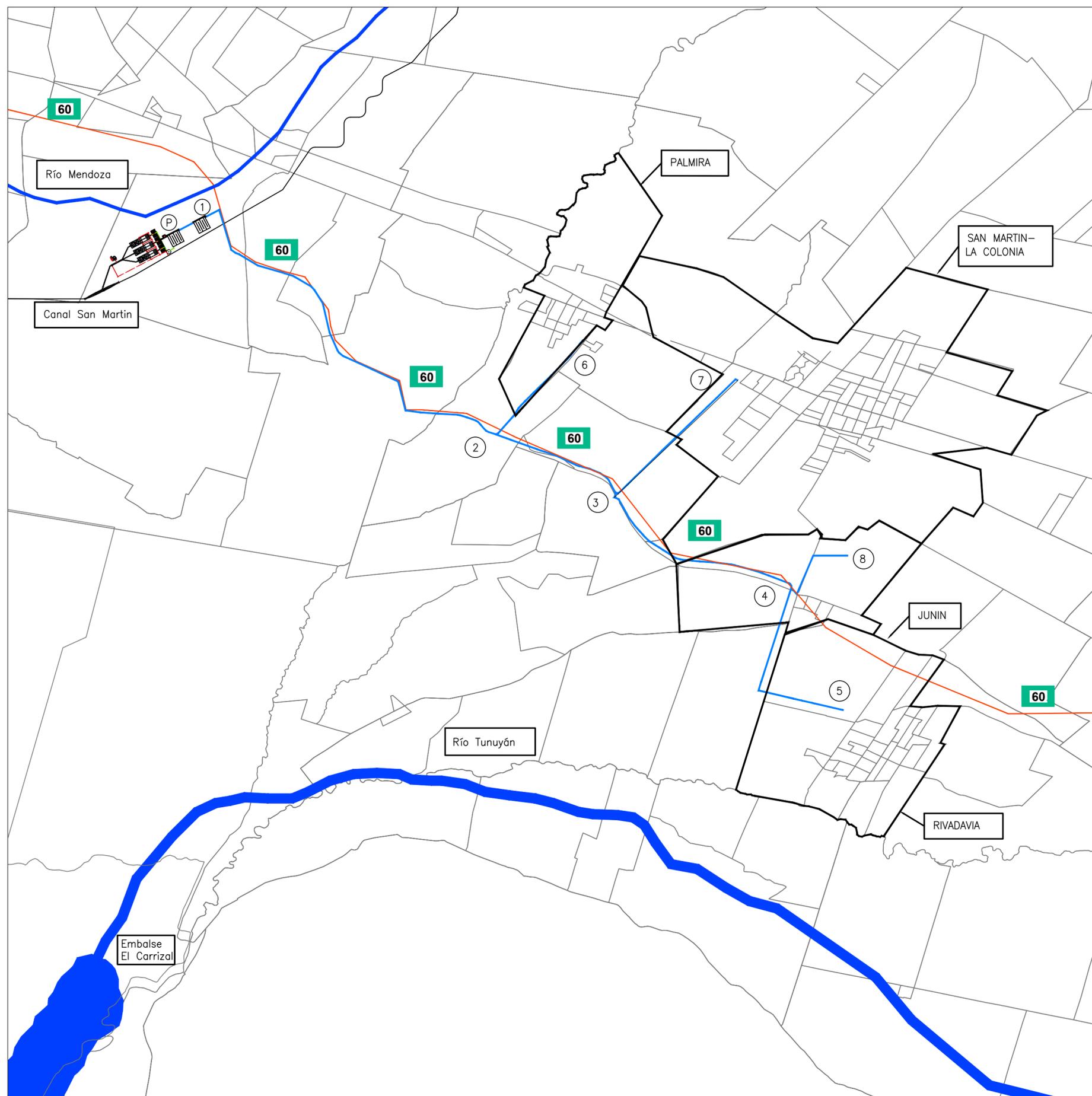
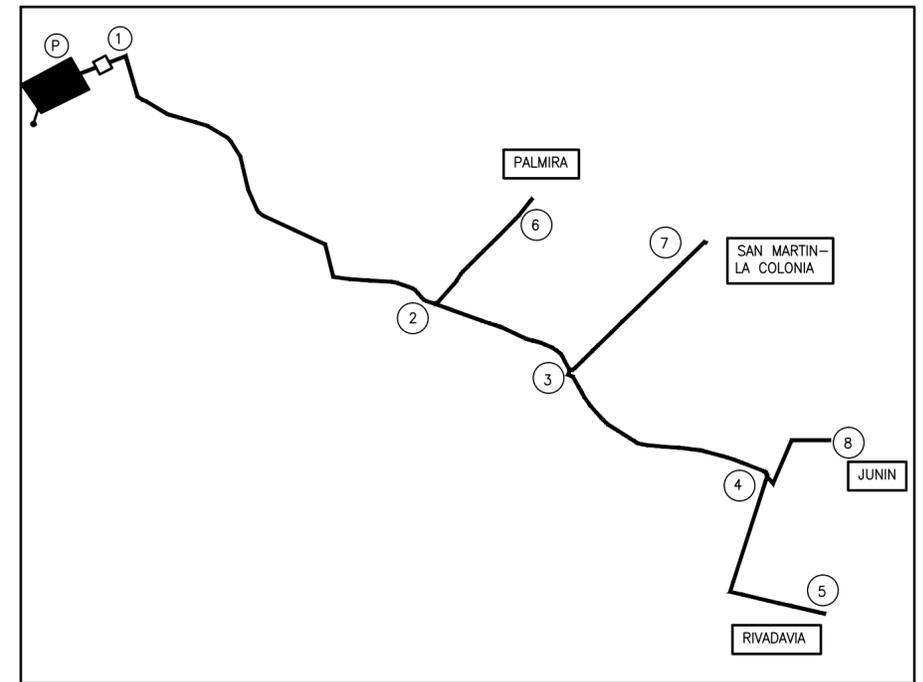


Figura N° 29 – Tramo 4-8

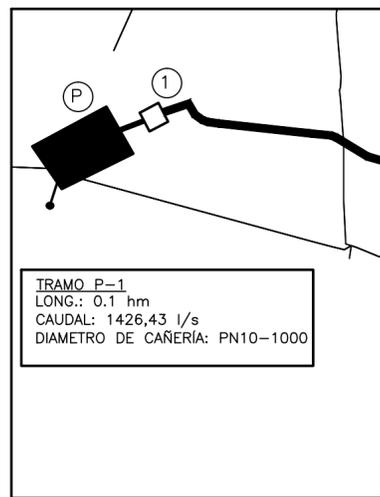


PLANIMETRIA ZONA ESTE
Esc.: 1:75000

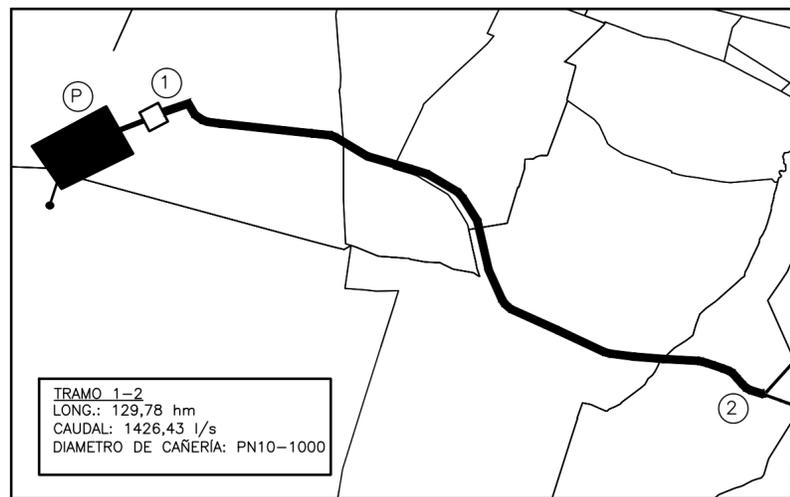


ESQUEMA RED DE ACUEDUCTOS

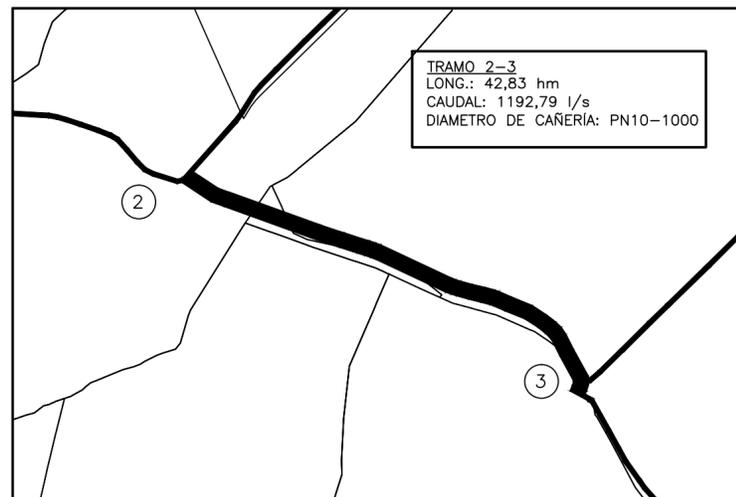
 UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	RED DE ACUEDUCTOS	
INTEGRANTES Ariel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	UBICACION:	
	DETALLES: PLANIMETRIA	
FECHA APROBACION	PLANO N°	ESCALAS
		HOJA 1 DE 3



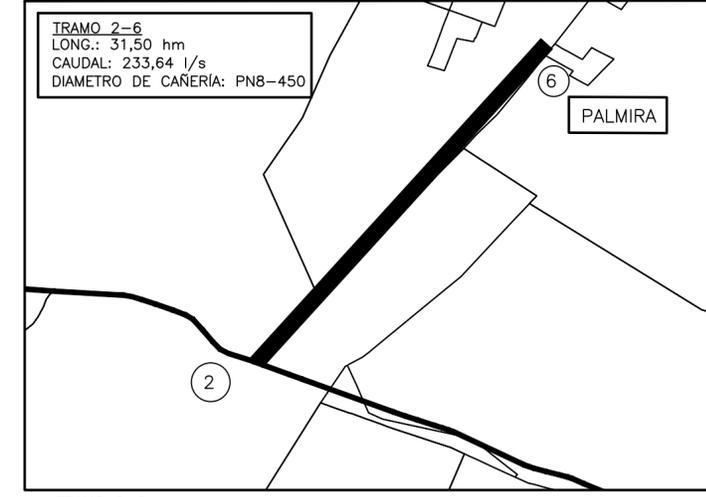
TRAMO P-1
Esc.: 1:20000



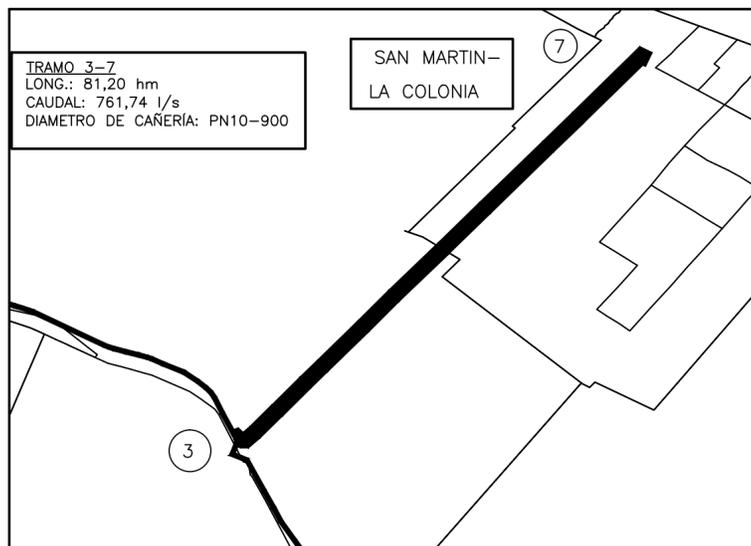
TRAMO 1-2
Esc.: 1:20000



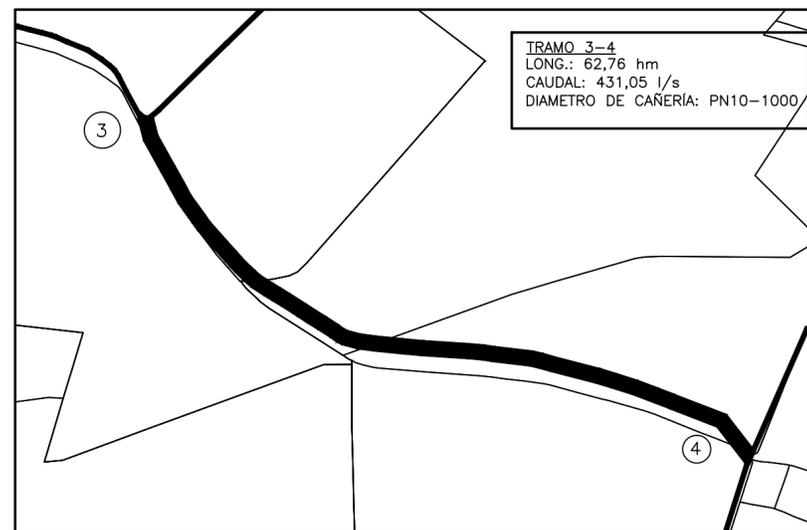
TRAMO 2-3
Esc.: 1:20000



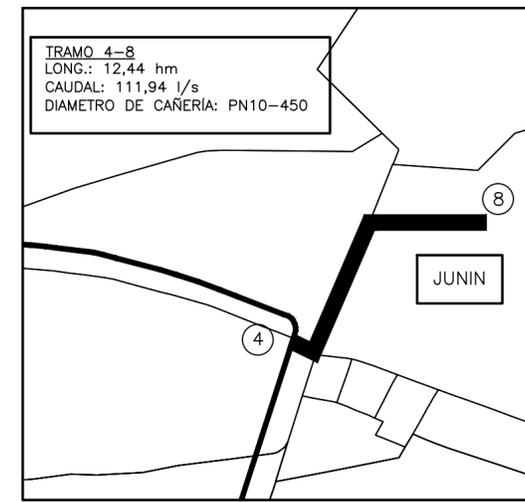
TRAMO 2-6
Esc.: 1:10000



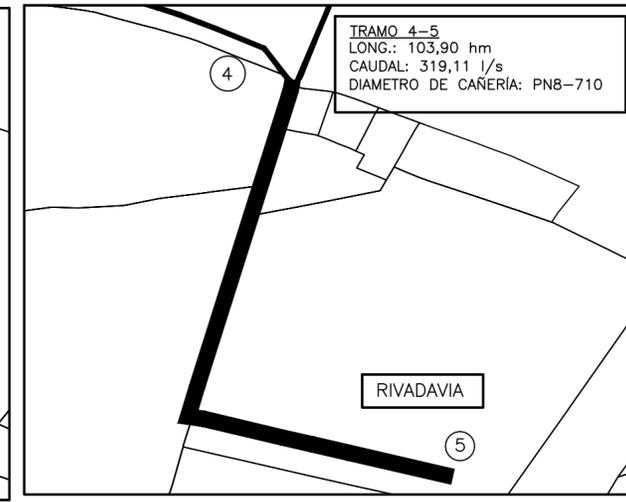
TRAMO 3-7
Esc.: 1:10000



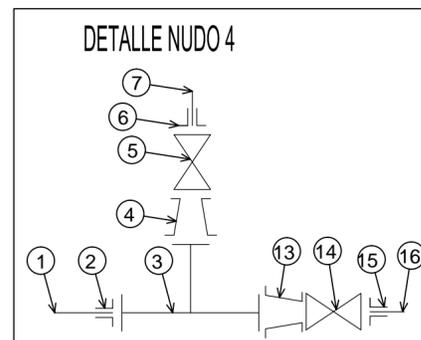
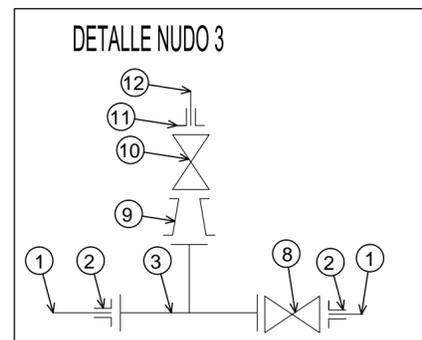
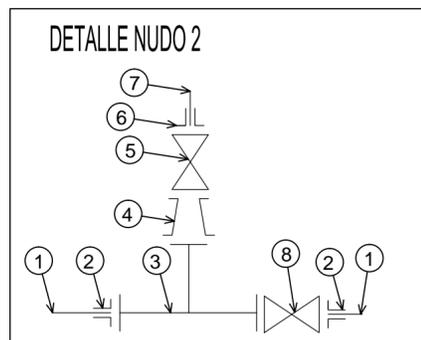
TRAMO 3-4
Esc.: 1:10000



TRAMO 4-8
Esc.: 1:10000



TRAMO 4-8
Esc.: 1:10000



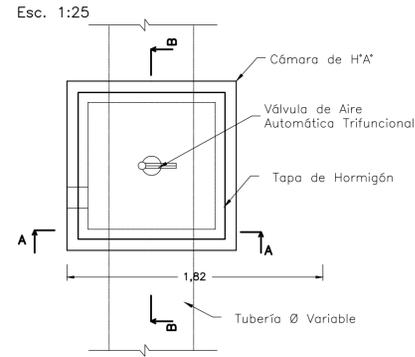
REFERENCIAS

- ① CPEAD JE PN10 DN1000
- ② ADAPTADOR A BRIDAS H°D° PEAD DN1000 H°D°DN1000
- ③ RAMAL TEE H°D° BRIDADO DN1000 dn1000
- ④ REDUCCIÓN H°D° BRIDADA DN1000 dn450
- ⑤ VM H°D° BRIDADO DN450
- ⑥ ADAPTADOR A BRIDAS H°D° PEAD DN450 H°D° DN450
- ⑦ CPEAD JE PN8 DN450
- ⑧ VM H°D° BRIDADO DN1000
- ⑨ REDUCCIÓN H°D° BRIDADA DN1000 dn900
- ⑩ VM H°D° BRIDADO DN900
- ⑪ ADAPTADOR A BRIDAS H°D° PEAD DN900 H°D° DN900
- ⑫ CPEAD JE PN10 DN900
- ⑬ REDUCCIÓN H°D° BRIDADA DN1000 dn710
- ⑭ VM H°D° BRIDADO DN710
- ⑮ ADAPTADOR A BRIDAS H°D° PEAD DN710 H°D°DN710
- ⑯ CPEAD JE PN10 DN710

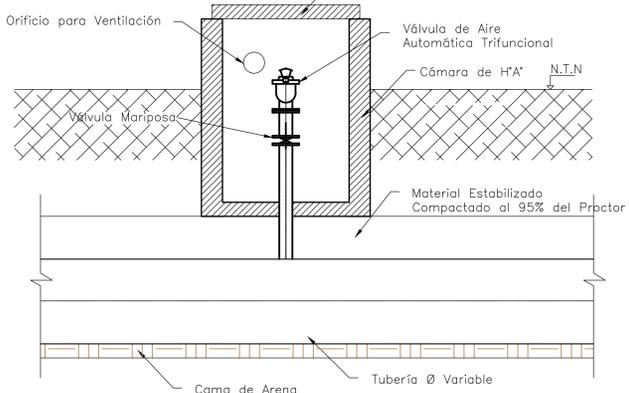
DETALLE DE NUDOS
Esc.: 1:10

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	RED DE ACUEDUCTOS	
	UBICACION:	
INTEGRANTES Ariel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	DETALLES: DETALLE DE TRAMOS DETALLE DE NUDOS	
FECHA APROBACION	PLANO N°	ESCALAS
		HOJA 2 DE 3

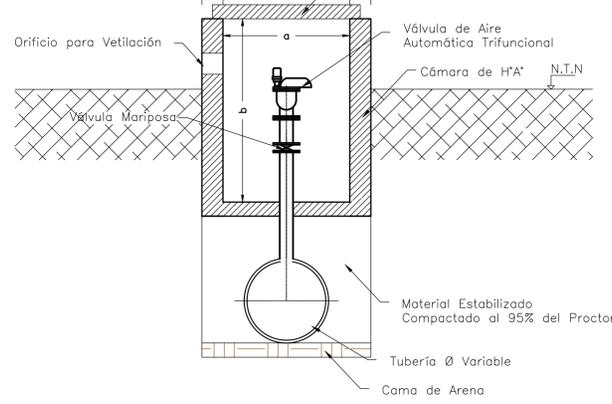
CÁMARA VÁLVULAS DE AIRE PLANTA



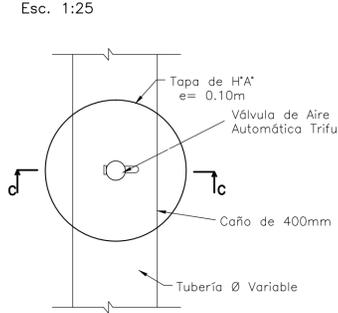
CORTE B-B



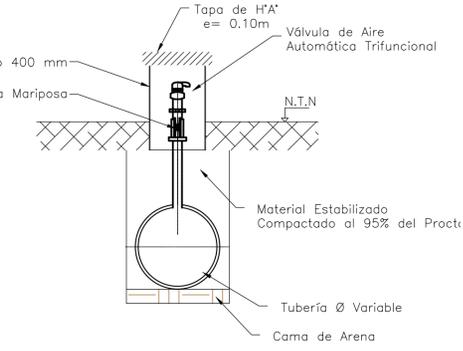
CORTE A-A



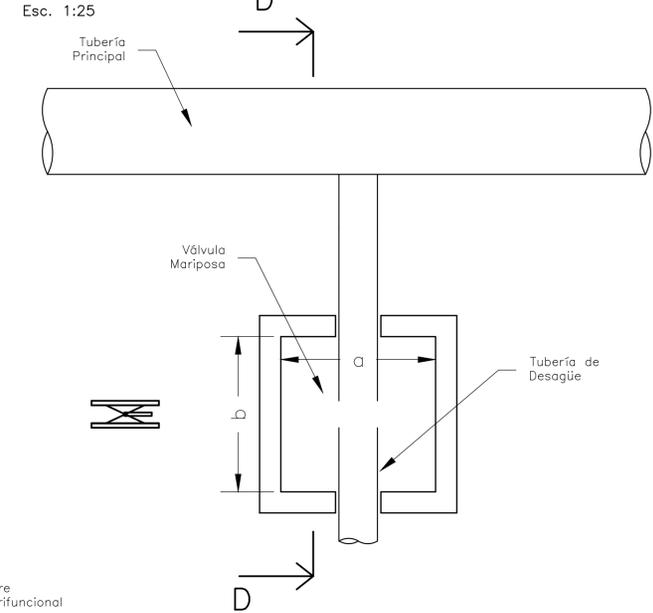
VÁLVULAS DE AIRE PLANTA



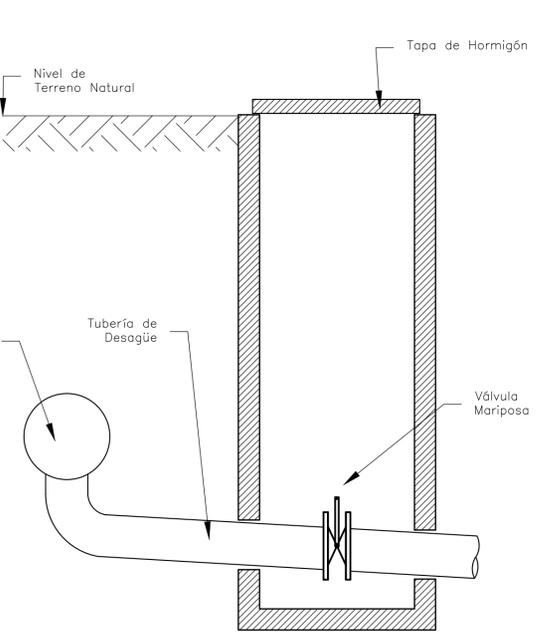
CORTE C-C



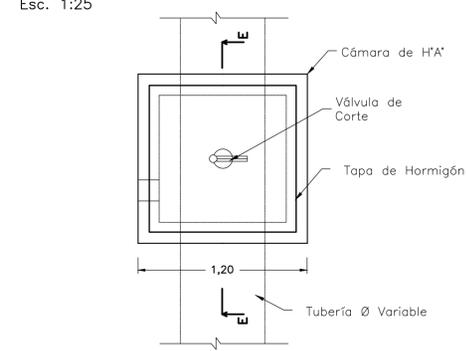
CÁMARA VÁLVULAS DE DESAGUE PLANTA



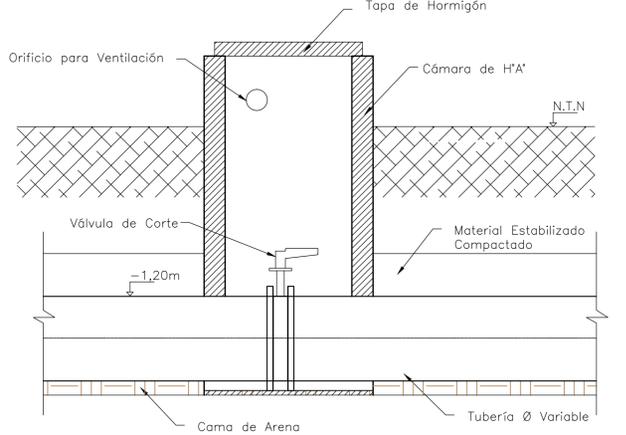
CORTE D-D



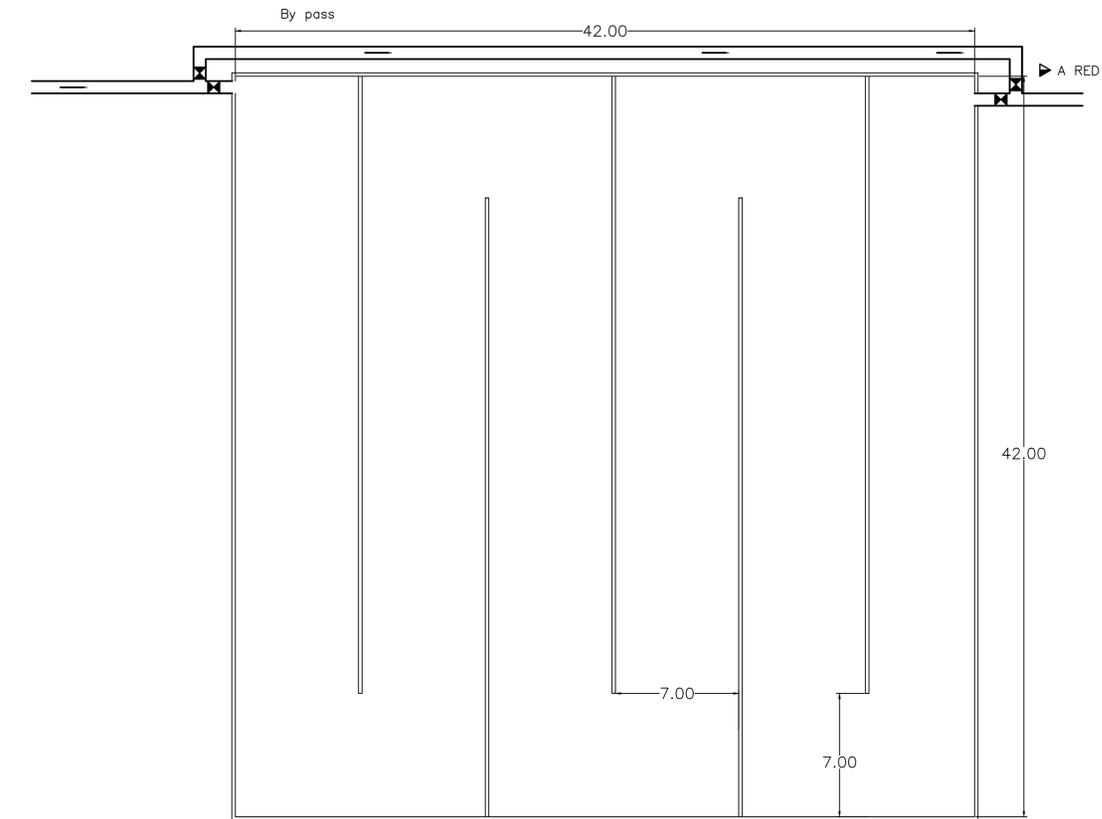
CÁMARA VÁLVULAS DE CORTE PLANTA



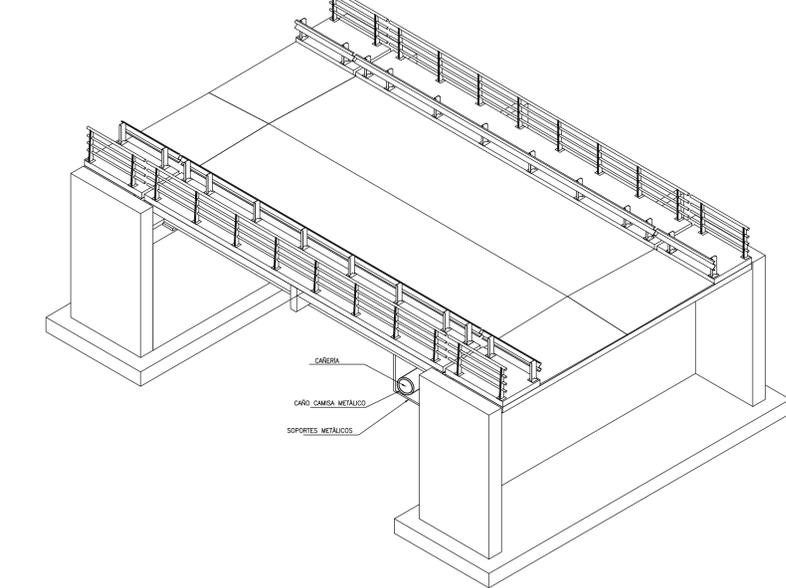
CORTE E-E



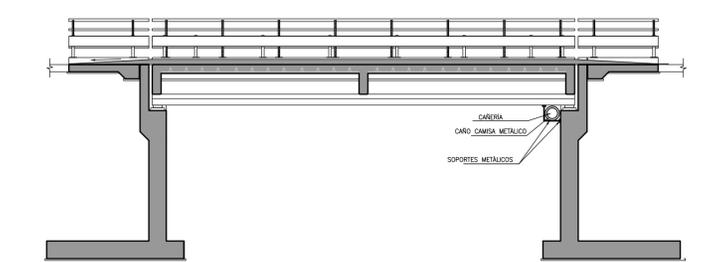
CISTERNA DE REGULACIÓN ESC:1:200



PERSPECTIVA ISOMETRICA DE PUENTE



VISTA PUENTE

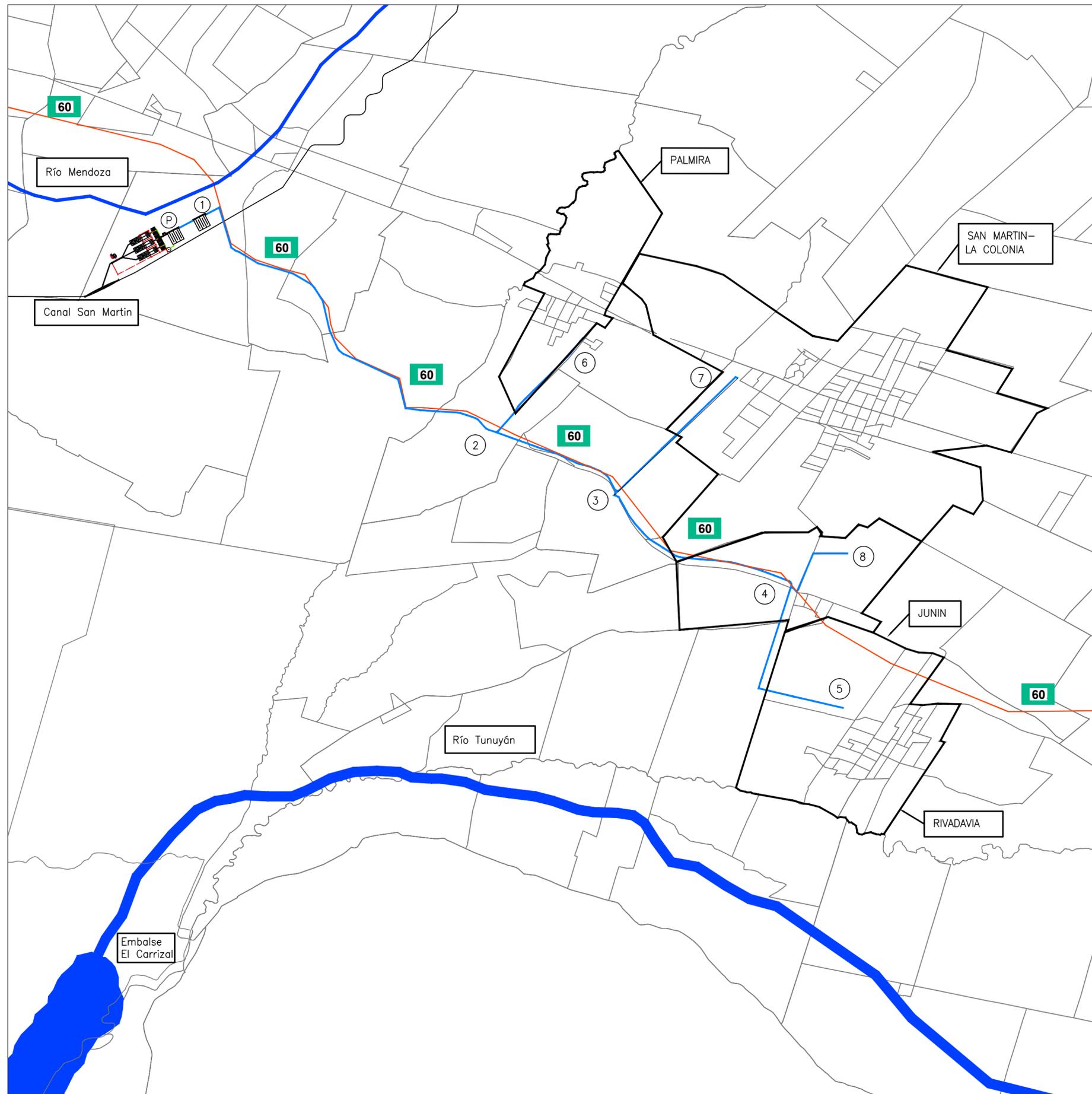


UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	RED DE ACUEDUCTOS	
INTEGRANTES Ariel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	UBICACION:	
FECHA APROBACION/PLANO Nº	ESCALAS	HOJA 3 DE 3

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	----------------	-----------------------

Anexo 5

Planimetría



PLANIMETRIA ZONA ESTE
Esc.: 1:75000

 UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA REGIONAL MENDOZA	MENDOZA	Agua
	PLANO DE PROYECTO	
"ESTUDIO DE ALTERNATIVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA 4 LOCALIDADES DE LA PROVINCIA DE MENDOZA."	PLANIMETRIA	
INTEGRANTES Ariel, Lucas Martín, María José Mauro, Gustavo Rodríguez, Emiliano	UBICACION:	
	DETALLES:	
FECHA APROBACION	PLANO N°	ESCALAS
		HOJA 1 DE 3

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	----------------	-----------------------

Anexo 6

Presupuesto general toma subterránea

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	----------------	-----------------------

Anexo 7

Presupuesto general planta potabilizadora Ballofet

En las tablas N°35, N°36, N°37, N°38, y N°39 respectivamente, pueden observarse los costos de todas las actividades asociadas a hormigones estructurales en los APU, de los cinco ítems con mayor porcentaje de incidencia en el presupuesto.

En la Tabla N°40, se resume los porcentajes de incidencia de hormigones estructurales y hormigones de los cinco análisis de precio más relevantes en el presupuesto.

Se adjunta la tabla N°41, en la que se resume el análisis para la determinación del porcentaje de incidencia en el presupuesto



F. R. M.
U. T. N.

PROYECTO FINAL

AÑO ACADÉMICO
2020

N° de ítem		2.1.2		1,00 GI		
CÁMARA DE MEDICIÓN Y CÁMARA DE CARGA						
OBRA CIVIL						
Ejecución de la cámara de carga, canal de aproximación a cámara de mezcla rápida y sistema de desagüe. Incluye excavación, hormigón de limpieza H-8, hormigón estructural H-30, armaduras, encofrados, revestimientos de impermeabilización de superficies en contacto con agua. Incluye cámaras de desagüe y desbordes, tapas metálicas, etc. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según planos de proyecto y ETP. Provisión e instalación de elementos varios. Incluye vertederos de A*Inox, rejas, barandas metálicas, manguito de empotramiento para desagüe, etc., según lo indicado en planos de proyecto. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según ETP.						
A) MATERIALES						
Material	Unidad de Medida Material	Cuantía	COSTO \$/Unid. mat	Subtotales \$/Unid. Item	Subtotales hormigones \$/Unid. Item	
1	2	3	4	5= 3*4		
HORMIGÓN H-30	m³	62,77	39,59	2.485,15	2.485,15	
ARMADURA	KG	3.760,01	0,64	2.388,46	2.388,46	
MOLDE METALICO 1.20 X 2.40	Un	34,62	57,02	1.973,66	1.973,66	
LARGUEROS	pulg² m	4.946,07	0,07	358,86	358,86	
PUNTALES DE MADERA	pulg² m	672,08	0,07	48,76	48,76	
ALAMBRE DEL 14 Y CLAVOS 4" PUNTA PARIS	kg	30,00	1,26	37,76	37,76	
ADITIVO HORMIGON - SUPERFLUIDIFICANTE	KG	86,97	0,52	45,60	45,60	
DESENCOFRANTE	KG	12,37	1,34	16,51	16,51	
IMPERMEABILIZANTE	KG	486,46	0,63	304,75	304,75	
BARANDAS METÁLICAS TIPO.	m	37,00	28,46	1.053,19	1.053,19	
MARCO Y TAPAS DE ACCESO METÁLICAS 1 M X 1 M	Un	2,00	70,32	140,64	140,64	
MARCO Y TAPAS DE ACCESO METÁLICAS 1.2 M X 1,2	Un	1,00	101,26	101,26	101,26	
VERTEDERO RECTANGULAR ACERO INOXIDABLE AISI 304. L = 1,50 M B = 0,5 M.	un	3,00	498,36	1.495,08	1.495,08	
VÁLV. ESCL. ,CUERPO LARGO, PN 10, DN 250 MM	Un	1,00	249,44	249,44	249,44	
BULÓN 5/8, TUERCA Y DOS ARANDELAS	Un	20,00	0,70	14,08	14,08	
REJA MANUAL DE DESBASTE - B = 1,7 M - H = 1 M - PASO = 25 MM - INCLINACIÓN 30° - INCLUYE RASTRILLO DE LIMPIEZA MANUAL	UN	2,00	1.939,51	3.879,02	3.879,02	
CAÑO PEAD 1000MM PE100	m	15,00	240,30	3.604,43	3.604,43	
CODO 90° PEAD DN 1000 MM	Un	1,00	508,86	508,86	508,86	
CAÑO PVC CLOACAL DN 250 MM	m	5,99	9,42	56,36	56,36	
MANGUITO DE EMPOTRAMIENTO DN 250MM	Un	4,00	29,75	119,01	119,01	
MANGUITO DE EMPOTRAMIENTO DN 630MM	Un	1,00	442,93	442,93	442,93	
COSTO TOTAL DE MATERIALES POR UNIDAD DE ÍTEM:.....				19.323,82		
B) MANO DE OBRA						
Categoría	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectación diaria hrs/día	Costo Total Día \$/día	Rendimiento o Unid. Item/día	Subtotales \$/Unid. Item
1	2	3	4	5= 2*3*4	6	7= 5/6
OFICIAL ESPECIALIZADO	-	865,73	8,00	-	0,005	-
OFICIAL	2,00	737,68	8,00	39,94	0,005	7.988,42
MEDIO OFICIAL	-	680,16	8,00	-	-0	-
AYUDANTE	4,00	624,40	8,00	67,62	0,005	13.523,39
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA POR UNIDAD DE ÍTEM:.....				(B)		21.511,81
C) EQUIPOS						
DESIGNACION	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectación diaria hrs/día	Rendimiento o Unid. Item/día	Subtotales \$/Unid. Item	
1	2	3	4	5	6= 2*3*4/5	
RETROEXCAVADORA JONH DEERE 310	1,00	3.670,70	8,00	0,005	19.875,19	
CAMION IVECO TRAKKER 380T38	1,00	7.353,59	8,00	0,005	39.816,41	
COSTO TOTAL DE EQUIPOS POR UNIDAD DE ÍTEM:.....				(C)	59.691,59	
D) COSTO - COSTO PRESENTE ÍTEM: (A) + (B) + (C).....				\$/U	100.527,23	
E) COEFICIENTE DE PASO.....					1,60	
F) PRECIO IMPUESTOS INCLUIDOS.....				\$/U	160.642,51	

Volumen de hormigón
734.361,00

Suma hormigones
2.173.334,94

% Incidencia volumen de hormigón
13 %

% Incidencia Hormigones estructurales
38 %

Tabla N°35: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem 1 de 5)

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------

N° de ítem	4.1.3	465,54 m³				
SEDIMENTACIÓN						
OBRA CIVIL						
Hormigón Armado H-30 para ejecución de sedimentadores. Incluye zonas de ingreso de agua floculada, zona de sedimentación, zona de salida de agua sedimentada, zona de almacenamiento de barros, canales de recolección de conducción de barros y pasarelas, según planos de proyecto. Incluye armaduras y encofrados. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según ETP.						
A) MATERIALES						
Material	Unidad de Medida Material	Cuántia	COSTO \$/Unid. mat	Subtotales \$/Unid. Item	Subtotales hormigones \$/Unid. Item	
1	2	3	4	5= 3*4		
HORMIGON H-30	m ³	1,00	39,59	39,59	39,59	
ARMADURA	KG	62,80	0,64	39,89	39,89	
MOLDE METALICO 1.20 X 2.40	Un	0,25	57,02	14,25	14,25	
LARGUEROS	pulg ² m	51,39	0,07	3,73	3,73	
PUNTALES DE MADERA	pulg ² m	9,69	0,07	0,70	0,70	
ALAMBRE DEL 14 Y CLAVOS 4" PUNTA PARIS	kG	0,50	1,26	0,63	0,63	
ADITIVO HORMIGON - SUPERFLUIDIFICANTE	KG	1,45	0,52	0,76	0,76	
DESENCOFRANTE	KG	0,13	1,34	0,17	0,17	
COSTO TOTAL DE MATERIALES POR UNIDAD DE ITI (A)				99,73		
B) MANO DE OBRA						
Categoría	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectacio in diaria hrs/dia	Costo Total Diaarioi \$/dia	Rendimient o Unid. Item/dia	Subtotales \$/Unid. Item
1	2	3	4	5= 2*3*4	6	7= 5/6
OFICIAL ESPECIALIZADO		865,73	8,00	-	2,40	-
OFICIAL	3,00	737,68	8,00	59,91	2,40	24,96
MEDIO OFICIAL		680,16	8,00	-	-	-
AYUDANTE	6,00	624,40	8,00	101,43	2,40	42,26
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA POR UNIDAD DE ITI (B)				67,22		
C) EQUIPOS						
DESIGNACION	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectacioin diaria hrs/dia	Rendimient o Unid. Item/dia	Subtotales \$/Unid. Item	
1	2	3	4	5	6= 2*3*4/5	
RETROEXCAVADORA JONH DEERE 310	1,00	3.670,70	1,00	2,40	5,18	
COSTO TOTAL DE EQUIPOS POR UNIDAD DE ITEM: (C)				5,18		
D) COSTO - COSTO PRESENTE ITEM: (A) + (B) + (C)..... \$/U					172,13	
E) COEFICIENTE DE PASO.....					1,60	
F) PRECIO IMPUESTOS INCLUIDOS..... \$/U					275,06	

Volumen de hormigón	11.698,35
Suma hormigones	29.469,96
% Incidencia volumen de hormigón	40 %
% Incidencia Hormigones estructurales	100 %

Tabla N°36: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem 2 de 5)

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------

N° de ítem 10,3 1.655,22 m³
RESERVA DE AGUA POTABLE Y CÁMARAS DE SALIDA

Ejecución de hormigón armado estructural H-30. Incluye materiales, mano de obra y equipos según especificaciones técnicas y planos de proyecto. Incluye la cámara de desagüe.

A) MATERIALES

Material	Unidad de Medida Material	Cuantidad	COSTO \$/Unid. mat	Subtotales \$/Unid. Item	Subtotales hormigones \$/Unid. Item
1	2	3	4	5= 3*4	
HORMIGON H-30	m ³	1,00	39,59	39,59	39,59
ARMADURA	KG	62,80	0,64	39,89	39,89
MOLDE METALICO 1.20 X 2.40	Un	0,12	57,02	6,84	6,84
LARGUEROS	pulg ² m	17,28	0,07	1,25	1,25
PUNTALES DE MADERA	pulg ² m	15,03	0,07	1,09	1,09
ALAMBRE DEL 14 Y CLAVOS 4" PUNTA PARIS	kg	0,50	1,26	0,63	0,63
ADITIVO HORMIGON - SUPERFLUIDIFICANTE	KG	1,45	0,52	0,76	0,76
DESENCOFRANTE	KG	0,04	1,34	0,06	0,06
COSTO TOTAL DE MATERIALES POR UNIDAD DE ITI (A)				90,12	

Subtotales hormigones \$/Unid. Item

Volumen de hormigón	11.698,35
---------------------	-----------

Suma hormigones	26.629,01
-----------------	-----------

B) MANO DE OBRA

Categoría	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectación diaria hrs/día	Costo Total Diario \$/día	Rendimiento o Unid. Item/día	Subtotales \$/Unid. Item
1	2	3	4	5= 2*3*4	6	7= 5/6
OFICIAL ESPECIALIZADO		865,73	8,00	-	2,65	-
OFICIAL	3,00	737,68	8,00	59,91	2,65	22,61
MEDIO OFICIAL		680,16	8,00	-	-	-
AYUDANTE	6,00	624,40	8,00	101,43	2,65	38,27
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA POR UNIDAD DE ITI (B)				60,88		

C) EQUIPOS

DESIGNACION	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectación diaria hrs/día	Rendimiento o Unid. Item/día	Subtotales \$/Unid. Item
1	2	3	4	5	6= 2*3*4/5
GRUA	1,00	5.677,86	0,50	2,65	3,63
COSTO TOTAL DE EQUIPOS POR UNIDAD DE ITEM: (C)				3,63	

% Incidencia volumen de hormigón	100 %
----------------------------------	-------

D) COSTO - COSTO PRESENTE ITEM: (A) + (B) + (C)..... \$/U 154,62

E) COEFICIENTE DE PASO..... 1,60

F) PRECIO IMPUESTOS INCLUIDOS..... \$/U 247,09

% Incidencia Hormigones estructurales	100 %
---------------------------------------	-------

Tabla N°37: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem 3 de 5)

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------

N° de ítem 10,4 2.608,21 m2
RESERVA DE AGUA POTABLE Y CÁMARAS DE SALIDA

Provisión y ejecución de cubierta con losas de H²A prefabricadas. Incluye materiales, mano de obra y equipos según especificaciones técnicas y planos de proyecto.

A) MATERIALES

Material	Unidad de Medida Material	Cuántia	COSTO \$/Unid. mat	Subtotales \$/Unid. Item
1	2	3	4	5= 3*4
LOSA HUECA PRETENSADA SERIE 200-1 ANCHO 120 C	M2	1,00	27,75	27,75
HORMIGON H-30	m ³	0,10	39,59	3,96
ARMADURA	KG	3,26	0,64	2,07
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
COSTO TOTAL DE MATERIALES POR UNIDAD DE ÍTEM:.....				33,78

Subtotales hormigones \$/Unid. Item	27,75
	3,96
	2,07

Volumen de hormigón	1.169,84
---------------------	----------

Suma hormigones	9.980,87
-----------------	----------

B) MANO DE OBRA

Categoría	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectación diaria hrs/día	Costo Total Diario \$/día	Rendimiento o Unid. Item/día	Subtotales \$/Unid. Item
1	2	3	4	5= 2*3*4	6	7= 5/6
OFICIAL ESPECIALIZADO		865,73	8,00	-	80,00	-
OFICIAL	2,00	737,68	8,00	39,94	80,00	0,50
MEDIO OFICIAL		680,16	8,00	-	-	-
AYUDANTE	4,00	624,40	8,00	67,62	80,00	0,85
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA POR UNIDAD DE ÍTEM: (B)						1,34

C) EQUIPOS

DESIGNACION	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectación diaria hrs/día	Rendimiento o Unid. Item/día	Subtotales \$/Unid. Item
1	2	3	4	5	6= 2*3*4/5
GRUA	1,00	5.677,86	8,00	80,00	1,92
COSTO TOTAL DE EQUIPOS POR UNIDAD DE ÍTEM: (C)					1,92

% Incidencia volumen de hormigón	12 %
----------------------------------	------

D) COSTO - COSTO PRESENTE ÍTEM: (A) + (B) + (C).....	\$/U	37,04
E) COEFICIENTE DE PASO.....		1,60
F) PRECIO IMPUESTOS INCLUIDOS.....	\$/U	59,19

% Incidencia Hormigones estructurales	100 %
---------------------------------------	-------

Tabla N°38: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem 4 de 5)

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2020
--	-----------------------	-------------------------------

N° de ítem 15.2.1 **375,00 m**
CAPTACIÓN Y TRANSPORTE DE AGUA CRUDA
CANAL DE HORMIGÓN ARMADO
Ejecución de canal rectangular revestido de conducción de agua cruda. Incluye excavación, rellenos, compactación, estabilizado, hormigón de limpieza y estructural, armaduras, encofrados, revestimientos de impermeabilización, etc. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos según planos de proyecto y ETP.

A) MATERIALES

Material	Unidad de Medida Material	Cuántia	COSTO \$/Unid. mat	Subtotales \$/Unid. Item
1	2	3	4	5= 3*4
HORMIGON H-30	m ³	1,56	39,59	61,56
ARMADURA	KG	92,32	0,64	58,64
MOLDE METALICO 1.20 X 2.40	Un	0,75	57,02	42,76
LARGUEROS	pulg ² m	52,92	0,07	3,84
PUNTALES DE MADERA	pulg ² m	5,40	0,07	0,39
ALAMBRE DEL 14 Y CLAVOS 4" PUNTA PARIS	KG	2,00	1,26	2,52
ADITIVO HORMIGON - SUPERFLUIDIFICANTE	KG	2,14	0,52	1,12
DESENCOFRANTE	KG	0,26	1,34	0,35
IMPERMEABILIZANTE	KG	2,68	0,63	1,68
BASE ESTABILIZADA	m ³	0,43	2,71	1,15
-	-	-	-	-
COSTO TOTAL DE MATERIALES POR UNIDAD DE ITEM:.....				174,02

Subtotales hormigones \$/Unid. Item
61,56
58,64
42,76
3,84
0,39
2,52
1,12
0,35
1,68
1,15
-
174,02

Suma hormigon
18.190,93

Suma hormigones
51.081,52

B) MANO DE OBRA

Categoría	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectacio in diaria hrs/dia	Costo Total Diaarioi \$/dia	Rendimient o Unid. Item/dia	Subtotales \$/Unid. Item
1	2	3	4	5= 2*3*4	6	7= 5/6
OFICIAL ESPECIALIZADO		865,73	8,00	-	4,00	-
OFICIAL	2,00	737,68	8,00	39,94	4,00	9,99
MEDIO OFICIAL		680,16	8,00	-	-	-
AYUDANTE	4,00	624,40	8,00	67,62	4,00	16,90
COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA POR UNIDAD DI					(B)	26,89

C) EQUIPOS

DESIGNACION	Cantidad	Costo Horario \$/hr	Afectacio in diaria hrs/dia	Rendimient o Unid. Item/dia	Subtotales \$/Unid. Item	
1	2	3	4	5	6= 2*3*4/5	
RETROEXCAVADORA JONH DEERE 310	0,25	3.670,70	8,00	4,00	6,21	
CAMION IVECO TECTOR 260E25	0,28	5.677,86	8,00	4,00	10,76	
COSTO TOTAL DE EQUIPOS POR UNIDAD DE ITEM:					(C)	16,97

% Incidencia volumen de hormigón
35 %

D) COSTO - COSTO PRESENTE ITEM: (A) + (B) + (C).....	\$/U	217,88
E) COEFICIENTE DE PASO.....		1,60
F) PRECIO IMPUESTOS INCLUIDOS.....	\$/U	348,17

% Incidencia Hormigones estructurales
99 %

Tabla N°39: Determinación de porcentajes de incidencia en análisis de precio unitario (ítem 5 de 5)

PLANILLA DE COTIZACIÓN

ITEM N°	UNID AD	CANT.	PRECIO (\$)		% INCID.
			UNITARIO	PARCIAL	
1 TRABAJOS PRELIMINARES					
2 CÁMARA DE MEDICIÓN Y CÁMARA DE CARGA					
2.1					
2.1.2	GI	1,00	160.642,51 USD	160.642,51 USD	1,76 %
2.2 OBRA MECÁNICA					
4 SEDIMENTACIÓN					
4.1					
4.1.3	m3	465,54	275,06 USD	128.052,72 USD	1,41 %
4.2 OBRA MECÁNICA					
10					
10.4	m3	1.655,22	247,09 USD	408.984,07 USD	4,49 %
10.4	m2	2.698,21	59,19 USD	154.388,66 USD	1,69 %
11 SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, MONITOREO Y CONTROL					
15 TUBOS Y CANALES					
15.2 CANAL DE FORMIGÓN ARMADO					
15.2.1	m	375,00	348,17 USD	130.652,77 USD	1,43 %
TOTAL				9.111.013,288 USD	100,00 %

% incidencia items hormigones estructurales en el AP	% incidencia items hormigones estructurales en el AP- precio parcial	% incidencia items hormigones en el AP	% incidencia items hormigones en el AP- precio parcial
38 %	\$ 61.141,58	13 %	\$ 20.659,49
100 %	\$ 128.052,72	40 %	\$ 50.831,61
100 %	\$ 408.984,07	100 %	\$ 408.984,07
100 %	\$ 154.388,66	12 %	\$ 18.095,54
99 %	\$ 128.698,99	35 %	\$ 46.187,86
Suma 5 precios hormigones estructurales	981.766,94 USD	Suma 9 precios parciales de hormigones	981.766,94 USD
	77 %		51 %

Tabla N°40: porcentaje de incidencia de hormigones estructurales y hormigones en el total del presupuesto

	<p>PROYECTO N° 1232 - PEAS 00 "ESTABLECIMIENTO POTABILIZADOR BALLOFFET" SAN RAFAEL - PROVINCIA DE MENDOZA</p>	 <p>CEOSA Proyección e instrumentación</p>	 <p>tolocón s.a. Proyección e instrumentación</p>	 <p>OBRAS PÚBLICAS</p>	
PLANILLA DE COTIZACIÓN					
m ² : metro cuadrado; m: metro lineal; UN: unidad; GL: Global					
ÍTEM N°	UNID AD	CANT.	PRECIO (\$)		% INCI.
			UNITARIO	PARCIAL	
2 CÁMARA DE MEDICIÓN Y CÁMARA DE CARGA					
2.1 OBRA CIVIL					
2.1.1	GL	1,00	49.737 USD	49.737 USD	0,55%
Ejecución de cámara de medición para instalación de caudalímetro. Incluye excavación, hormigón de estructura, armadura de acero, barras de acero, materiales, mano de obra y equipos, según ETP.					
2.1.2	GL	1,00	160.643 USD	160.643 USD	1,76%
Ejecución de la cámara de carga, canal de aproximación a cámara de mezcla rápida y sistema de desagüe. Incluye excavación, hormigón de limpieza H-8, hormigón estructural H-30, armaduras, barras de acero, barras de acero, materiales, mano de obra y equipos, según ETP. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según planos de proyecto y ETP. Provisión de elementos varios. Incluye vertederos de A'inox, rejillas, barandales metálicos, margueto de empotramiento para desagüe, etc., según lo indicado en planos de proyecto. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según ETP.					
2.2 OBRA MECÁNICA					
3 COAGULACIÓN - FLOCULACIÓN					
3.1 OBRA CIVIL					
3.1.2	m3	39,61	86 USD	3.401 USD	0,04%
Hormigón de limpieza H-8 para base de cámara de mezcla rápida, canal de distribución y cámaras de floculación, según planos de proyecto. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según ETP.					
3.1.3	m3	373,10	267 USD	99.676 USD	1,09%
Hormigón Armado H-30 para ejecución de cámara de mezcla rápida, canal de distribución e ingreso a cámaras de secado, según planos de proyecto. Incluye armaduras y encofrados. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según planos y ETP.					
3.1.6	GL	1,00	29.478 USD	29.478 USD	0,32%
Ejecución de sistema de alimentación/interconexión de agua floculada de nueva planta con "planta existente". Incluye excavación, compactación, sellones, cámaras de hormigón Armado H-30, HTL, H-8, limpieza, materiales, mano de obra y equipos, según planos de proyecto y ETP. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según planos de proyecto y ETP.					
4 SEDIMENTACIÓN					
4.1 OBRA CIVIL					
4.1.2	m3	54,23	86 USD	4.666 USD	0,05%
Hormigón H-8 de limpieza para base de sedimentadores y rellenos para ejecución de pendientes interiores en tobas y galerías, según planos de proyecto. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según ETP.					
4.1.3	m3	465,54	275 USD	128.053 USD	1,41%
Hormigón Armado H-30 para ejecución de sedimentadores. Incluye zonas de ingreso de agua floculada, zona de sedimentación, zona de salida de agua sedimentada, zona de almacenamiento de barros, zonas de limpieza y mantenimiento, zonas de acceso, zonas de mantenimiento, zonas de limpieza, armaduras y encofrados. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según ETP.					

	38%	\$ 61.141,98	13%	\$ 20.659,49
% incidencia ítems homólogos en el AP				
estructurales en el AP				
precio parcial				
100%	40%	\$ 128.052,72	40%	\$ 50.831,61

Tabla N°40: ítems de hormigones estructurales en el presupuesto de la "planta potabilizadora Balloffet" (Parte 1 de 4)



F. R. M.
U. T. N.

PROYECTO FINAL

AÑO ACADÉMICO
2020

ÍTEM N°	UNID AD	CANT.	UNITARIO	PRECIO (\$)		% INCID.
				PARCIAL		
5 FILTRACIÓN						
5.1 OBRA CIVIL						
5.1.3	m3	403,57	271 USD	109.632 USD		1,20%
6 SISTEMA DE LAVADO DE FILTROS (AGUA Y AIRE) Y BOMBEO DE AGUA DE PROCESO						
6.1 OBRA CIVIL						
6.1.1	G	1,00	42.895 USD	42.895 USD		0,47%
6.1.2	m2	68,88	485 USD	33.417 USD		0,37%
7 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS (CASA QUÍMICA Y SALA DE CLORACIÓN)						
7.1 OBRA CIVIL						
7.1.1	m2	205,00	495 USD	101.597 USD		1,11%
8 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE BARROS						
8.1 OBRA CIVIL						
8.1.2	m3	7,37	86 USD	633 USD		0,01%
8.1.3	m3	61,42	259 USD	15.835 USD		0,17%
9 CIRCUITOS DE CONDUCCIÓN						
9.1 CIRCUITO DE AGUA FILTRADA Y CLORADA						
9.1.3	G	1,00	3.690 USD	3.690 USD		0,04%
9.2 CIRCUITO DE DESAGUE GENERAL DE LA PLANTA						
9.2.4	Un	15,00	1.265 USD	18.977 USD		0,20%
9.4 CIRCUITO DE AGUA DE SALIDA Y EMPALMES A ACUEDUCTOS EXISTENTES						
9.4.1	m	37,00	2.930 USD	107.697 USD		1,18%
9.4.4	Un	2,00	855 USD	1.710 USD		0,02%

% incidencia ítems hormigones en el presupuesto de la AP

% incidencia ítems hormigones en el presupuesto de la AP

% incidencia ítems hormigones en el presupuesto de la AP

Tabla N°40: ítems de hormigones estructurales en el presupuesto de la “planta potabilizadora Balloffet” (Parte 2 de 4)



F. R. M.
U. T. N.

PROYECTO FINAL

AÑO ACADÉMICO
2020

ÍTEM N°	UNID AD	CANT.	PRECIO (\$)		% INCI.
			UNITARIO	PARCIAL	
10 RESERVA DE AGUA POTABLE Y CÁMARAS DE SALIDA					
10.2 Ejecución de hormigón de limpieza HD. Incluye materiales, mano de obra y equipos según especificaciones técnicas y planos de proyecto. Se incluye la cámara de desagüe.	m3	130,41	66 USD	8.618 USD	0,09 %
10.3 Ejecución de hormigón de estructura para el sistema de distribución de agua potable según especificaciones técnicas y planos de proyecto. Incluye la cámara de desagüe.	m3	1.655,22	247 USD	408.984 USD	4,49 %
10.4 Provisión y ejecución de cubierta con leas de HFA, prehidratada. Incluye materiales, mano de obra y equipos según especificaciones técnicas y planos de proyecto.	m2	2.608,21	59 USD	154.389 USD	1,69 %
11 SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN, MONITOREO Y CONTROL					
11.2 Provisión e instalación de sistema de automatización de procesos. Incluye provisión e instalación de controladores electrónicos y de control, según ETP.	Gl	1,00	46.760 USD	46.760 USD	0,51 %
12 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TABLEROS DE COMANDO Y POTENCIA					
12.1 Provisión e instalación de sistema de energía eléctrica. Incluye tendido eléctrico, mano de obra, materiales y equipamiento según ETP.	Un	17,00	798 USD	13.569 USD	0,15 %
13 OBRAS COMPLEMENTARIAS					
13.5 Construcción edificio Sala de Control, transmisión de Datos y Laboratorio. Incluye aberturas, revestimientos, asilaciones e instalaciones, según planos de proyecto. Se incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según ETP.	m2	145,00	490 USD	71.090 USD	0,78 %
13.7 Construcción edificio Celda de Medida Tensión. Incluye aberturas, revestimientos, asilaciones e instalaciones, según planos de proyecto. Se incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos, según ETP.	m2	83,00	519 USD	43.110 USD	0,47 %
15 CAPTACIÓN Y TRANSPORTE DE AGUA CRUDA					
15.1 TOMAS Y CÁMARAS					
15.1.2 Construcción de suel de gravales. Incluye colocación de geotextil, armado de estructura, relleno de gravales y hormigón de revestimiento. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos según planos de proyecto y ETP.	Gl	1,00	5.596 USD	5.596 USD	0,06 %
15.1.3 Desarenador hidráulico. Incluye limpieza y nivelación de terreno, excavaciones, rellenos, compactación, hormigón de limpieza y estructura, armaduras, encofrados, revestimiento de impermeabilización, mano de obra y equipos según planos de proyecto y ETP.	Gl	1,00	53.409 USD	53.409 USD	0,59 %
15.1.4 Ejecución de cimiento de desagüe de desarenador con ancho PELO DE 100 SDR 17 DN 350 mm. Incluye excavación, bomba para depresión de napas, rellenos, compactación, acarreo y colocación, pruebas hidráulicas, entibados, anclajes, accesorios de unión, válvulas, piezas especiales, bocas de registro, etc. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos según planos de proyecto y ETP.	m	420,00	68 USD	28.567 USD	0,31 %
15.1.5 Ejecución de cámara de transición de canal HA a entubado. Incluye excavación, rellenos, compactación, hormigón de limpieza y estructural, armaduras, encofrados, revestimientos de impermeabilización, elementos metálicos, riego, tapas, etc. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos según planos de proyecto y ETP.	Un	1,00	6.915 USD	6.915 USD	0,08 %
15.1.6 Ejecución de cámara de acceso con tapada mayor a 2 m. Incluye excavación, rellenos, compactación, hormigón de limpieza y estructural, armaduras, encofrados, revestimiento de impermeabilización, elementos metálicos, tapas, etc. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos según planos de proyecto y ETP.	Un	3,00	3.363 USD	10.090 USD	0,11 %
15.1.7 Ejecución de cámara de acceso con tapada mayor a 2 m. Incluye excavación, rellenos, compactación, hormigón de limpieza y estructural, armaduras, encofrados, revestimiento de impermeabilización, elementos metálicos, tapas, etc. Incluye provisión de materiales, mano de obra y equipos según planos de proyecto y ETP.	Un	4,00	5.995 USD	23.981 USD	0,26 %

% incidencia ítems hormigones en el AP	% incidencia ítems hormigones en el AP-estructurales en el AP-precio parcial
100 %	100 %
100 %	12 %

% incidencia ítems hormigones en el AP	% incidencia ítems hormigones en el AP-estructurales en el AP-precio parcial
100 %	100 %
100 %	12 %

Tabla N°40: ítems de hormigones estructurales en el presupuesto de la “planta potabilizadora Balloffet” (Parte 3 de 4)

ITEM N°	UNID AD	CANT.	PRECIO (\$)		% INCI.	% incidencia ítems hormigones estructurales en el AP- precio parcial	% incidencia ítems hormigones en el AP	% del ítem hormigones en los análisis de precio de la muestra
			UNITARIO	PARCIAL				
15.1.8	Un	1,00	12.362 USD	12.362 USD	0,14%			
15.1.9	Gl	1,00	16.238 USD	16.238 USD	0,18%			
15.2			348 USD	130.562 USD	1,43%			
15.2.1	m	375,00				99%	\$ 129.688,99	35%
15.3			5.352 USD	32.114 USD	0,35%			
15.3.7	Un	2,00	6.679 USD	13.357 USD	0,15%			
15.3.8	Un	2,00	8.722 USD	17.443 USD	0,19%			
15.3.9	Un	2,00	8.688 USD	17.276 USD	0,19%			
16 OTROS GASTOS								
TOTAL				9.111.013,28 USD	100,00 %			

Monto de ítems que tienen hormigones estructurales en el total del presupuesto	2.053.852,84 USD
Porcentaje de hormigones estructurales, dentro de los ítems que poseen hormigones estructurales	77 %
Monto de hormigones estructurales en el total del presupuesto	1.574.367,45 USD

Porcentaje de incidencia de hormigones estructurales en el total del presupuesto	17,28 %
--	----------------

Tabla N°40: ítems de hormigones estructurales en el presupuesto de la “planta potabilizadora Balloffet” (Parte 4 de 4)