

READECUACIÓN DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES EN CALCHAQUÍ

Proyecto Final
Ingeniería Civil

Alumna: Clarotti, Paula

Director:

Ing. Wilfredo Patricelli

UTN - FRSF

Santa Fe, febrero de 2024

ÍNDICE

- ▲ **INTRODUCCIÓN** 5
 - ▲ GENERALIDADES 6
 - ▲ BARRIO ISALAS MALVINAS ARGENTINAS 12
 - ▲ BARRIO SANTA ROSA 12
 - ▲ BARRIO GARDELITO 12
- ▲ **ENFOQUE MARCO LÓGICO** 14
 - ▲ SITUACIÓN ACTUAL 15
 - ▲ Agua potable
 - ▲ Gas natural
 - ▲ Red de desagües cloacales
 - ▲ Situación hídrica efectos sobre desagües pluviales
 - ▲ Energía eléctrica
 - ▲ Recolección de residuos sólidos
 - ▲ Movilidad/transporte urbano
 - ▲ SITUACIÓN BARRIOS SANTA ROSA, GARDELITO E ISLAS MALVINAS ARGENTINAS 21
 - ▲ DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ABORDADA 27
 - ▲ ANÁLISIS DE PROBLEMAS 29
 - ▲ ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS 30
 - ▲ DEFINICIÓN DE LOS DISTINTOS GRUPOS DE INTERÉS (GDI) 31
 - ▲ NATURALEZA DE LAS INTERVENCIONES 33
 - ▲ ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS 34
- ▲ **MATRIZ DE MARCO LÓGICO** 35
- ▲ **GESTIÓN DE RIESGO DE LOS PDI** 38
 - ▲ DEL MEDIO AL PROYECTO. 41
 - ▲ DEL PROYECTO AL MEDIO. 42

▲ COMPONENTES DE UNA RED 43

- ▲ Colector principal
- ▲ Colectoras
- ▲ Colectoras subsidiarias
- ▲ Descarga domiciliaria
- ▲ Boca de Registro (BR)
- ▲ Bocas de Acceso y Ventilación (BAV)
- ▲ Emisario

▲ PIEZAS ESPECIALES EN TODAS LAS CONDUCCIONES 45

- ▲ Válvula esclusa
- ▲ Válvula de retención
- ▲ Válvula de aire

▲ DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED 47

▲ GENERALIDADES 48

▲ CRITERIOS PARA EL TRAZADO DE LA RED 49

- ▲ Tapadas
- ▲ Pendientes
- ▲ Entibado

▲ PERÍODO DE DISEÑO 50

▲ POBLACIÓN FUTURA 50 DOTACIÓN FUTURA 50

▲ CAUDALES DE DISEÑO 51

- ▲ Caudal medio diario: para el año n, se determinará tomando en cuenta los siguientes aportes
- ▲ Caudal mínimo horario: es el menor caudal instantáneo del día de menor vuelco.
- ▲ Caudal mínimo diario: caudal medio del día de menor vuelco.
- ▲ Caudal máximo diario: caudal medio del día de mayor vuelco.
- ▲ Caudal máximo horario: mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.
- ▲ $QE = \alpha 2 \times QCn'$
- ▲ Gasto hectométrico: representa el caudal aportado por cada hectómetro de red.
- ▲ Memoria técnica:
- ▲ Memoria técnica:
- ▲ Memoria técnica:

▲ VERIFICACIONES 56

- ▲ Dimensionado de colectores para caudal máximo
- ▲ Parámetros hidráulicos:
- ▲ Pendiente de autolimpieza para caudales mínimos
- ▲ Velocidades límites

▲	ESTACIÓN ELEVADORA BARRIO MALVINAS ARGENTINAS	59
▲	DISEÑO DE LA E.E.L.C.	61
▲	Parámetros de diseño	
▲	Cañería de impulsión	
▲	DETERMINACIÓN DE LA BOMBA A ADOPTAR	63
▲	Volumen útil de la cámara húmeda	
▲	Tiempo máximo de permanencia	
▲	Altura manométrica	
▲	Potencia de la bomba	
▲	Elección de la bomba	
▲	VERIFICACIÓN DEL GOLPE DE ARIETE	68
▲	Determinación de la celeridad de onda	
▲	Tiempo de cierre crítico	
▲	Tiempo de maniobra	
▲	Determinación de la sobrepresión	
▲	Conclusión	
▲	VERIFICACIÓN DE DEPRESIÓN POR FENÓMENOS DE GOLPE DE ARIETE	72
▲	Comprobación por espesor de colapso de la tubería	
▲	Comprobación por presión de colapso	
▲	LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	73
▲	VERIFICACIÓN DE LAGUNAS EXISTENTES	78
▲	Lagunas Anaerobias	
▲	Lagunas facultativas	
▲	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	81
▲	EVALUACIÓN AMBIENTAL	83
▲	ANÁLISIS DE RESULTADOS	86
▲	Etapa de construcción	
▲	Etapa de operación	
▲	ACCIONES DE MITIGACIÓN	95
▲	CÓMPUTO Y PRESUPUESTO	96
▲	CONCLUSIÓN	113
▲	BIBLIOGRAFÍA	119
▲	ANEXOS	120

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe, al Departamento de Ingeniería Civil y el claustro docente, que hicieron posible mi formación ética y profesional.

A mi director de proyecto, Ingeniero Wilfredo Patricelli, por el constante acompañamiento y aporte durante todo el proceso.

A mis padres, Claudio y Fabiana, su amor y apoyo moral han sido el pilar de este logro.

A mis hermanos, por ser mi punto de apoyo y mi equipo de aliento.

A mi tía Sandra, por su ayuda y acompañamiento.

A toda mi familia que siempre me dio ánimos.

A las amigas que hice en este camino, que estuvieron conmigo en los momentos de estrés y alegría.

A mis compañeros de estudios, por las experiencias y conocimientos compartidos.

INTRODUCCIÓN

The background features a teal upper section, a light green triangular section on the right, and a white triangular section at the bottom right.

GENERALIDADES

La ciudad de Calchaquí se ubica en el norte de la provincia de Santa Fe, a 200 kilómetros de la capital provincial, sobre la Ruta Nacional N°11, que la atraviesa, dividiéndola en dos, siendo la región más poblada y desarrollada territorialmente la ubicada del lado oeste.

Se encuentra a 50 km de la localidad de Vera, capital del departamento y 117 km de la ciudad de Reconquista. Asimismo, no se encuentra conurbada con otra localidad cercana, sino que se está inserta y rodeada de un área rural.

La localidad tiene una superficie total de 1858 km², de los cuales: 494,45 ha corresponden a la planta urbana, y de esa superficie, sólo 163,82 ha es consolidada.

Esta situación coloca a la localidad, donde se desarrolla la vida urbana, dentro de la categoría de una ciudad de pequeña escala, tanto por superficie, como por cantidad de habitantes.

Se estima la cantidad de habitantes de la ciudad en 15.000, la población urbana se incrementó por migraciones de área rural a la ciudad y de las grandes ciudades, que se instalan en la periferia, con un alto grado de informalidad laboral.

El sector clase media/media-alta, se compone de comerciantes, profesionales, empresarios y arrendadores de campos que se agrupan en el área central.

La principal actividad de la zona es la explotación agrícola-ganadera. En proporción, la actividad ganadera supera a la agrícola en un 65% a un 35%.

La actividad secundaria es la industrial. La actividad terciaria, se ubica en el área central de la zona urbana, donde se alojan los locales comerciales, oficinas administrativas de las cooperativas y productores, bancos, y servicios.

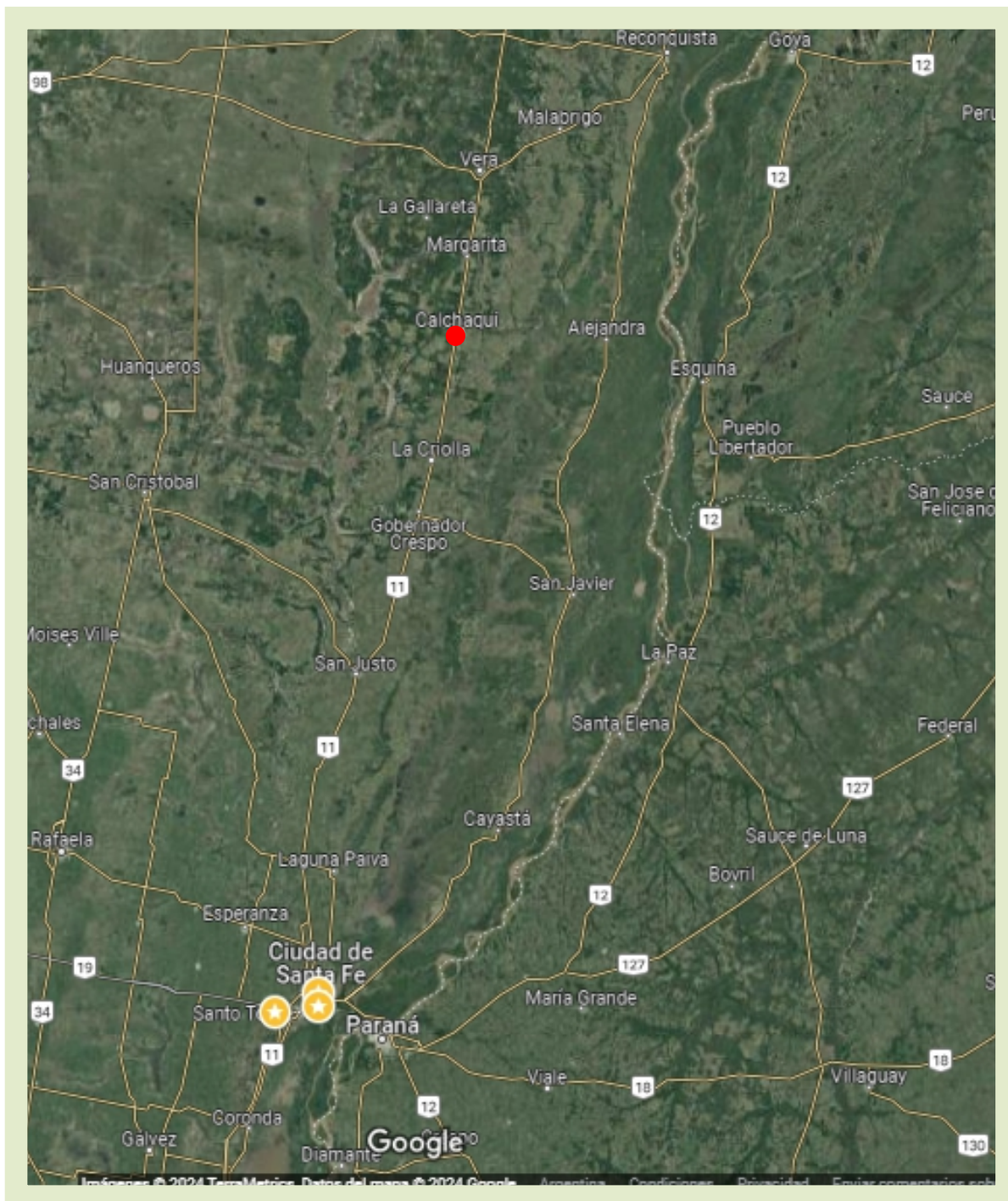


Figura 1: Ubicación de la ciudad de Calchaquí

En la ciudad, los asentamientos ocupan el 27% de la superficie de la localidad, y están conformados por 1400 viviendas aproximadamente, donde habitan 4800 personas.

El 90% de los asentamientos se encuentran ubicados en predios fiscales (nacionales, provinciales y municipales) localizados en superficies cercanas a los límites del municipio.

Podemos distinguir tres asentamientos; el primero, agrupa tres barrios denominados Malvinas Argentinas, San José Obrero y Moreno, que ocupan la zona suroeste del tejido urbano, que unidos conforman una superficie de 29,30 ha, el segundo es el Barrio San Cayetano, en la zona Noreste de la localidad, con una superficie de 9,00 ha, y el tercero, de nombre Comunidad Aborigen "Comcaiaripi" ubicado también en el borde Noreste de la mancha con una superficie aproximada de 64,00 ha.

Dentro de los asentamientos, mencionados anteriormente, dos de ellos se encuentran en estado de hacinamiento, Islas Malvinas, Barrio San Cayetano y la comunidad aborigen, en la que también hay un gran número de viviendas multifamiliares y alto grado de precariedad.

Los barrios en los que se basa específicamente este proyecto, Malvinas Argentinas, Gardelito, y un sector de Santa Rosa que no son alcanzados por la red. Son barrios muy diferentes en grupos de población y en extensión.

PLANO CIUDAD DE CALCHAQUI PLANO DE BARRIOS DEPARTAMENTO VERA PROVINCIA DE SANTA FE



Figura 2: Plano barrios de la ciudad de Calchaquí.

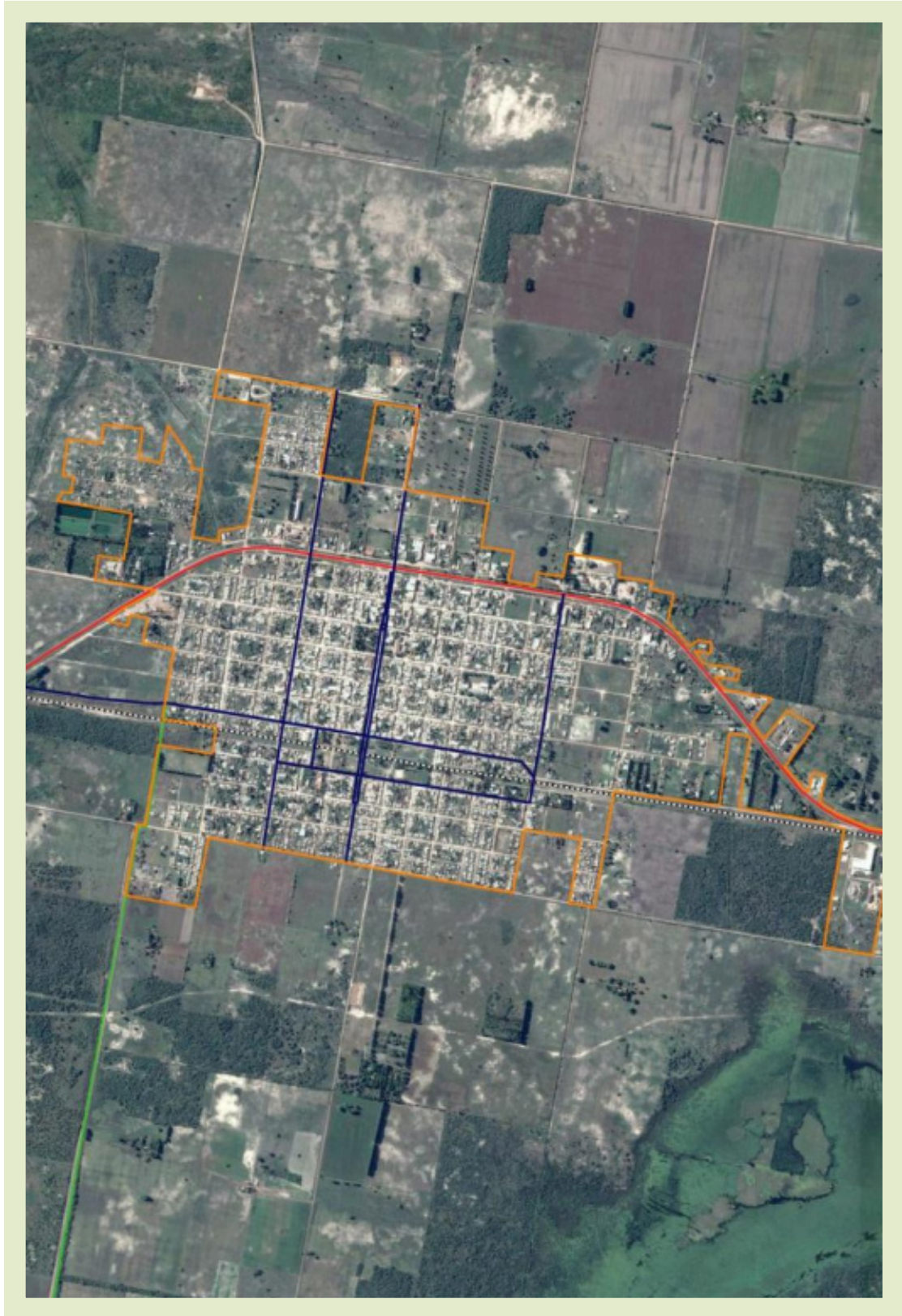


Figura 3: Mapa de mancha urbana.



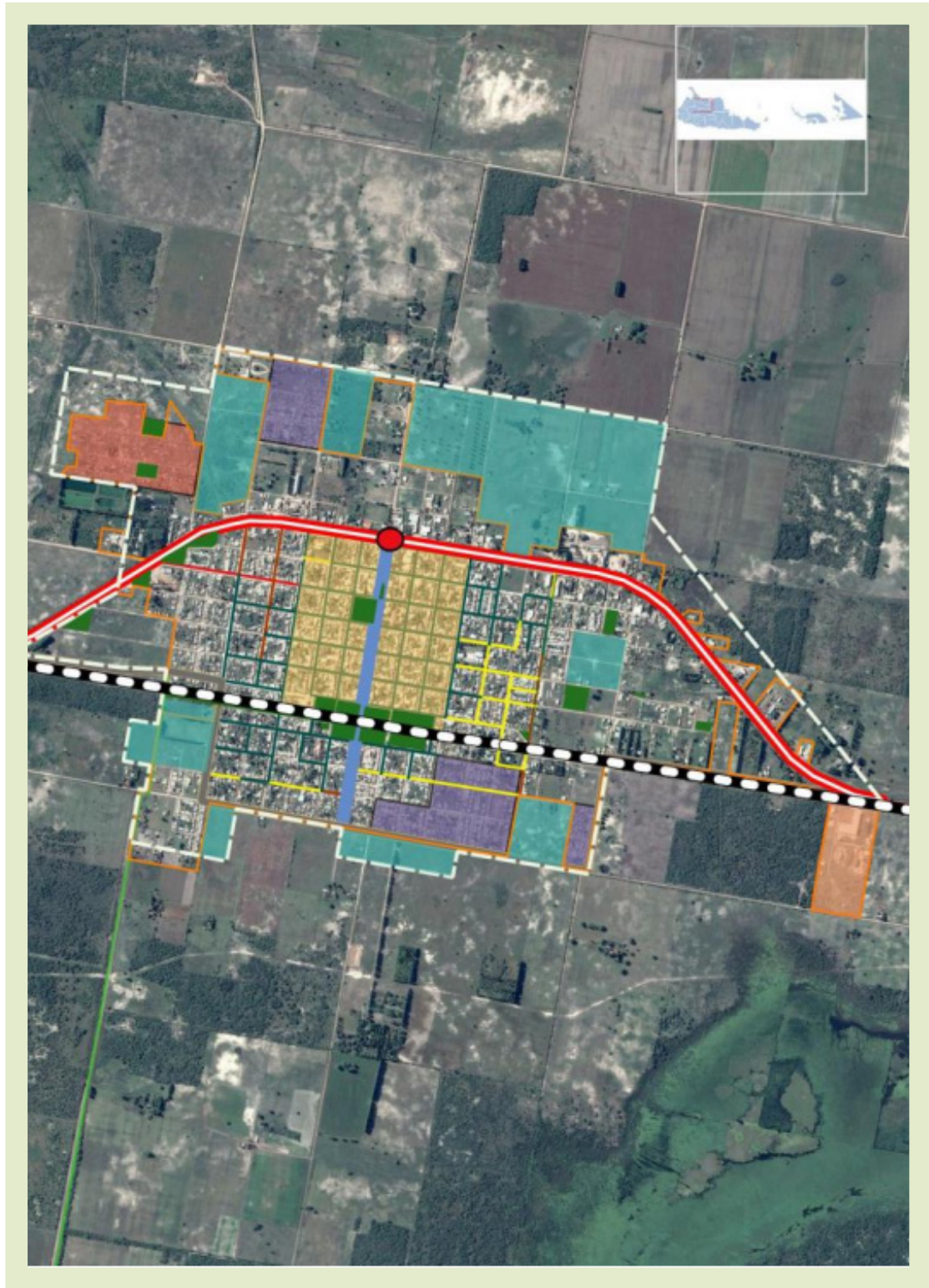
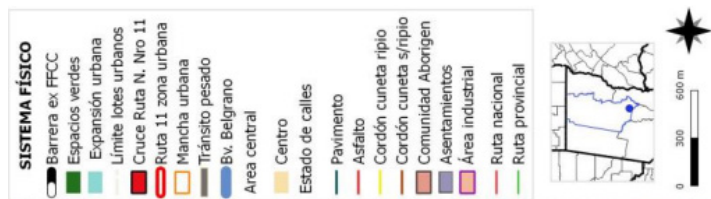


Figura 4: Mapa sistema físico.



BARRIO ISLAS MALVINAS ARGENTINAS

Se asienta ilegalmente en tierras públicas (no están alcanzados por el programa de regularización de tierras municipal), tiene límites parcelarios inciertos y presenta un grado de hacinamiento importante. Las viviendas son tipo B, según la clasificación del INDEC.

Se encuentra sobre tierras del estado provincial, que éste cedió al municipal sin formalizar la situación dominial. Pero, por encontrarse en el Registro Nacional de Barrios Populares (bajo el Nro.3973), está en condiciones de ser parte del Programa de Integración Socio-Urbana, acordando con la gestión local el plan de desarrollo integral, que promueve la regularización y mejora de las condiciones de vida de los habitantes del barrio.

BARRIO SANTA ROSA

Una parte del barrio ya está adherida a la red cloacal de la ciudad, quedando la zona norte del mismo aislada. En esa zona hay unas manzanas con casas del plan FONAVI así como también viviendas construidas con créditos PRO.CRE.AR, aunque no es de los más elegidos. La mayoría de las viviendas cuentan con deterioros materiales o deficiencias edilicias y cuentan como única documentación para ocupar las viviendas un contrato de comodato firmado con el estado local, según el plan estratégico territorial elaborado por el Ministerio del Interior, Obras Públicas y Viviendas de la nación.

Es el barrio más afectado por los desbordes del canal Santa Rosa, llegando a ingresar agua en las viviendas cuando esto ocurre.

BARRIO GARDELITO

Se conoce como "Gardelito" a una zona de casas FONAVI ubicada al noroeste del barrio Carlos Gardel. Cuenta también con nuevas edificaciones de viviendas unifamiliares, que lo convierten en un barrio en crecimiento.

OBJETIVOS

A través de la ejecución de este Proyecto Final de Carrera se quiere cumplir con ciertos objetivos, presentados a continuación:

- ▶ Evaluar la situación actual de tres barrios de la ciudad de Calchaquí Islas Malvinas Argentinas, Santa Rosa y Gardelito, con el fin de determinar la existencia, estado y calidad de los servicios esenciales y públicos que poseen.
- ▶ Analizar cuáles de los servicios faltantes, son de mayor necesidad para los habitantes que se localizan allí.
- ▶ Proyectar la infraestructura necesaria para incorporar los barrios a la red cloacal existente y mejorar el funcionamiento de las lagunas de tratamiento.
- ▶ Determinar una solución óptima para su ejecución, que, además, sea viable de forma económica y financiera.

ENFOQUE MARCO LÓGICO

SITUACIÓN ACTUAL

Mediante el análisis realizado, se determinó las situaciones actuales de los servicios de la ciudad, las cuales serán descriptas a continuación:

AGUA POTABLE

La localidad de Calchaquí contaba con una cobertura en el servicio de Red de Agua Potable en un 90,00% de la población según el Censo de Población, Hogares y Vivienda, año 2010.

En la actualidad dicho porcentaje se mantiene estable, ya que, si bien la planta urbana creció, se realizó una ampliación de la red, que posibilitó dicha constante.

La prestadora del servicio es una cooperativa, no depende del municipio y cobra a los frentistas por las conexiones, se llama Cooperativa de Provisión de Servicios de Agua Potable de Calchaquí Ltda. y tiene maquinarias propias. Cuenta con tres tanques de provisión en la zona urbana y uno en el asentamiento San Cayetano.

El asentamiento aborígen que se encuentra en la ciudad cuenta con tanque de agua potable que abastece a ese sector, aunque no depende de la cooperativa y es administrado por la misma comunidad.

GAS NATURAL

En estos momentos, la ciudad no cuenta con el servicio y/o red de gas natural, sin embargo, existe un proyecto presentado en Litoral Gas, proveedora del servicio en la provincia de Santa Fe. Lo que se plantea en este, es la ejecución de una red local de Gas Natural y conexión de esta al gasoducto del NEA, que pasa a 500 kilómetros de la zona urbana.

RED DE DESAGÜES CLOCALES

En la actualidad, la ciudad de Calchaquí cuenta con el 65,00% de la población con acceso a la conexión cloacal.

La red de desagües cloacales fue construida en tres etapas: en el año 1991, se construyó la primera etapa que beneficiaba unas 20 manzanas delimitadas por las calles Mitre, Santa Fe, R. Sáenz Peña y San Martín.

La ejecución de la segunda fue en el año 2000, etapa delimitada por la Ruta Nacional N°11 y las calles Colón, 9 de Julio e Ituzaingó.

La conexión de barrio San Martín fue realizada en el año 2022.

Con esto podemos concluir, que el 30,00% de la población, no es alcanzada por la red de desagüe, es decir queda una zona periférica sin servicio, los barrios comprendidos en esta zona funcionan a través de pozos absorbentes.

SITUACIÓN HÍDRICA EFECTOS SOBRE DESAGÜES PLUVIALES

Calchaquí pertenece a la Cuenca Propia de los Bajos Submeridionales, ubicada en el Sistema Hídrico del Paraná. El área presenta un relieve de muy escasa pendiente en el que no existe una red de escurrimiento definida y organizada, y acorde con ello, se producen escurrimientos mantiformes y grandes acumulaciones de agua en superficie durante los períodos húmedos. Ese escurrimiento mantiforme termina siendo drenado a través del sistema de arroyos Golondrinas.

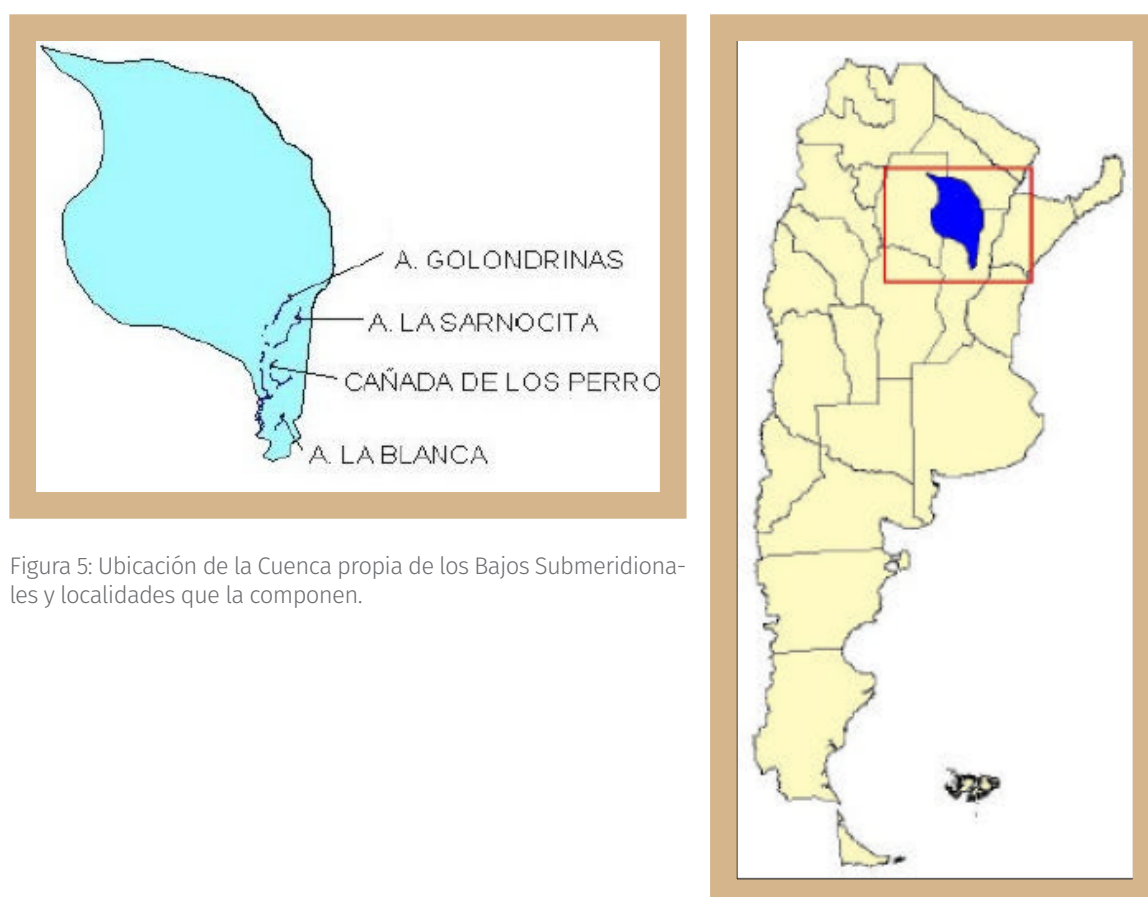


Figura 5: Ubicación de la Cuenca propia de los Bajos Submeridionales y localidades que la componen.

Se alternan períodos de sequías e inundaciones y una gran irregularidad en las precipitaciones mensuales. Se distinguen dos sectores en la cuenca: las áreas denominadas dorsales agrícola ganaderas, una en la provincia del Chaco y otra en la provincia de Santa Fe. Es un área de desmonte en la que se realizan actividades de agricultura y ganadería dependiendo de la aptitud de los suelos que tiene una pendiente promedio de 25 cm. por Km. Predominan los suelos limo arcillosos y el nivel freático se encuentra entre 0 y 3 m con un tenor salino variable.

En la zona de Bajos propiamente dicha la pendiente es de 10 cm. por km, en ella predominan los pastizales, por lo que la actividad principal es la ganadería de cría; los suelos son predominantemente arcillosos y la freática se encuentra entre 0 y 50 cm y tiene un alto tenor salino.

Las zonas norte santiagueña, suroccidental chaqueña o noroccidental santafesina aportan hacia la depresión central, hacia el sistema de lagunas encadenadas Golondrinas-Calchaquí-Salado. La dirección predominante del flujo es de NO a SE, con pendientes de entre 5 y 30 cm/km, y distancias a recorrer de hasta 200 Km. Para alcanzar los cursos de agua definidos.

El principal problema, generado por la acción del hombre en este sector, es consecuencia de la actividad agrícola-ganadera desarrollada en el área y especialmente por el desequilibrio generado por la primera ya que el mayor recurso desde el punto de vista de los suelos y del agua freática, lo constituyen los paleomodelos eólicos cuyo desmantelamiento se inicia fácilmente cuando se remueve la vegetación natural y se roturan los suelos, sin tomar medidas de preservación frente al escurrimiento laminar.

Se producen anegamientos por lluvias intensas o abundantes que superan la capacidad de conducción del sistema pluvial urbano. En el distrito Calchaquí se desarrolla la cuenca de aporte al canal Santa Rosa, que tiene un área de aporte que se inicia en el oeste de esta localidad con una cota de 55,51 m IGM pasando por la Ruta Nac. N°11 a un nivel de Terreno Natural de 52,98 IGM y finalizando en la descarga en el Arroyo El Espín a un nivel 44,90 IGM recorriendo una distancia total aproximada de 7,00 km. La cuenca total de aporte involucra un área de 3164 ha.

ENERGÍA ELÉCTRICA

La población de la localidad de Calchaquí presenta un 89,00% de cobertura respecto del servicio de Red de Energía Eléctrica según el Censo de Población, Hogares y Vivienda, año 2010. En la actualidad, ese porcentaje no ha sido modificado, ya que ha sido ampliada la red en algunos sectores, siguiendo la expansión. La prestadora del servicio es la Empresa Provincial de la Energía (EPE).

RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

La ciudad se encuentra dentro del Consorcio de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) "Los Quebrachales", con el ministro de Medio Ambiente Provincial. El consorcio está integrado por las localidades de Berna, La Gallareta, Malabrigo, Margarita, Vera y Calchaquí.

Este consorcio persigue la construcción de Centros Ambientales y el establecimiento de medidas complementarias para lograr la eliminación de los basurales a cielo abierto (sensibilización, reducción de generación de residuos, separación selectiva, recuperación, reciclado, etc.)

Santa Fe orienta estas acciones en el marco de la Ley 13055, que en su art. 17 crea el programa GIRSU de asistencia a municipios y comunas para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos de manera regional y asociativa.

Actualmente, la recolección de residuos se hace a través de contenedores ubicados en las esquinas, cuyo contenido es volcado en camiones y depositado en el basural local que, debido al crecimiento de la ciudad, quedó ubicado dentro de ella. Esto provoca un gran malestar en los vecinos, no solo por los olores percibidos, sino, además, por la quema de residuos y la generación de humo, el que dificulta la visión en la ciudad, como así también, en la Ruta Nacional N°11, que pasa a 50 metros de este.

MOVILIDAD/TRANSPORTE URBANO

La ciudad no cuenta con servicio urbano de transporte. Se registra un servicio de remises privados. La gran mayoría de los habitantes realizan sus trayectos al trabajo, escuelas, comercios, caminando o en bicicleta (no hay bicisendas, o ciclovías). En algunos casos de distancias mayores, los tramos se realizan en automóvil, con una circulación bastante fluida, no conflictiva, a excepción de los cruces de Este a Oeste para atravesar la Ruta Nac. N°11, donde pueden presentarse situaciones riesgosas.

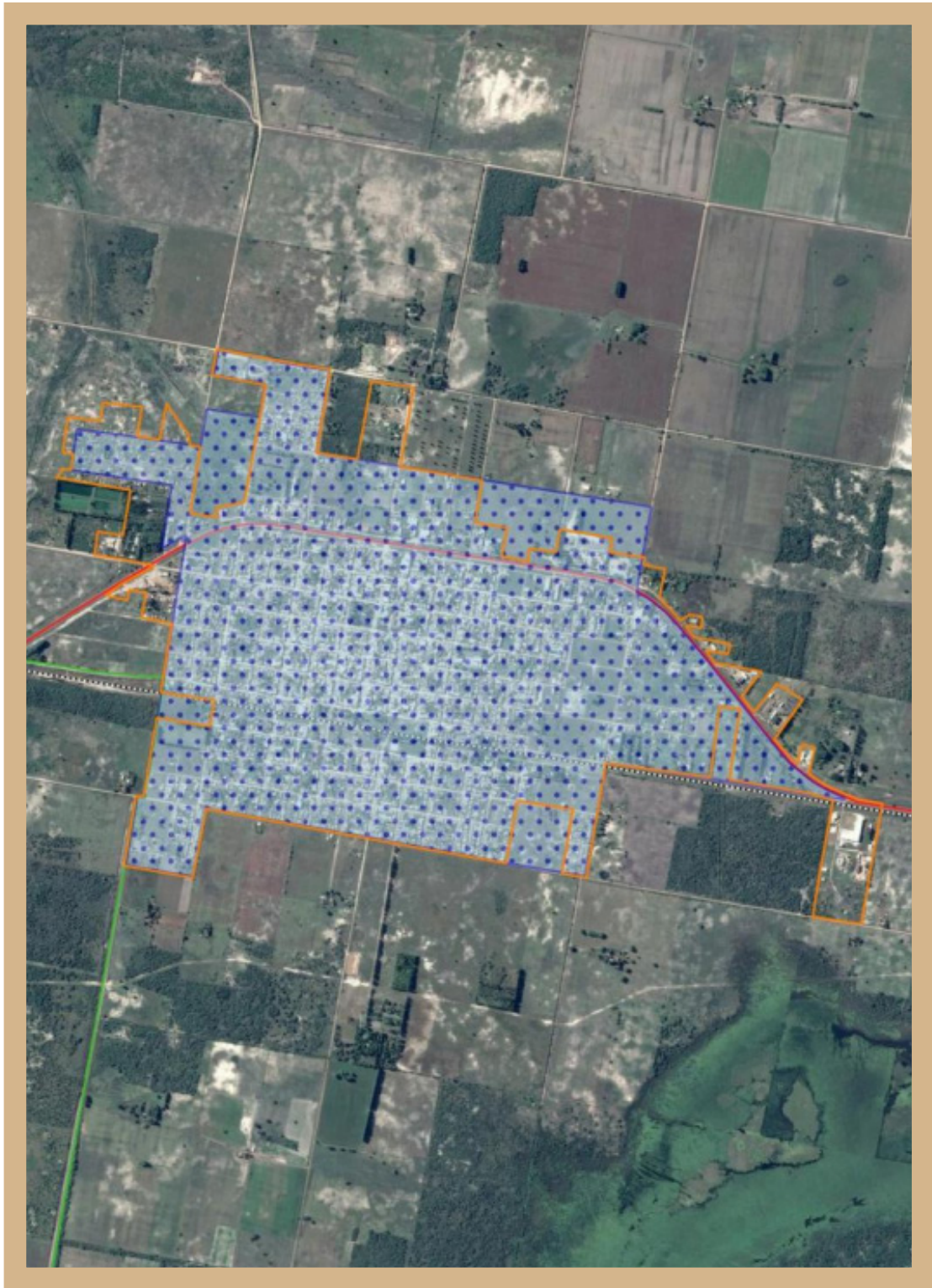
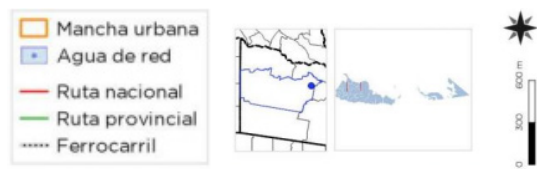


Figura 6: Mapa cobertura Red de Agua Potable.



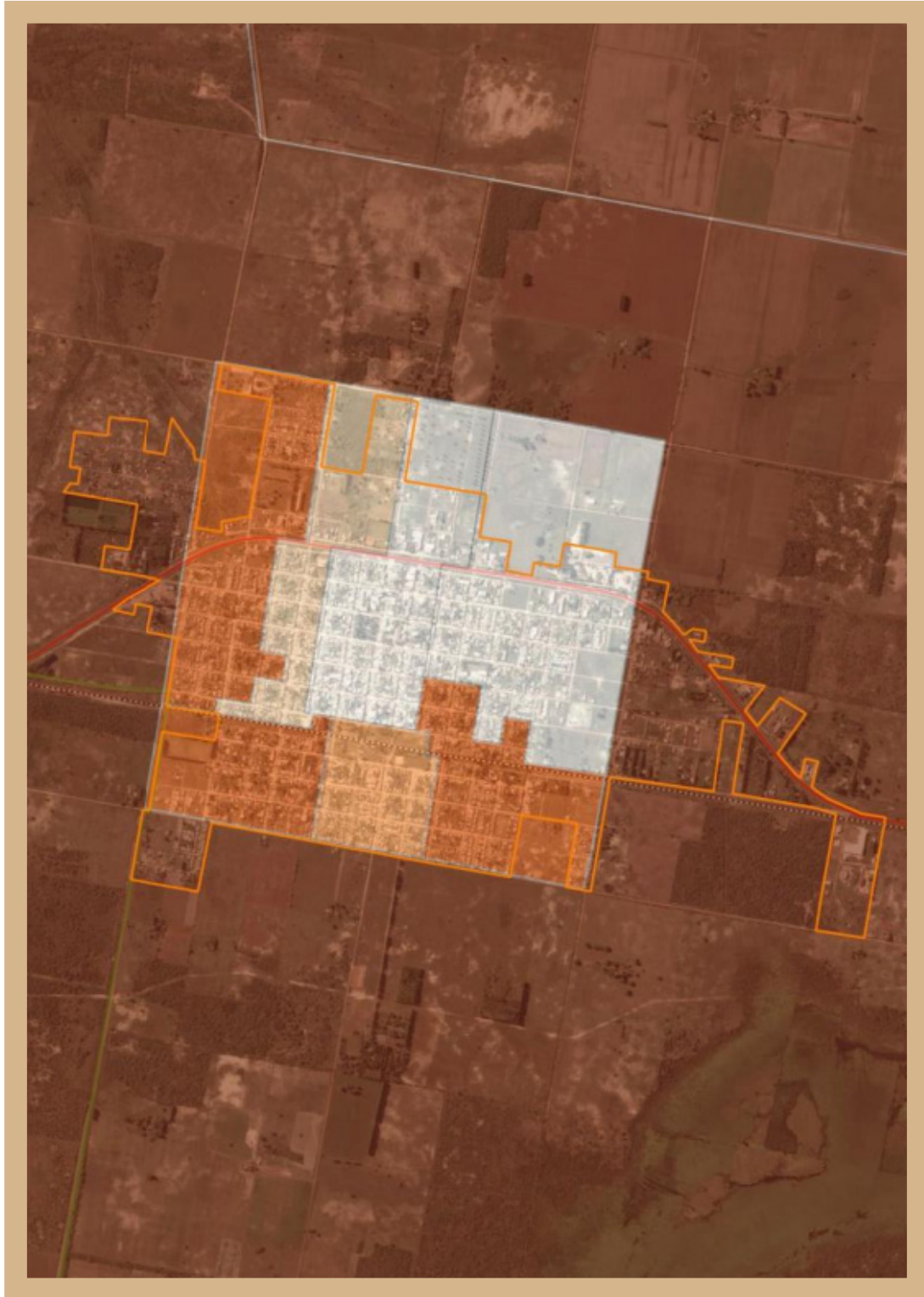


Figura 7: Mapa hogares sin desagüe cloacal.

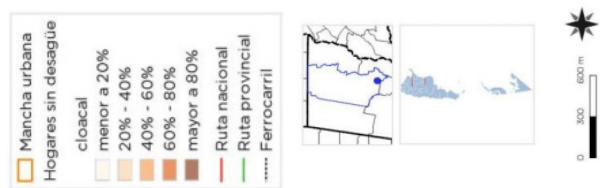




Figura 8: Mapa basural a cielo abierto.



SITUACIÓN BARRIOS

SANTA ROSA, GARDELITO E ISLAS MALVINAS ARGENTINAS



Figura 9: Imagen panorámica desde una esquina de barrio Malvinas Argentinas.

En la actualidad, las viviendas cuentan con el servicio de Agua Potable, pero las instalaciones sanitarias domiciliarias, respecto a la disposición de las aguas servidas, son deficientes en su funcionamiento.

La zona posee el nivel freático cerca de la superficie, lo que disminuye notoriamente la eficiencia de los pozos absorbentes, produciéndose continuos rebalses. Esto se debe a que los pozos se llenan con el agua subterránea y también pierden su función de recepción y absorción de las aguas residuales domiciliarias. Cuando esto ocurre, se desvían los líquidos excedentes del pozo al terreno y/o a zanjas de la vía pública. Esta “solución” es muy poco recomendable porque produce olores desagradables y nos pone en contacto con las aguas sin tratar, que constituyen un alto riesgo para la salud. Otro problema que se produce cuando el fondo de los pozos absorbentes se pone en contacto con la napa freática es la contaminación de las aguas subterráneas. Esto tiene graves consecuencias para quienes utilizan la primera napa como fuente de agua de consumo diario, ya que muchas infecciones intestinales se transmiten por esta vía.

Los barrios cuentan con electricidad, existiendo algunas conexiones clandestinas, como se dijo con anterioridad, carecen de gas natural. Si bien existe un gran porcentaje de vecinos que exigen este servicio, es importante considerar que este beneficio tendría un alto costo para los habitantes en caso de ser instalado, por lo que, representaría un indicador más de las diferencias sociales, hoy ya presentes entre los barrios. Es importante no olvidar que existen carencias de otros servicios, considerados prioritarios, que deben ser atendidos en principio.

Recientemente, se colocó R.A.P (pavimento asfáltico reciclado) en las calles del barrio Malvinas Argentinas. Barrio Santa Rosa y Gardelito cuentan con varias calles pavimentadas, con RAP o sin intervención.



Figura 10: Calle con RAP en B° Malvinas Argentinas.



Figura 11: Calle en B° Santa Rosa

En tanto a los desagües pluviales, se utilizan cunetas, algunas de las cuales, son tan profundas que representan un riesgo para la población. Las mismas rebalsan ante lluvias de mucha intensidad, debido a la falta de mantenimiento por parte de la municipalidad. Se debe considerar también que existe una gran falta de cuidado de estos desagües por parte de los vecinos, ya que arrojan basura en ellos.



Figura 12: Barrio Malvinas Argentinas.



Figura 12: Barrio Malvinas Argentinas.



Figura 14: Barrio Santa Rosa



Figura 15: Barrio Gardelito

La recolección de residuos es igual para toda la ciudad, siendo los contenedores el problema principal. La distribución de los contenedores es un problema, ya que son escasos y se encuentran muy separados entre ellos, en algunas zonas. Se pueden observar varios contenedores deteriorados y sin tapa que generan malos olores y malestar en la población.



Figura 16: Barrio Malvinas Argentinas



Figura 17: Barrio Gardelito

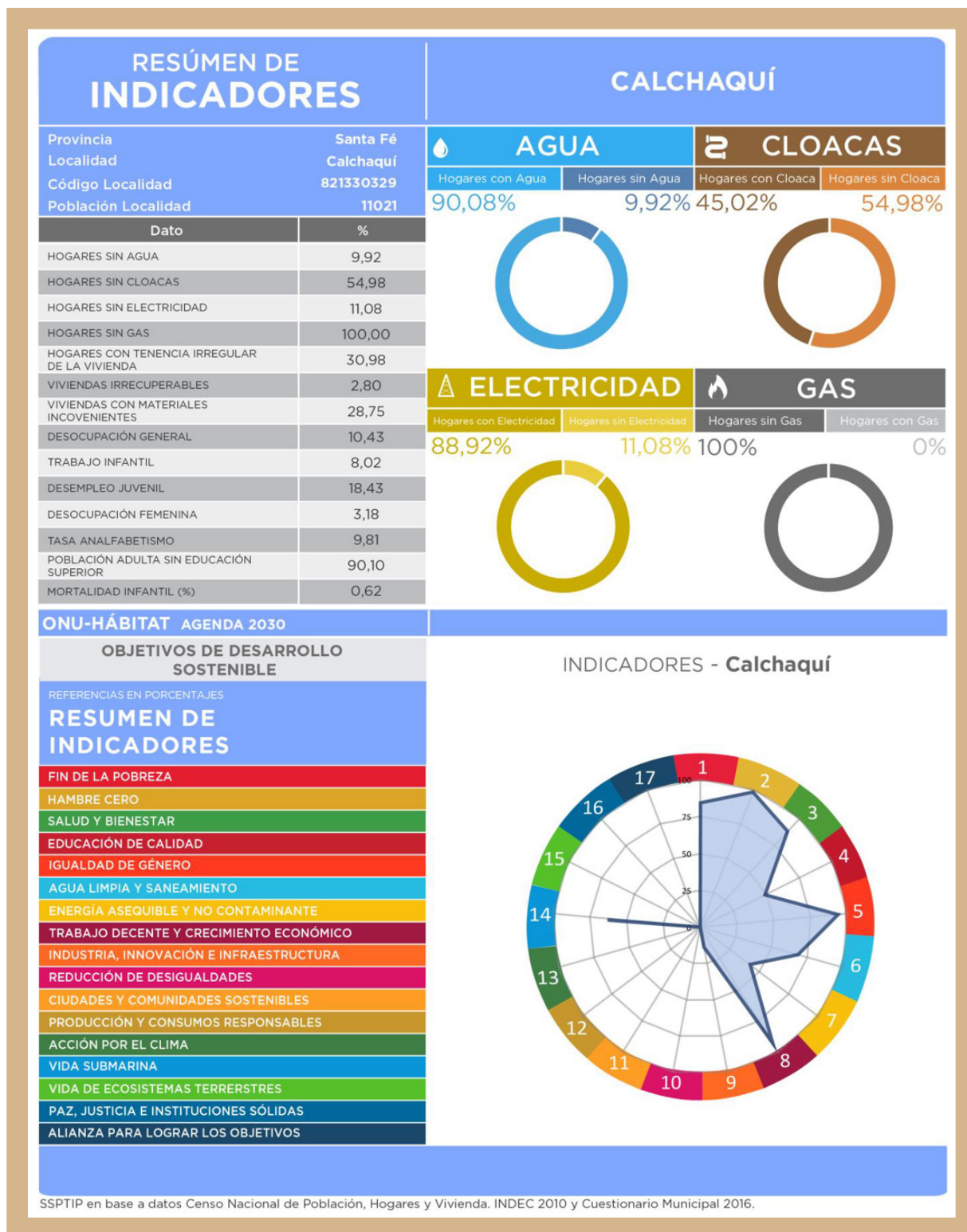


Figura 18: Resumen de indicadores.

DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA ABORDADA

El mal saneamiento en los barrios Malvinas Argentinas, Gardelito y Santa Rosa genera consecuencias negativas: en los vecinos, la flora y fauna de la zona, las napas freáticas y el medio ambiente.

Para Salud:

- ▶ Las aguas cloacales son portadoras de bacterias entéricas, como por ejemplo *Escherichia Coli* (que se utiliza como indicador de contaminación fecal de agua). Si bien la mayoría de las cepas de esta bacteria son inocuas y viven en los intestinos de los seres humanos y animales saludables, existe una cepa que produce una potente toxina que es responsable de severas diarreas y del síndrome urémico hemolítico, que puede afectar seriamente a los niños pequeños y a los ancianos. Además de esta bacteria, suelen estar presentes otras altamente peligrosas para la salud que generan trastornos que van desde fiebre, debilidad, náuseas, retortijones, vómitos y calambres, hasta enfermedades entéricas y pulmonares graves (ej.: diarreas, fiebre tifoidea, leptospirosis y cólera).
- ▶ Estas aguas negras pueden servir a la transmisión de diversos virus, por ejemplo, agentes causales de afecciones intestinales y el responsable de la poliomielitis y el de la hepatitis A.
- ▶ Pueden encontrarse asimismo hongos microscópicos, como por ejemplo *Aspergillus*. Cerca de veinte especies de este hongo son causantes de un grupo de enfermedades que afectan a los seres humanos y animales. Estas dolencias van desde cuadros de tipo alérgico (broncopulmonares y sinusitis), hasta infecciones generalizadas que ponen en riesgo la vida de las personas que sufren alteraciones del sistema inmunológico.
- ▶ En las aguas cloacales pueden hallarse diversos parásitos intestinales, como protozoarios, gusanos helmintos, etc.
- ▶ La ruta primaria de exposición a los múltiples organismos presentes en aguas negras, es el contacto mano-boca o la "ruta fecal-oral".
- ▶ Poseen elementos contaminantes, por ejemplo, hidrocarburos como el diclorobenceno (de las pastillas desodorantes de inodoros) y alquil-benceno (de los detergentes biodegradables).

Para el ambiente:

- ▶ Muchos de los agentes etiológicos antes mencionados pueden afectar no solamente la salud humana, sino también la de animales domésticos y silvestres.
- ▶ La persistencia de estos líquidos en las zonas en las que permanecen anegadas, produce la contaminación de los suelos y de las napas de agua subsuperficiales, tornándolas no aptas para higienización y consumo humano.

Otros riesgos:

- ▶ Estas aguas, además de ser riesgosas para la salud, tienen olor y aspecto desagradable. Esto genera rechazo y una mala imagen, desencadenando así impactos negativos indirectos en la valoración de las propiedades.
- ▶ Finalmente, lo anteriormente mencionado tiene un impacto económico, ya que genera mayores costos para mitigar o remediar los impactos negativos ambientales, sanitarios, edificios y comerciales.

Está claro que se habla de consecuencias negativas, porque disminuyen la calidad de vida de los habitantes y el medio ambiente. También, son permanentes, ya que perduran en el tiempo a menos que se modifique la situación actual.

Si no se realiza la intervención, la contaminación en las napas producirá un incremento en las enfermedades, en la contaminación del medio ambiente y en los cursos de agua. Aumentará el descontento y los reclamos de parte de los vecinos al gobierno municipal.

Se decidió abordar esta problemática, sobre la de la red de gas, los desagües pluviales y el basural a cielo abierto, por el impacto que tiene la ausencia de una red de desagües cloacales. Además, las otras problemáticas ya fueron tratadas en distintos proyectos que se mencionan en el capítulo “Análisis de las alternativas.”

ANÁLISIS DE PROBLEMAS

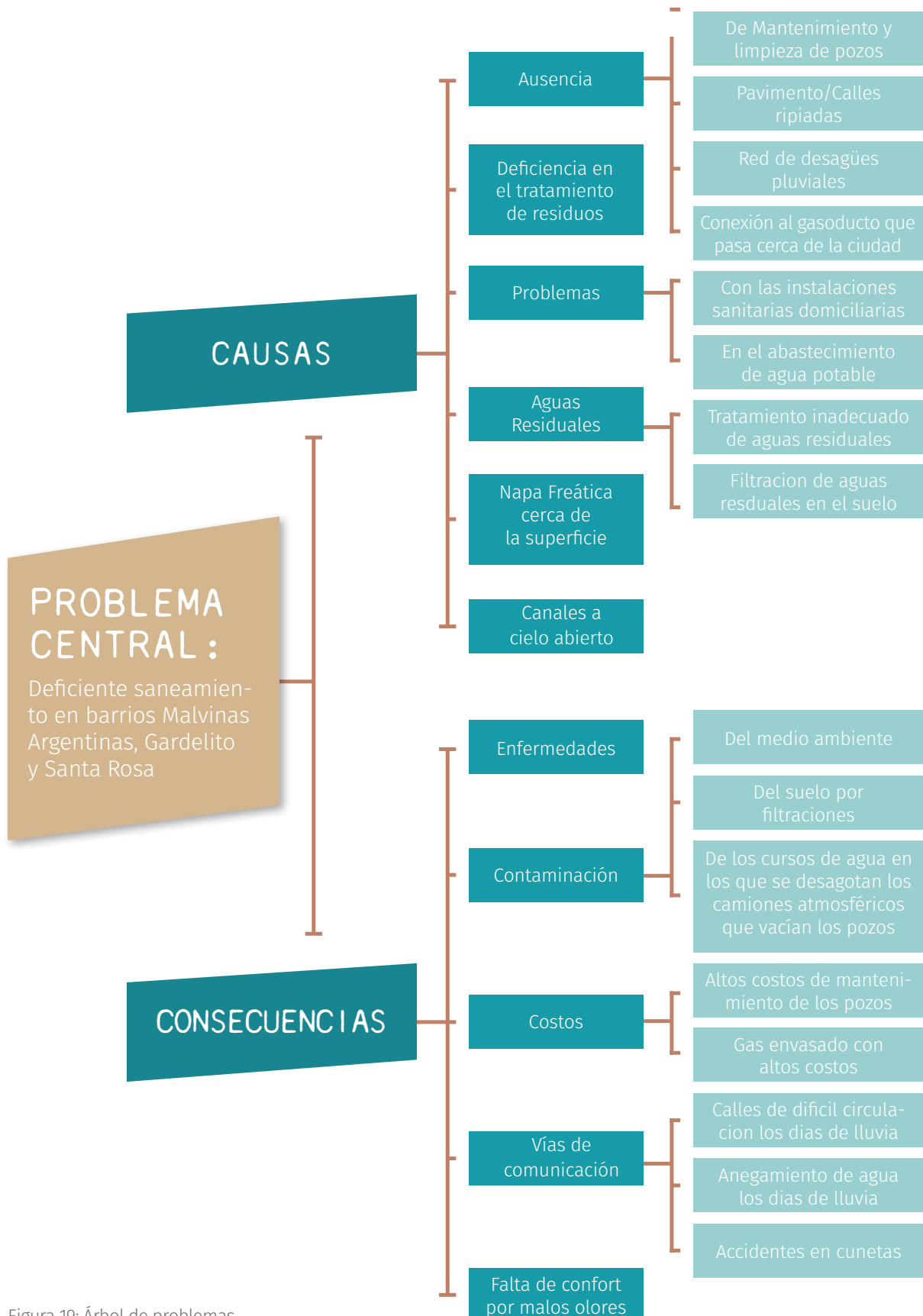


Figura 19: Árbol de problemas.

ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS



Figura 20: Árbol de objetivos.

DEFINICIÓN DE LOS DISTINTOS GRUPOS DE INTERÉS (GDI)

Se identifican diversos grupos involucrados por la problemática descrita con anterioridad. Cada uno de ellos, manifiesta intereses y problemas particulares. Se pueden clasificar en función de la categoría, pudiendo ser: “Beneficiarios”, “Aliados” u “Oponentes”. Podemos verlo expresado en la correspondiente Tabla 1.

GRUPO	RELACIÓN CON EL PROYECTO	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	CONFLICTOS POTENCIALES
Habitantes de B. Malvinas Argentinas, Gardelito y Santa Rosa	Beneficiarios	Adherirse a la red cloacal de la ciudad	Enfermedades	Pueden oponerse a la realización de la obra
			Contaminación de las napas	Insolvencia económica para afrontar las cuotas
			Mal olor.	Ruidos molestos generados por la obra
		Mejorar su calidad de vida	Rebalse de pozos	Interferencia en el tránsito generado durante la ejecución
			Costos en el mantenimiento de los pozos absorbentes	
Población de Calchaquí	Beneficiarios	Desarrollo de la ciudad	Enfermedades	Ruidos molestos generados por la obra
		Mejora en el servicio	Contaminación de las napas	Interferencia en el tránsito generado durante la ejecución
		Reacondicionamiento de la red		
Propietarios de terrenos en dichos barrios	Beneficiarios	Aumentar el valor de sus terrenos	Enfermedades	Interferencia en el tránsito generado durante la ejecución
		Posibilidad de acceder a la conexión	Contaminación de las napas	Ruidos molestos generados por la obra
Entes políticos y organismos públicos	Aliados	Brindar confort a los vecinos	Reclamos por parte de los vecinos	Disponibilidad de fondos para la ejecución
		Mejorar el sistema cloacal de la ciudad	Aumento de napas contaminadas	Gestión del proyecto
			Estadísticas negativas	Aceptación del proyecto por parte de los otros grupos de interés
Trabajadores implicados en la ejecución	Beneficiarios	Ingresos generados		Reclamos de vecinos por el ruido y otras molestias generadas
				El clima y factores externos que dificulten completar las tareas en los plazos acordados
Empresas encargadas de la construcción y mantenimiento de los pozos absorbentes	Perjudicados	Económico		Baja en sus ingresos, debido a la disminución de clientes
Ambientalistas	Oponentes y/o aliados	Protección del medio ambiente	Reclaman por políticas de conservación del medio ambiente	Contaminación generada durante la ejecución de la obra
				Disminución en la contaminación de las napas freáticas y en la emisión de gases, provocadas por el rebalse de los pozos absorbentes

Tabla 1: Tabla de participantes.

En la siguiente imagen, la Figura 21, se desarrolla una valoración del impacto y la influencia de los grupos de interés (Gdl)

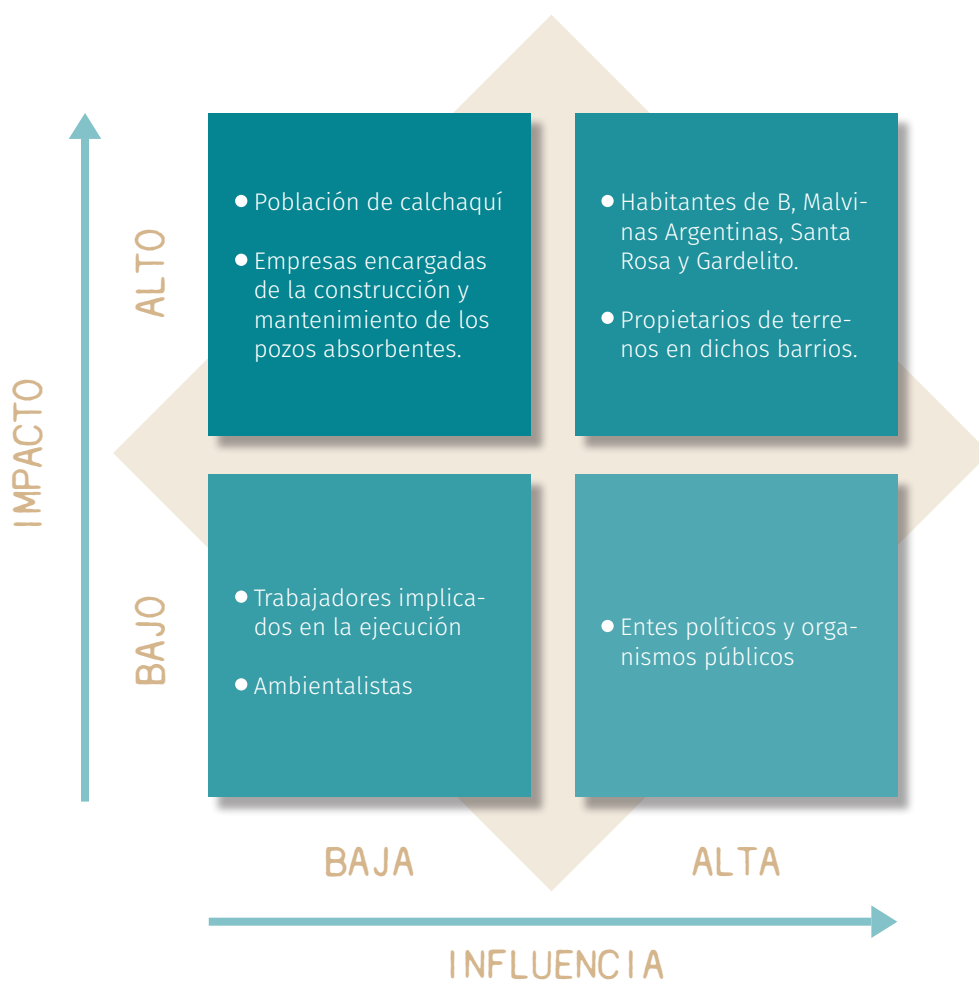


Figura 21: Valoración del impacto y la influencia de los Grupos de Interés.

NATURALEZA DE LAS INTERVENCIONES

Mediante la realización del presente proyecto, se pretende dar solución a la problemática planteada en base a los objetivos que se pretenden satisfacer. Para ello se anexará a la red de desagües cloacales domiciliarias de la ciudad de Calchaquí, los barrios Islas Malvinas Argentinas, Gardelito y un sector de Santa Rosa. Esto influirá directamente en la salud y confort de los habitantes y en el desarrollo urbanístico.

El proyecto va dirigido para los habitantes actuales y futuros de la zona afectada.

La intervención se fundamenta principalmente en que la recolección de los efluentes domiciliarios es una necesidad básica. Además, se eliminará el gasto en el mantenimiento de los pozos absorbentes y las molestias ocasionadas por estos.

Como metodología de trabajo, se efectúa la recolección de datos sobre el servicio cloacal existente y su posterior tratamiento. Es importante contar con un perfil topográfico del área en cuestión y la cantidad de habitantes que van a incorporarse a la red.

Al ser un servicio básico, la obra debe ser ejecutada y supervisada por el Estado, en este caso, la Municipalidad de Calchaquí, previa aprobación del proyecto por parte del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA).

ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS

Como se describió con anterioridad, los barrios tienen necesidades de obras de servicios básicos, claramente, uno con más urgencia que otro. Por lo que es necesario identificar cuáles son los proyectos a realizarse de forma más urgente.

A partir del árbol de problemas, se lleva a cabo la identificación de los objetivos que son deseables o ejecutables.

Partiendo de la situación actual que poseen los barrios, los objetivos más urgentes serían la realización de la red de desagües cloacales, la ejecución de la red de gas y los desagües pluviales.

Uno de los objetivos primordiales, es la red de gas para la ciudad de Calchaquí, la que generaría una mejora en la calidad de vida, influyendo en el confort habitacional de los residentes y afectando positivamente la economía hogareña. Debemos tener en cuenta, que este proyecto, ya se encuentra encaminado, dado que ya fue presentado en Litoral Gas, el mismo fue descrito con anterioridad.

La problemática de los desagües pluviales fue abordada en el proyecto final de carrera titulado “Desagües Pluviales en Calchaquí” presentado en el año 2022.

Es importante destacar, para este caso, que no solo se necesita realizar un desembolso de alta importancia para lograr la posibilidad de acceder a las redes, también hay que tener en cuenta que la realización de una conexión domiciliar interna es muy costosa, para aquellos hogares donde la misma no existiese.


Finalmente, se considera la alternativa que aún no fue abordada, esta es la realización de la red de desagües cloacales.

Uno de los puntos a favor de la elección de esta alternativa es que con ella se llevaría a la eliminación de los pozos absorbentes, los cuales son los puntos focales de contaminación del nivel freático y las napas. Así es que también se contribuiría a la disminución de enfermedades.

Está claro que este tipo de obra precisa de un período de tiempo amplio para llevarse a cabo, esto, además, genera molestias a los vecinos. A pesar de los aspectos negativos, teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se cree que este tipo de proyecto es de gran importancia para una mejor calidad de vida, para la valorización de los terrenos de la zona, favoreciendo así el desarrollo seguro de las generaciones futuras, como también el grado de sanidad ambiental en el que se desarrolla una sociedad, que refleja las condiciones de igualdad que impregnan las relaciones de sus individuos.

Con lo analizado y expuesto hasta el momento considero que, para avanzar hacia la igualdad, es necesario la construcción de los desagües cloacales de los barrios mencionados, para brindarle a la ciudad bienestar, seguridad y calidad de vida, colocando así a todos los vecinos al mismo nivel de igualdad en los servicios públicos.

MATRIZ DE MARCO LÓGICO



MATRIZ DE MARCO LÓGICO

Esta matriz de cuatro por cuatro resume los aspectos más importantes del proyecto. Las columnas suministran:

- ▶ Resumen narrativo de los objetivos y actividades.
- ▶ Indicadores: Resultados específicos a alcanzar.
- ▶ Verificadores: Medios de Verificación.
- ▶ Supuestos: factores externos que implican riesgos.

Mientras que las filas presentan:

- ▶ Fin: al cual el proyecto contribuye de manera significativa luego de que el proyecto ha estado en funcionamiento.
- ▶ Propósito: logrado cuando se ejecuta el proyecto.
- ▶ Componentes: completados durante la ejecución del proyecto.
- ▶ Actividades: requeridas para lograr los componentes.

Siguiendo estos lineamientos se elabora la matriz a continuación.

	RESUMEN NARRATIVO DE OBJETIVOS	INDICADORES VERIFICABLES OBJETIVAMENTE	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	Readecuación de la red de desagües de Calchaquí	Mejora en la calidad de vida de los vecinos	Encuestas a los vecinos	Los vecinos confirman las mejoras
PROPÓSITO	Conectar los barrios Malvinas Argentinas, Gardelito y Santa Rosa	<ul style="list-style-type: none"> . Disminución de enfermedades producto del rebalse de pozos absorbentes . Eliminación de los gastos de mantenimiento de los pozos absorbentes . Mejora en el estado de las napas freáticas . Aumento del desarrollo del barrio 	<ul style="list-style-type: none"> . Estadísticas de centros de salud . Encuestas a los vecinos . Análisis en laboratorios . Inspección visual 	Mejoran las condiciones sanitarias, económicas y ambientales
COMPONENTES	1- Recolección del agua residual domiciliaria en dichos barrios 2- Conducción a la planta de tratamiento existente 3- Verificación del buen funcionamiento de la planta de tratamiento con el nuevo caudal	<ul style="list-style-type: none"> . Totalidad de cañerías primarias y secundarias en funcionamiento . Funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento 	Certificado de obra	Inspección y mantenimiento de obra
ACTIVIDADES	1.1- Estudios topográficos, geotécnicos y demográficos. Planimetría. 1.2- Alternativas de trazado de la Red de Desagües Cloacales 1.3- Ejecución de la obra	<ul style="list-style-type: none"> . Tercerización de estudios . Personal + Recursos económicos . Mano de obra + Materiales + Recursos económicos+ Maquinarias + Obrador 	<ul style="list-style-type: none"> . Comprobantes Contables . Inspecciones . Registro de Asistencia del personal . Inventario . Contratos de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> . Consentimiento de los vecinos para proceder con la realización y desarrollo de actividades necesarias para la ejecución de las obras . Acuerdo con autoridades municipales y provinciales . Acuerdo con entes provinciales (ENHOSA)
	2.1- Estudios topográficos, geotécnicos y demográficos. Planimetría. 2.2- Alternativas de trazado de la Red de Desagües Cloacales 2.3- Ejecución de la obra	<ul style="list-style-type: none"> . Tercerización de estudios . Personal + Recursos económicos . Mano de obra + Materiales + Recursos económicos+ Maquinarias + Obrador 		
	3.1- Estudio de cuerpos receptores 3.2- Verificación del funcionamiento de las lagunas de tratamiento con el nuevo caudal 3.3 - Ejecución de obra (en caso de ser necesaria una readecuación)	<ul style="list-style-type: none"> . Tercerización de estudios . Personal + Recursos económicos . Mano de obra + Materiales + Recursos económicos+ Maquinarias + Obrador 		

Tabla 2: Matriz de Marco Lógico

GESTIÓN DE RIESGO DE LOS PDI

GESTIÓN DE RIESGO DE LOS PDI

La gestión de los riesgos es una parte integral de la dirección del proyecto, siendo un elemento clave en el proceso de toma de decisiones. El mejor modo de evitar el fracaso del proyecto, que en ocasiones puede llegar a originar la ruina de la organización, es la utilización de ciertas herramientas que permiten gestionar los riesgos.

Como parte de la gestión del riesgo, es preciso definir una política de riesgos del proyecto con objeto de mantener los riesgos inherentes dentro de límites definidos y aceptados. Esta política debe estar de acuerdo con la política de riesgos de la organización, de manera que la identificación y el tratamiento de los riesgos sean consistentes y homogéneos en todos los proyectos.

Se entiende por riesgo en un proyecto, un evento o condición que, si ocurre, tiene un efecto sobre los objetivos del proyecto. Los riesgos pueden ser positivos o negativos.

Es necesario gestionar los riesgos negativos de manera que su efecto sobre el proyecto sea nulo o mínimo. También existe una concepción de riesgo como oportunidad, en cuyo caso se habla de riesgos positivos. En este caso lo que se pretende mediante la gestión de riesgos es incidir sobre los factores que puedan provocar la aparición de estos riesgos.

La gestión de los riesgos consta de cuatro procesos, estos son: identificación, análisis, planificación de la respuesta y supervisión y control de cargas.

El riesgo se mide a partir de dos parámetros: probabilidad e impacto. La probabilidad es la posibilidad de que el riesgo pueda ocurrir. El impacto o severidad es el efecto sobre los objetivos del proyecto, caso de materializarse el riesgo.

Todo riesgo viene definido por sus valores de probabilidad e impacto. Si el riesgo puede materializarse en más de una ocasión, aparece un tercer parámetro de medida: la frecuencia, que mide el número de veces que un determinado riesgo puede producirse a lo largo del proyecto. Para que este método sea útil y no lleve a conclusiones erróneas es preciso contar con información precisa y no tendenciosa acerca de los riesgos.

Los riesgos deben ser adecuadamente entendidos antes de proceder a la determinación de su probabilidad e impacto. Ello implica examinar el grado de conocimiento del riesgo, la información disponible, y la calidad e integridad de la información.

Una vez analizados y priorizados los riesgos del proyecto, es preciso proceder a su tratamiento, seleccionando para cada riesgo aquella estrategia de respuesta que tenga mayores posibilidades de éxito. Estas estrategias son:

Eliminación o evitación: consiste en eliminar la amenaza eliminando la causa que puede provocarla.

Transferencia: la transferencia del riesgo busca trasladar las consecuencias de un riesgo a una tercera parte junto con la responsabilidad de la respuesta.

Mitigación: busca reducir la probabilidad o las consecuencias de sucesos adversos a un límite aceptable antes del momento de activación. Es importante que los costos de mitigación sean inferiores a la probabilidad del riesgo y sus consecuencias.

Aceptación: esta estrategia se utiliza cuando se decide no actuar contra el riesgo antes de su activación. La aceptación puede ser activa o pasiva. La primera incluye el desarrollo de un plan de contingencia que será ejecutado si el riesgo ocurre. La aceptación pasiva no requiere de ninguna acción, dejándose en manos del equipo de proyecto la gestión del riesgo si este llegara a materializarse.

Los procesos o análisis previos a la resolución de un determinado problema, desde el punto de vista de la Ingeniería Civil, no deben ser abordados desde lo estrictamente técnico-Ingenieril, frecuentemente denominado "Lo Estructural". Se deberá tratar de adquirir competencias, sobre todo en las etapas de reflexionar la Situación Problema (SP) u Oportunidad de Mejora (OdM), en un tratamiento integral u holístico donde los aspectos técnicos-ingenieriles pueden llegar a ser o no, un componente más de la solución, pero no el único y menos aún, el principal.

Para el presente proyecto, se analizará la Gestión de Riesgos aplicada a la ingeniería civil desde dos miradas. La primera, desde el Medio Físico Social hacia el Proyecto y la segunda del Proyecto hacia el Medio Físico Social.

DEL MEDIO AL PROYECTO

Entendiéndose en este caso, las amenazas del medio al proyecto, como las limitantes que reducen el área disponible para ser utilizada en las diferentes alternativas propuestas, la oposición de los vecinos, las voluntades políticas para aprobar la ejecución ya que es una obra no vistosa. La naturaleza juega un rol fundamental por tratarse de una obra a cielo abierto, por lo que es importante la modificación rápida y eficaz del plan de trabajo si fuera necesario.

Para el caso del Proyecto en estudio, se realiza el respectivo análisis en la Tabla 3.

RUBRO/ÁREA	SITUACIÓN	RIESGO		INTERVENCIÓN DE MEJORA	
	APLICA	AMENAZA	VULNERABILIDAD	ACCIÓN	VIABILIDAD
FÍSICAS/ TERRENO	Si	Escases de terreno	Imposibilidad de plantear diferentes alternativas	Optimización de las alternativas	Si
ECONÓMICAS/ FINANCIERAS	Si	Impedimento a la financiación	Insolvencia de los beneficiarios	Busqueda de inversionistas	Si
SOCIAL	Si	Oposición a la realización de la obra	Priorizar otros servicios primarios	Reuniones informativas sobre los beneficios de la obra/horarios de trabajo	Si
POLÍTICA	Si	Obras no visibles	Postergación de la ejecución del proyecto	Manifiestar la necesidad de la realización de la obra, de parte de los beneficiarios	Si
TÉCNICA	Si	Imprevistos	Inclemencias del clima	Posibilidad y eficacia en la modificación del plan de trabajo	Si
CULTURAL	No	-	-	-	-
ECOLÓGICA	No	-	-	-	-
INSTITUCIONAL	No	-	-	-	-

Tabla 3: Riesgos de los PDI – Del Medio al Proyecto.

DEL PROYECTO AL MEDIO

Se entiende por amenazas del proyecto al medio a la alteración de las características del suelo, al aumento de emisiones de ruidos y materiales contaminantes a la atmósfera, a la incomodidad social causada por la interrupción temporal del tránsito, a la aparición de imprevistos que entorpecen la normal ejecución de la obra generando pérdidas de tiempo y de dinero, al descontento de las personas/empresas encargadas del mantenimiento de los pozos absorbentes.

Para el caso del Proyecto en estudio, se realiza el respectivo análisis en la Tabla 4.

RUBRO/ÁREA	SITUACIÓN	RIESGO		INTERVENCIÓN DE MEJORA	
	APLICA	AMENAZA	VULNERABILIDAD	ACCIÓN	VIABILIDAD
FÍSICAS/ TERRENO	Si	Expropiación de terrenos	Costo y tiempo	Optimización de espacios	Si
ECONÓMICAS/ FINANCIERAS	Si	Insolvencia	Proyecto postergado o irrealizable	Busqueda de inversionistas	Si
SOCIAL	Si	. Pérdida de fuente de trabajo . Posibles interferencias de tráfico	. Empresas de camiones atmosféricos . Vecinos	. Reubicación en empleos afines . Señalización . Aviso de horarios de trabajo	Si
POLÍTICA	No	-	-	-	-
TÉCNICA	Si	Imprevistos	Costo y tiempo	Excelente identificación del problema y eficaz optimización de la solución	Si
CULTURAL	No	-	-	-	-
ECOLÓGICA	Si	Ruidos molestos y polución	Vecinos y obreros	. Comunicación de horarios de trabajo . Brindar elementos de protección adecuados para cada actividad a realizar	Si
INSTITUCIONAL	No	-	-	-	-

Tabla 4: Riesgos de los PDI – Del Proyecto al Medio.

COMPONENTES DE UNA RED

The background features a solid brown top section. Below it, a light green triangle points downwards from the right edge. The bottom-left corner is a white triangle pointing upwards. The text 'COMPONENTES DE UNA RED' is centered in the brown area in a light green, hand-drawn font.

COMPONENTES DE UNA RED

COLECTOR PRINCIPAL:

Es la tubería que recoge las aguas residuales de las colectoras. Normalmente van por el centro de la calle, se ubican en el centro del área de consumo. Puede terminar en un colector más importante, en un emisario o en la planta de tratamiento.

COLECTORAS:

Es la tubería que recoge las aguas residuales de las descargas domiciliarias para entregarlas al colector por medio de una boca de registro. Van normalmente por la calle o bien por la vereda.

COLECTORAS SUBSIDIARIAS:

No es conveniente conectar a las colectoras cuando va instalada muy profundo; en estos casos el diseño debe prever cañerías subsidiarias paralelas a las colectoras, en las que se conecten las acometidas domiciliarias, para luego conectarlas a un colector, mediante una boca de registro. Van normalmente por la vereda.

DESCARGA DOMICILIARIA:

Permite el desalojo de las aguas servidas, desde el interior de la vivienda a la red colectora (red externa o pública).

La cañería de la conexión domiciliaria es de DN 110 mm. El empalme de la conexión con la colectoras es mediante un ramal a 45°, que desemboca con el mismo sentido que el flujo de la colectoras.

BOCA DE REGISTRO (BR):

Las bocas de registro se ubican en cada esquina de las plantas urbanas, en todas las nacientes de tuberías, en la unión entre colectoras y con los colectores, en cambio de pendiente, de diámetro, de dirección, de material, donde deben realizarse saltos y donde las razones de proyecto así lo requieran. Se recomiendan las siguientes distancias máximas entre bocas de registro:

DIÁMETRO DE CAÑERÍA (MM)	DISTANCIA ENTRE BR (M)
150 a 500	120
600 a 1000	150
> 1000	Se estudia en particular

Tabla 5: Distancias máximas entre B.R.

BOCAS DE ACCESO Y VENTILACIÓN (BAV):

Se utilizarán específicamente donde haya arranque de una sola colectoras y la tapada no exceda 1.20m. De no darse estas condiciones se instalarán bocas de registro.

EMISARIO:

Es el conducto que recibe las aguas de un colector. No recibe ninguna aportación adicional en su trayecto y su función es conducir las aguas negras a la entrada de la planta de tratamiento. También se le denomina emisario al conducto que lleva las aguas tratadas (efluente) de la caja de salida de la planta de tratamiento al sitio de descarga.

PIEZAS ESPECIALES EN TODAS LAS CONDUCCIONES

Se entiende por piezas especiales todos aquellos elementos constituyentes de la cañería (ya sea por gravedad o por impulsión) que no son caños rectos o válvulas, sean de fabricación estándar o de diseño y fabricación especial. Comprenden las juntas, juntas de transición, curvas y codos, tés, reducciones, piezas terminales, uniones y las piezas de montaje e intervención.

VÁLVULA ESCLUSA

Es una pieza de gran importancia y es utilizada en general como una válvula de bloqueo para dejar pasar o no el agua. Además, su operación y movimiento suele ser lento.

Cumple tres funciones básicas y fundamentales:

- ▶ Controla la presión del circuito para estabilizarlo y no forzar a las otras piezas del equipo, como puede ser el cilindro o el rotor, por ejemplo.
- ▶ Controla el caudal gracias a su accionar
- ▶ Controla la dirección en la que se dirige un fluido para orientarlo hacia el correcto. Esto se logra bloqueando su paso.

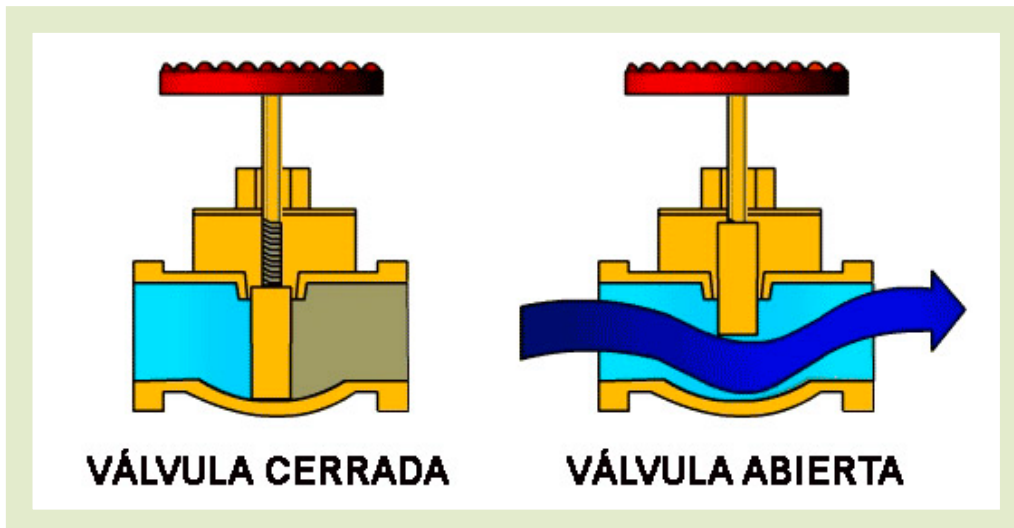


Figura 22: Válvula esclusa cerrada y abierta.

VÁLVULA DE RETENCIÓN

Su principal misión es cerrar el paso de un fluido que está circulando en una dirección determinada por un circuito. Es decir, controlar que no pase por un punto por el que no se desea que circule dicho fluido y que mantenga la circulación del fluido por la parte del circuito que interese. El funcionamiento de la válvula de retención es totalmente automático, mediante la acción de un muelle interior o por gravedad, cierra el

paso tan pronto como la presión del fluido desaparece.

A su vez, permite sin mayores problemas la circulación en el sentido contrario al que bloquea el paso. Además de controlar la circulación, este tipo de válvulas ofrecen otras ventajas, entre las que destaca que desde su posición de apertura a la de cierre hay muy poco recorrido del elemento que se utiliza para bloquear el paso. Por lo tanto, el cierre o la apertura de una válvula se producen con bastante rapidez.

Estas válvulas se instalan cuando se necesita mantener la presión en una tubería que está en funcionamiento, al mismo tiempo que se evita que el líquido que circula por ella vuelva al punto por donde se suministra. Así, se consigue que vaya desde el punto por el que entra al circuito hasta el paso de salida del mismo, por el que se descargará. En ese sentido siempre tendrá el paso despejado. En el sentido contrario, estará bloqueado por la válvula de retención.

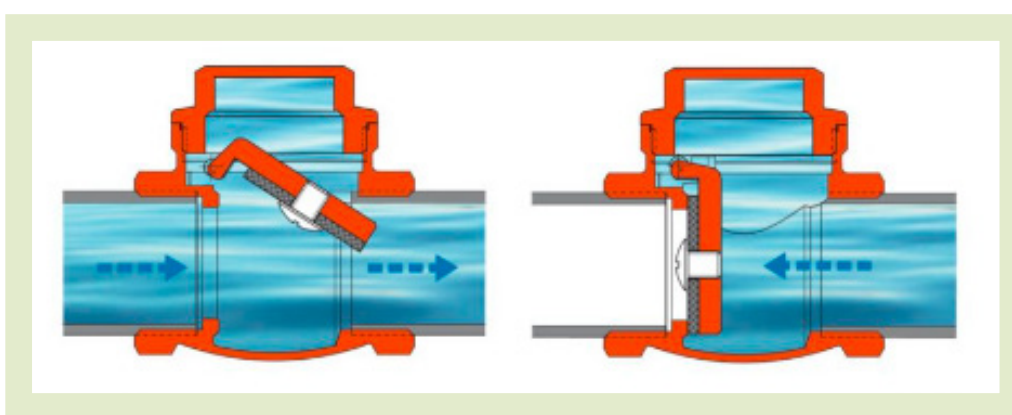


Figura 23: Válvula de retención abierta y cerrada.

VÁLVULA DE AIRE

La finalidad de una válvula de aire es equilibrar la presión y evitar el desifonamiento de los aparatos sanitarios, es decir, la pérdida del volumen de agua del sifón. Se abren y facilitan la entrada de aire del exterior cuando se produce una depresión en la instalación a causa de la descarga de elementos sanitarios. Cuando la descarga finaliza, la válvula se cierra, impidiendo la salida al exterior de malos olores procedentes de la instalación, limitando las fluctuaciones de presión dentro de la canalización de descarga.



Figura 24: Válvula de aire.

DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

GENERALIDADES

Para toda red cloacal a dimensionar, es necesario conocer el caudal máximo y mínimo a desaguar. El primero se utiliza para verificar la capacidad hidráulica del sistema, el segundo, para verificar la pendiente elegida en el diseño que debe cumplir con la mínima de autolimpieza, garantizando el arrastre de los sedimentos.

Teniendo en cuenta que las redes de desagüe de líquidos residuales trabajan gracias a la acción de la gravedad, es importante que el tendido de ellas posea una pendiente similar a la del terreno, esto nos asegura profundidades de zanjas constructivamente y económicamente aceptables.

En el presente capítulo, se desarrollan los cálculos de dimensionamiento y verificaciones necesarias para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

CRITERIOS PARA EL TRAZADO DE LA RED

Es importante garantizar funcionalidad del proyecto, lo que implica equipamiento de calidad, mano de obra capacitada y soluciones técnicas acordes a las características de la demanda y proyección de los barrios. Pero como en toda obra de ingeniería, el aspecto económico es un condicionante a considerar en el diseño y ejecución.

Como se trata de una ampliación de la red de desagües, los nuevos caudales se vuelcan en las conexiones existentes.

Los caudales de Gardelito y Santa Rosa, son transportados a una Estación Elevadora de Líquido Cloacal (E.E.L.C.) ubicada en Santa Rosa, que forma parte de la red existente, y de allí son transportados a las lagunas de tratamiento, que se encuentran al noreste de la ciudad.

El barrio Malvinas Argentinas, evacúa los caudales recolectados a través de la red en una E.L.L.C. ubicada en Barrio San Martín, en las inmediaciones con el barrio en estudio. El cálculo de dicha estación forma parte de este proyecto. Las aguas residuales son transportadas desde esta estación hacia la ubicada en Santa Rosa.

En el Anexo 1 “Red de desagües cloacales de Calchaquí”, se encuentra la planimetría de la red existente. En tanto, en el Anexo 2 “Trazado de la red” se observan los planos de los barrios planteados en este proyecto y su conexión a la red de la ciudad.

TAPADAS

Para el diseño se adoptan los valores de tapada mínima según norma: para conductos con diámetros de 0,075 m a 0,250 m se fija tapada de 1 m.

PENDIENTES

Con el objeto de facilitar el arrastre de los sedimentos hacia los puntos bajos y acelerar el desagote de los conductos, los mismos no deben ser colocados horizontalmente. Según ENOHSa se recomiendan pendientes mínimas del 3‰.

ENTIBADO

Al tratarse de una obra que requiere excavación para la disposición de las cañerías, existe el riesgo de desmoronamiento del suelo. Es por ello que para evitar accidentes se requieren estructuras llamadas entibados.

En el proyecto no se considerará el entibamiento, esto se debe a que el suelo es estable para las profundidades que se deben excavar en el desarrollo de la red.

PERÍODO DE DISEÑO

Es el tiempo, medido en años durante los cuales el sistema y sus partes integrantes pueden cumplir con las funciones para las cuales fue proyectado. Cuando se trata de redes de distribución, según ENOHSA, los períodos de diseño suelen quedar acotados entre 20 y 30 años (en algunos casos los Organismos Internacionales de Crédito fijan el período de diseño en 15 años), mientras que la vida útil de estas instalaciones puede llegar a superar los 50 años. Para este proyecto se define un período de diseño de 20 años. Este tiempo debe ser medido desde el inicio efectivo de operaciones del sistema o de la parte del sistema considerada, por lo que se toma como hipótesis:

- ▶ Año de inicio ejecución de la obra: 2024.
- ▶ Año de puesta en funcionamiento: 2024.
- ▶ Período de diseño: hasta 2044

POBLACIÓN FUTURA

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

DONDE:

P_n: Población en el año n.

P_o: Población actual.

ip: Índice Crecimiento Población Anual.

n: año de diseño.

DOTACIÓN FUTURA

Se la define como la cantidad media anual en litros por día que se le asigna a cada habitante y comprende de consumos domésticos, comerciales, industriales públicos, pérdidas y desperdicios (Boidi, 2015).

Ante recomendaciones profesionales, se adopta una dotación de diseño de 180 (lts/hab.día), que se encuentra sujeto a variaciones de consumo futuras.

$$\delta_n = \delta_o * (1+id)^n$$

DÓNDE:

δ_n: Dotación en el año n.

δ_o: dotación actual.

id: Índice Incremento Consumo Anual.

n: cantidad de años de diseño (20 años).

CAUDALES DE DISEÑO

CAUDAL MEDIO DIARIO:

para el año n, se determinará tomando en cuenta los siguientes aportes:

- ▶ Caudales originados en el vuelco de los usuarios domésticos y de pequeños comercios e industrias.
- ▶ Caudales debidos a la infiltración en las cañerías y cámaras, salvo que se demuestre la inexistencia de los mismos.
- ▶ Caudales volcados por grandes usuarios (descargas concentradas)
Para el cálculo del caudal medio se utilizará la siguiente expresión general:

$$Q_{Cn} = Q_{Cn}' + I_n + \sum Q_{CSn}$$

Donde:

Q_{Cn} : Caudal medio diario de diseño para el año n (m³/día).

Q_{Cn}' : Caudal medio diario para el año n, debido exclusivamente a usuarios domésticos y pequeños comercios, oficinas e industrias y sanitarios de edificios públicos y grandes establecimientos (m³/día).

I_n : Caudal aportado por la infiltración para el año n, en m³/día.

$\sum Q_{CSn}$: Sumatoria de los caudales medios diarios aportados por los grandes usuarios, para el año n (para un tramo de colectora, para la red integral, etc., según se trate).

En el Capítulo 8.13. "Caudales de Infiltración" de las normas ENOHSA, en el inciso a. se especifica que "Cuando el tipo de junta de las cañerías sea flexible, en cualquiera de sus formas (aros de goma), no se considerarán aportes por infiltración a las colectoras".

Además, no existen grandes usuarios en los barrios del proyecto ya que son residenciales, lo que conduce a que pueda eliminarse el tercer término de la expresión, quedando sencillamente:

$$Q_{Cn} = Q_{Cn}'$$

Es decir, que todos los aportes a la red cloacal son debidos a los usuarios domésticos.

El caudal medio diario doméstico Q_{Cn}' para el año n, se determinará por la siguiente expresión:

$$Q_{Cn}' = P_{sn} * d_n$$

DONDE:

P_{sn} : Población a servir con cloacas al final del año n incluyendo la población equivalente debida a los pequeños comercios, oficinas e industrias, etc. (habitantes).

d_n : dotación futura para el año n (m³/hab.día)

Los caudales máximos y mínimos se determinan por las siguientes expresiones:
Caudal mínimo horario: es el menor caudal instantáneo del día de menor vuelco.

$$Q_A = \beta_2 * Q_{Cn}'$$

Caudal mínimo diario: caudal medio del día de menor vuelco.

$$Q_B = \beta_1 \times Q_{Cn}'$$

Caudal máximo diario: caudal medio del día de mayor vuelco

$$Q_D = \alpha_1 \times Q_{Cn}'$$

Caudal máximo horario: mayor caudal instantáneo del día de mayor vuelco.

$$Q_E = \alpha_2 \times Q_{Cn}'$$

GASTO HECTOMÉTRICO:

representa el caudal aportado por cada hectómetro de red.

$$GHm = \frac{Q_{\text{max horario}} \text{ (lts/seg)}}{\text{Longitud red (Hm)}}$$

La norma prevé una serie de coeficientes que relacionan el caudal medio diario (calculado previamente) con los caudales máximos y mínimos horarios y diarios. Estos coeficientes se encuentran en el Cuadro 2.3.2. "Coeficientes para caudales volcados a colectoras" de la Norma ENOHSA (ver Figura 27):

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 h ≤ P _S ≤ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h < P _S ≤ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h < P _S ≤ 30.000 h	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Figura 27: Coeficientes para caudales volcados a colectoras- Norma ENOHSA.

Con el Caudal Medio Diario (de la población total de la ciudad) proyectado a 20 años se calculan las lagunas de estabilización.

Con el Caudal Máximo horario proyectado a 20 años se dimensionan la Red Colectora y las Estaciones de Bombeo. Con el mismo caudal pero proyectado a 10 años, se calcula la potencia de las bombas de dichas estaciones.

GARDELITO

Población a servir P_0 : 330

Población futura P_{20} : 444

MEMORIA TÉCNICA:

Dotación Actual d_0 : 180 (lts/hab.día)

Índice Incremento Consumo Anual id : 1.0%

Índice de Crecimiento Poblacional Anual ip : 1.5%

► Población Futura:

$$P_{10} = 1353 * (1+0.015)^{10} = 1571 \text{ hab.}$$

$$P_{20} = 1353 * (1+0.015)^{20} = 1823 \text{ hab.}$$

► Dotación Futura:

$$d_{10} = 180 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right) * (1+0.01)^{10} = 198.83 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right)$$

$$d_{20} = 180 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right) * (1+0.01)^{20} = 219.63 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right)$$

► Caudales de Diseño:

Longitud de la red l : 25,20 (Hm)

POBLACIÓN SERVIDA	De 500 - 3000 habitantes	
α_1	1,40	maximo diario
α_2	1,90	maximo horario
α	2,66	total maximo horario
β_1	0,60	minimo diario
β_2	0,50	minimo horario
β	0,30	total minimo horario

Tabla 6: Coeficientes para caudales.

PROYECCIÓN (Años)	POBLACIÓN (Hab it)	DOTACIÓN (lts/hab día)	Q.MED. DIARIO (lts/seg)	Q.MIN. DIARIO (lts/seg)	Q. Q. MAX. D HORARIO (lts/seg)	GHM(l) (lts/Hm.Seg)	Q. MIN. AUTOLIMP. (lts/seg)
0	330	180,00	0,69	0,41	0,96 1,83	0,073	0,78
10	383	198,83	0,88	0,53	1,23 2,34	0,093	1,00
20	444	219,63	1,13	0,68	1,58 3,01	0,119	1,29

* Con el Caudal Medio Diario (de toda la población) proyectado a 20 años se calculan las Lagunas de Estabilización

* Con el Caudal Maximo Horario proyectado a 20 años se dimensionan la Red Colectora y las Estaciones de Bombeo

* Con el Caudal Maximo Horario proyectado a 10 años se calculan las Potencias de las Bombas

Tabla 7: Caudales barrio Gardelito.

MALVINAS ARGENTINAS

Población a servir P_0 : 1200

Población futura P_{20} : 1616

MEMORIA TÉCNICA:

Dotación Actual d_0 : 180 (lts/hab.día)

Índice Incremento Consumo Anual id : 1.0%

Índice de Crecimiento Poblacional Anual ip : 1.5%

► Población Futura:

$$P_{10} = 1200 * (1+0.015)^{10} = 1393 \text{ hab.}$$

$$P_{20} = 1200 * (1+0.015)^{20} = 1616 \text{ hab.}$$

► Dotación Futura:

$$d_{10} = 180 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right) * (1+0.01)^{10} = 198.83 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right)$$

$$d_{20} = 180 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right) * (1+0.01)^{20} = 219.63 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right)$$

► Caudales de Diseño:

Longitud de la red l : 31.40 (Hm)

PROYECCIÓN (Años)	POBLACIÓN (Habit)	DOTACIÓN (lts/hab.día)	Q_C (lts/seg)	Q_B (lts/seg)	Q_D (lts/seg)	Q_E (lts/seg)	GHM(l) (lts/Hm.Seg)	Q.MIN. AUTOL IMP. (lts/seg)
0	1200	0,00	2,50	1,50	3,50	6,65	0,212	2,85
10	1393	198,83	3,20	1,92	4,49	8,53	0,271	3,65
20	1616	219,63	4,11	2,47	5,75	10,93	0,348	4,68

* Con el Caudal Medio Diario (de toda la población) proyectado a 20 años se calculan las Lagunas de Estabilización

* Con el Caudal Maximo Horario proyectado a 20 años se dimensionan la Red Colectora y las Estaciones de Bombeo

* Con el Caudal Maximo Horario proyectado a 10 años se calculan las Potencias de las Bombas

Tabla 8: Caudales barrio Malvinas Argentinas.

SANTA ROSA

Población a servir P_0 : 870

Población futura P_{20} : 1172

MEMORIA TÉCNICA:

Dotación Actual d_0 : 180 (lts/hab.día)

Índice Incremento Consumo Anual i_c : 1.0%

Índice de Crecimiento Poblacional Anual i_p : 1.5%

► Población Futura:

$$P_{10} = 870 * (1+0.015)^{10} = 1010 \text{ hab.}$$

$$P_{20} = 870 * (1+0.015)^{20} = 1172 \text{ hab.}$$

► Dotación Futura:

$$d_{10} = 180 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right) * (1+0.01)^{10} = 198.83 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right)$$

$$d_{20} = 180 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right) * (1+0.01)^{20} = 219.63 \left(\frac{\text{lts}}{\text{hab.día}} \right)$$

► Caudales de Diseño:

Longitud de la red l : 17,00 (Hm)

PROYECCIÓN (Años)	POBLACIÓN (Hab +)	DOTACIÓN (lts/hab día)	Q. MED. DIARIO (lts/seg)	Q. MIN. DIARIO (lts/seg)	Q. MAX. DIARIO (lts/seg)	Q. MAX. HORARIO (lts/seg)	GHM(l) (lts/Hm.Seg)	Q. MIN. AUTOL IMP. (lts/seg)
0	870	180,00	1,81	1,09	2,54	4,82	0,284	2,07
10	1010	198,83	2,32	1,39	3,25	6,18	0,364	2,65
20	1172	219,63	2,98	1,79	4,17	7,92	0,466	3,40

* Con el Caudal Medio Diario (de toda la población) proyectado a 20 años se calculan las Lagunas de Estabilización

* Con el Caudal Maximo Horario proyectado a 20 años se dimensionan la Red Colectora y las Estaciones de Bombeo

* Con el Caudal Maximo Horario proyectado a 10 años se calculan las Potencias de las Bombas

Tabla 9: Caudales barrio Santa Rosa.

VERIFICACIONES

Obtenidos el caudal máximo y mínimo, se procede al dimensionamiento de la red. El primero se utiliza para verificar el diámetro de los caños colectores que integran la instalación, y el último para la verificación de la pendiente utilizada en el trazado, la cual debe garantizar la autolimpieza.

Dimensionado de colectores para caudal máximo

Normalmente, en cañerías cloacales, la condición de flujo máximo se alcanza al final del periodo de diseño, llenándose de forma esporádica durante lapsos de escurrimiento del caudal máximo. En este caso, al contar con una población de diseño actual definida, la condición de flujo máximo, puede llegar a ocurrir en cualquier momento de su vida útil.

El diámetro del colector máximo está definido por la ecuación utilizada para instalaciones que escurren a gravedad.

$$\varnothing = \left(\frac{Q_{m\acute{a}x} * n}{0.312 * \sqrt{i}} \right)^{(3/8)}$$

DÓNDE:

\varnothing : diámetro del colector en mm.

$Q_{m\acute{a}x}$: caudal máximo de diseño en m³/s.

n : características del material.

i : pendiente de la cañería en m/m.

Se adopta una pendiente mínima del 3‰, la cual es normalmente utilizada para este tipo de proyectos. En cuanto al coeficiente n, se elige 0,01 correspondiente a material PVC.


CAÑO C/ARO DE GOMA - CLOACAL	CLASE	DN	ESP.	KGS. POR CAÑO
 <p>LARGO 6 Metros</p>	CLOACAL	110	3,20	10,44
	CLOACAL	160	3,20	15,33
	CLOACAL	200	4,00	23,91
	CLOACAL	250	4,90	36,51
	CLOACAL	315	6,20	57,88
	CLOACAL	355	7,00	73,62
	CLOACAL	400	7,90	93,60
	CLOACAL	450	8,50	100,70
	CLOACAL	500	9,80	145,00
	CLOACAL	630	12,40	231,00

Figura 28: Especificaciones técnicas Caños de PVC.

PARÁMETROS HIDRÁULICOS:

Se determinó el tirante “h” en cada tramo, según sus características, con el caudal de diseño QE20. Obtenido este, se calcula la relación h/D, verificando que no supere 0.80 (relación de máxima velocidad), donde D es el diámetro interno de la cañería adoptada. A partir de lo cual se determinará tanto el perímetro mojado como la superficie mojada, y con estos el radio hidráulico. Luego, utilizando la expresión de Manning, suponiendo un flujo uniforme, se determinará la velocidad en el tramo, que se compara con los límites para su verificación. Las expresiones para el cálculo son las siguientes:

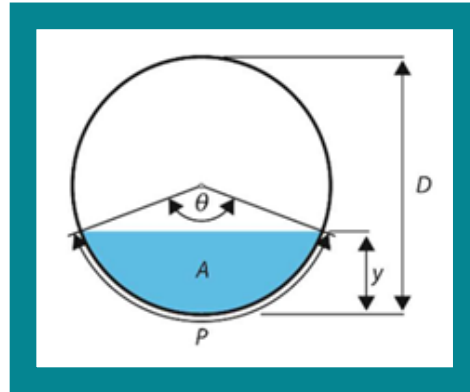
$$\text{Perímetro mojado: } P = \frac{D \cdot \theta}{2}$$

$$\text{Superficie mojada: } \Omega = \frac{D^2}{8} * (\theta - \text{sen}\theta)$$

$$\text{Radio hidráulico: } R = \frac{P}{\Omega}$$

Velocidad de deslizamiento del fluido:

$$V = 1/\eta * R^{2/3} * i^{1/2}$$



Dónde:

$$\theta = 2 * \arcsin(1 - 2 * h/D)$$

D= diámetro interno

η= Coeficiente de Manning (η=0,01)

PENDIENTE DE AUTOLIMPIEZA PARA CAUDALES MÍNIMOS

Se debe asegurar que la pendiente mínima necesaria para la autolimpieza, sea menor o igual a la pendiente mínima adoptada en el proyecto para cada tramo de cañería, evitando así la sedimentación de las partículas.

La pendiente de autolimpieza, como se observa en la ecuación, surge del producto entre un coeficiente que depende de la fuerza tractiva y el material, y el caudal para el tramo analizado. Con un valor de esfuerzo tractiva de 0,10 kg/m², se considera que las cañerías tendrán un buen arrastre hidráulico del material sedimentable.

$$i_{\text{autolimpieza}} = c * Q^{-0,46}$$

Dónde:

$i_{\text{autolimpieza}}$: Pendiente de autolimpieza en m/m.

c: Coeficiente que depende de la fuerza tractiva y el material. Para PVC 0,000234.

Q: Caudal para el tramo en análisis en l/s.

VELOCIDADES LÍMITES

En todos los tramos se han verificado las velocidades máximas en base a dos criterios: evitar la erosión del material y asegurar que el volumen del líquido que escurre no aumente por la incorporación de aire.

La velocidad máxima admisible de 3,0 m/s. La velocidad máxima que asegura la no incorporación de aire se determina a través de la expresión de Boussinesq:

$$Umáx = B (g * Rh)^{1/2}$$

Dónde:

Umáx = velocidad límite de escurrimiento a sección llena en el tramo considerado en (m/s).

B = coeficiente de Boussinesq, cuyo valor es 6 para la condición de inicio de la incorporación de aire.

Rh = radio hidráulico del tramo para sección circular llena en (m).

g = 9,81 (m/s²) aceleración de la gravedad.

ESTACIÓN ELEVADORA MALVINAS ARG.

ESTACIÓN ELEVADORA BARRIO MALVINAS ARG.

Se define así a la unidad destinada a la elevación de líquido cloacal en cualquier parte del sistema (red colectora, planta de tratamiento, etc.). Tal denominación incluye el conjunto integrado por las bombas, motores, máquinas auxiliares, aparatos de medición, tableros de comando, proyecciones, cámara de bombeo propiamente dicha y edificios e instalaciones complementarias.

Se coloca una estación en barrio Malvinas Argentinas para bombear el caudal de Malvinas Argentinas hasta la red existente, que es enviado a una estación ubicada en barrio Santa Rosa, desde donde es transportada hasta las lagunas de tratamiento.

La cota intradós con la que la cañería llega a la E.E.L.C. es 51,57m, por lo que es necesario elevarla para conectarla con una boca de registro existente ubicada a 240m de la estación, con una cota de 52,62m. Después es llevada a una estación ubicada en barrio centro y luego, a la de Santa Rosa.

Impulsar el líquido desde Malvinas Argentinas hasta las lagunas de tratamiento derivaría en un costo muy alto e innecesario, ya la estación ubicada en barrio Santa Rosa fue diseñada para recibir el líquido proveniente de las demás estaciones.

DISEÑO DE LA E.E.L.C.

PARÁMETROS DE DISEÑO:

Para determinar el caudal de impulsión se multiplica al caudal de aporte por un coeficiente de mayoración $C_m=1,10$, con el objetivo de lograr que el caudal que egresa del pozo sea mayor al que ingresa, asegurando de esta manera que el tiempo de vaciado sea menor al de llenado.

$$Q_{b_{20}} = 1,1 * Q_{Max.Hor20} = 1,1 * 10,93 \text{ (l/s)}$$

$$Q_{b_{20}} \text{ (l/s)} = 11,39 \text{ (l/s)}$$

$$Q_{m_{20}} = 4,11 \text{ (l/s)}$$

CAÑERÍA DE IMPULSIÓN:

Se utilizará cañería de PVC clase 6.

Para la determinación del diámetro de la cañería de impulsión se utiliza la Ecuación del Diámetro Económico.

$$\phi_{imp} \text{ (m)} = \pi/4 * X^{1/4} * Q_{b_{20}}^{1/2}$$

Donde:

$$Q_{b_{20}} = 0,0114 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$X = \frac{t_b}{24 \text{ hs}} = 0,361$$

$$Hs = \frac{V_{24} \text{ (lts)}}{Q_b} = 8,66 \longrightarrow t_b$$

$$V_{24} = Q_{m_{20}} \text{ (l/s)} * 86400s = 354.978 \text{ l}$$

$$Q_{m_{20}} = 4,11 \text{ (l/s)}$$

$$\text{Luego} \longrightarrow \phi_{imp} \text{ (m)} = 0,102$$

CAÑO C/ARO DE GOMA - CLASE 6	CLASE	DN	ESP.	Kgs.
  LARGO 6 Metros	CLASE 6	50	1,70	2,50
	CLASE 6	63	1,90	3,54
	CLASE 6	75	2,20	4,80
	CLASE 6	90	2,70	7,02
	CLASE 6	110	3,20	10,07
	CLASE 6	125	3,70	12,78
	CLASE 6	140	4,10	16,53
	CLASE 6	160	4,70	21,60
	CLASE 6	200	5,90	33,62
	CLASE 6	225	6,60	42,86
	CLASE 6	250	7,30	51,93
	CLASE 6	280	8,20	68,20
	CLASE 6	315	9,20	82,30
	CLASE 6	355	10,40	104,66
	CLASE 6	400	11,70	133,21
CLASE 6	500	14,60	162,40	
CLASE 6	630	18,40	208,50	

Figura 29: Especificaciones técnicas Caños de PVC Clase 6.

Adopto Caño de PVC Clase 6 $\phi_{110\text{mm}}$, con $\phi_{\text{int}} = 103,6\text{mm}$

DIÁMTERO INTERNO ϕ_{int} (m)	SECCIÓN A (m ²)	CAUDAL DE BOMBEO $Q_{10}^b = 1,1 * Q_E$ (m ³ /s)	VELOCIDAD $V = Q_{b10} / A$ (m/s)
0,103	0,008	0,01	1,186

Tabla 10: Resultados en base a caño de PVC adoptado

Como la velocidad es mayor a 0,9m/s, verifica.

DETERMINACIÓN DE LA BOMBA A ADOPTAR

CAUDAL DE DISEÑO	(m ³ /h)	(m ³ /s)	(l/s)
Q _{E10}	31,99	0,0089	8,88
Q _{E20}	41,00	0,0114	11,39

Tabla 11: Caudal máximo horario.

Factor de Bombeo: 1,10

Caudal de diseño de la bomba: $Q_b = 1,10 * Q_E$

CAUDAL DE DISEÑO	(m ³ /h)	(m ³ /s)	(l/s)
Q _{b10}	35,18	0,0098	9,77
Q _{b20}	45,10	0,0125	12,53

Tabla 12: Caudal de diseño a 10 y 20 años.

VOLUMEN ÚTIL DE LA CÁMARA HÚMEDA

$$V_{\text{útil}} = 1,15 * \frac{Q_{b20}}{4 * f_{\text{máx}}}$$

Donde:

V_{útil}: Volumen útil de la cámara

Q_{b20}: Caudal de la bomba a 20 años

f_{máx}: Frecuencia máxima admisible de arranque por horas; f_{máx}=6

Luego, $V_{\text{útil}} = 2,16 \text{ m}^3$

Adopto cámara rectangular.

Lx	2.00 m
Ly	2.50 m
ALTURA ÚTIL	0.43 m
ALTURA DE FONDO	0.55 m
VOLUMEN DE FONDO	2.75 m ³
ESPELOR LOZA DE FONDO + H LIMPIEZA	0.55 m
HORMIGON DE FONDO	0.41 m ³
VOLUMEN NETO DE FONDO	2.35 m ³

Tabla 13: Dimensiones cámara húmeda.

TIEMPO MÁXIMO DE PERMANENCIA:

Es la suma del tiempo de llenado del pozo y el tiempo de funcionamiento de la bomba.

$$t_{\text{maxper}} = \frac{V_{\text{util}}}{Q_{\text{B0}}} + \frac{V_f + 0,5 * V_{\text{util}}}{Q_{\text{b10}} - Q_{\text{B0}}}$$

Donde

QB0: Caudal mínimo diario en el año 0.

$$Q_{\text{B0}} = 0,00156 \text{ m}^3/\text{s}$$

Qb10: Caudal de bombeo para los 10 primeros años.

Vf: Volumen de fondo de la cámara.

Luego $t_{\text{maxper}} = 0,50 \text{ hs}$

ALTURA MANOMÉTRICA:

Para determinar la altura manométrica de la bomba se utiliza la ecuación de Bernoulli. Siendo igual a la suma del desnivel topográfico desde el cual se debe elevar el agua, el desnivel cinemático y las pérdidas de carga (localizadas y por fricción).

$$H_{\text{man}} \text{ (m)} = \Delta H + \frac{V^2}{2g} + Jt$$

COTA DE TERRENO NATURAL (CTN)	53,95
COTA INTRADOS CAÑERÍA ENTRADA (CICE)	51,57
EXRASDÓS CAÑERÍA DE ENTRADA (M)	51,37
REVANCHA	0,30
COTA FONDO EXCAVACIÓN (NF)	49,54
COTA LOSA DE FONDO (NFCB)	50,09
COTA NIVEL PARADA DE BOMBAS (CNP)	50,64
COTA NIVEL ARRANQUE DE BOMBAS (CNA)	51,07
PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN	4,41
COTA INTRADOS CAÑERÍA DE IMPULSION (CISI)	52,85

Tabla 14: Resumen cotas para cálculo de altura manométrica.

Diámetro de la cañería de entrada: $\phi=200$ mm

Desnivel topográfico:

$$\Delta H = \text{CISI} - \text{CNP} = 2,21 \text{ m}$$

Pérdidas de carga (Jt):

La suma de las pérdidas de carga longitudinales más las pérdidas de carga localizadas equivalen a las pérdidas de carga total producidas a lo largo de la cañería de impulsión.

Para determinar la magnitud de las pérdidas de carga localizadas, se emplea el método de las longitudes equivalentes. Esta longitud se encuentra tabulada y depende, fundamentalmente, del tipo de accesorio y del diámetro de la cañería.

Pérdidas por fricción:

$$\Delta H_{\text{fric}} \text{ (m)} = J * L \text{ (m)}$$

Donde

$$J = \left(\frac{Qb10 \text{ (m}^3\text{/s)}}{0,2785 * C * \phi_{\text{(int.)}} \text{ (m)}} \right)^{1,85} = 0,0118 \quad \text{(Fórmula de Williams-Hazen)}$$

$$Q_{b10} = 0,0098 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$C = 150$$

$$\varnothing_{int} = 103,6 \text{ mm}$$

L: longitud de impulsión.

$$L = \text{CISI-CNP} + \text{tramo horizontal} = 242,21 \text{ m}$$

Luego,

$$\Delta H_{fric} = 2,86 \text{ m}$$

Pérdidas localizadas:

$$\Delta H_{loc} \text{ (m)} = L_{eq_{TOTAL}} \text{ (m)} * J$$

Equivalencias de longitud por piezas especiales:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LEQUNITARIA	LEQTOTAL
VÁLVULA ESCLUSA	1	0,83	0,83
VÁLVULA RETENCIÓN	1	1,22	1,22
CURVA 45°	2	1,55	3,1
CURVA 90°	4	3,11	12,44
CÁMARA DE DESAGÜE	1	1,55	1,55
VÁLVULA DE AIRE	1	3,11	3,11
LONG. EQUIVALENTE TOTAL			22,25

Tabla 15: Longitudes equivalentes unitarias y total.

Luego, $\Delta H_{loc} = 0,26 \text{ m}$

Cálculo del desnivel cinemático:

$$\Delta H_{cin} \text{ (m)} = V^2 / 2g$$

$$A = \pi / 4 * \varnothing_{int}^2 = 0,0084 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q_b \text{ (m}^3/\text{s)}}{A \text{ (m}^2)} = 1,16 \text{ m/s}$$

Luego, $\Delta H_{cin} = 0,07 \text{ m}$

Finalmente, la altura manométrica de la bomba será:

$$H_{man} = 2,21 \text{ m} + 2,86 \text{ m} + 0,26 \text{ m} + 0,07 \text{ m}$$

$$H_{man} = 5,40 \text{ m}$$

Potencia de la bomba:

Para calcular la potencia necesaria en el equipo de impulsión se utiliza la siguiente expresión:

$$P(\text{CV}) = \frac{C * Q_b (\text{m}^3/\text{s}) * \gamma (\text{kg}/\text{m}^3) * H_{man} (\text{m})}{\eta * 75}$$

Siendo,

C: coeficiente característico del fluido a impulsar. C=1,24

Q_b: caudal a bombear

γ: Peso específico de las aguas residuales. γ=1200 (kg/m³)

H_{man}: altura manométrica.

η: rendimiento de la bomba. η=0,75

Finalmente,

$$P = 1,464 \text{ CV} = 1,08 \text{ kW}$$

ELECCIÓN DE LA BOMBA:

Una vez obtenidos los valores del caudal a bombear, la altura manométrica y la potencia necesaria del equipo de impulsión se procede a la selección del mismo.

	CAUDAL DE DISEÑO DE LA BOMBA		ALTURA MANOMÉTRICA
	(m ³ /h)	(l/s)	m
Q _{b10}	35,18	9,38	5,40
P	1,464 CV		1,08 KW

Tabla 16: Elección del equipo de impulsión.

Se decidió utilizar una bomba Flygt modelo NP 3069 MT3 – Adaptive 430.

VERIFICACIÓN DEL GOLPE DE ARIETE

Se denomina Golpe de Ariete al fenómeno hidráulico transitorio producido por variaciones de velocidad en el fluido transportado. Este fenómeno consiste en la propagación de ondas de presión y depresión a lo largo de las conducciones, debido a la transformación de energía cinética en energía de presión y elástica. Si el Golpe de Ariete no es efectivamente controlado puede producir la rotura de la tubería por sobrepresión o por depresión, así como generar serios problemas de operación.

Los transitorios hidráulicos son eventos causados por un cambio en la operación del sistema que produce una variación de velocidad del fluido, este cambio de velocidad genera cambios de presión que se propagaran a todo el sistema de tuberías a la velocidad del sonido, y su celeridad depende de la elasticidad del agua, de las paredes de la tubería y del suelo.

Las causas más comunes de este fenómeno son principalmente las que provocan cambios potentes de presión tales como:

- Cierre repentino de una válvula, en un sistema de agua mal dimensionado, hará que cambie repentinamente la velocidad del fluido causando una oscilación de presión.

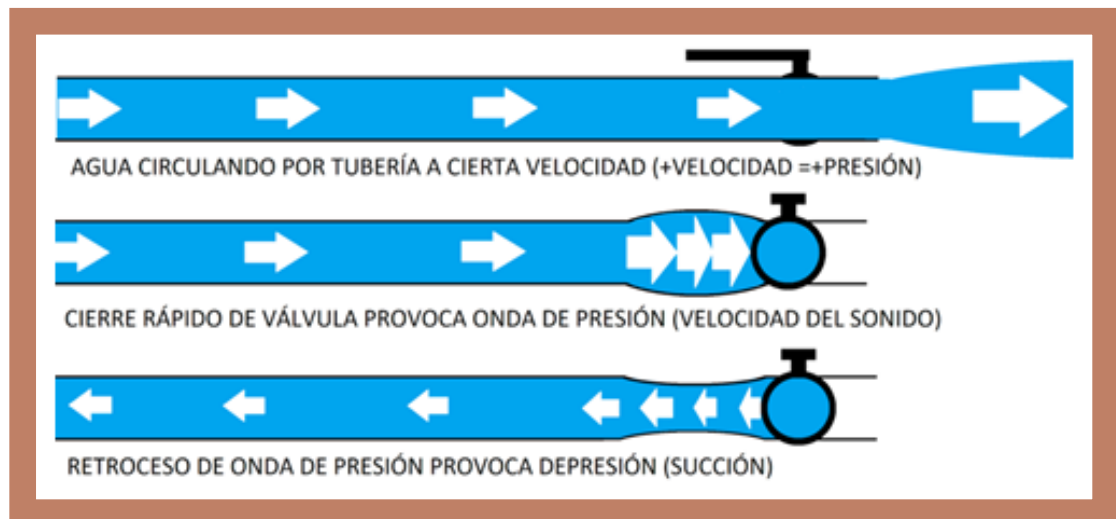


Figura 30: Esquema golpe de ariete.

- Cuando una bomba detiene el movimiento del agua que fluye por las tuberías, generando presión en forma de ondas que es transferida a lo largo de la línea de tuberías produciendo depresiones y sobre presiones. Las ondas de presión que se generan son de gran magnitud y se suman a las condiciones de presión ya existentes como consecuencia de la operación del sistema en régimen permanente; y pueden fácilmente exceder la resistencia de la tubería.
- Cambio de área: presente en reducciones y válvulas semiabiertas.

- Cambio de dirección: normalmente se dan en codos y tees, entre otros accesorios.

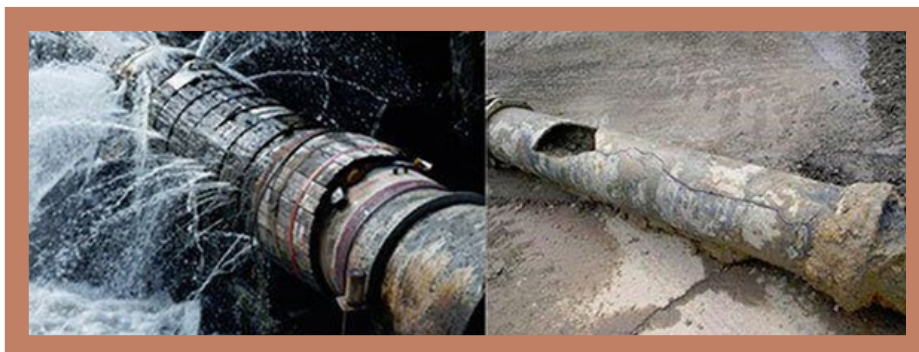


Figura 31: Consecuencias del golpe de ariete en tuberías.

El efecto del golpe de ariete sobre la calidad del agua se manifiesta de dos maneras diferentes, ambas con consecuencias para la salud:

- Con el paso del tiempo en las paredes internas de las tuberías se forma una película muy delgada de micro organismos. Durante los transitorios hidráulicos, cuando los cambios de presión son importantes, esta fina película se desprende de la pared de la tubería y permanece en suspensión afectando la calidad del agua.
- Las uniones de tuberías con aro de goma (anillo o 'ring) han sido diseñadas para soportar únicamente presiones positivas, cuando aparecen presiones negativas durante los transitorios hidráulicos la unión pierde estanqueidad y elementos que están fuera de la tubería -como el suelo- ingresan dentro de la tubería. Y si además el nivel de la napa freática está por encima del nivel de la tubería, ésta ingresa a la tubería cuando la presión es negativa. En ambos casos contaminando el agua de consumo.

CAÑERÍA DIÁMETRO EXTERNO	\varnothing externo	110,00	mm
CAUDAL DE BOMBEO A 20 AÑOS	Q	45,10	m ³ /hora
DIÁMETRO INTERNO	\varnothing interno	0,1036	m
MATERIAL	PVC	Clase	6
LONGITUD	L	240	m
ALTURA MANOMÉTRICA	H _{Topográfica}	2,21	m
TENSIÓN ADMISIBLE	σ adm	10000000	kg/m ²
MÓDULO DE ELASTICIDAD	E _c	3,00,E+08	kg/m ²
MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD	E _{ag}	2,07,E+08	kg/m ²
PESO ESPECÍFICO DEL AGUA	γ	1000	kg/m ³
ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD	g	9,8	m/seg ²
ESPESOR	e	0,0032	m
ÁREA DE LA CAÑERÍA	A	0,0084	m ²
VELOCIDAD EN LA CAÑERÍA	V	1,63	m/s
DENSIDAD DEL AGUA	ρ	102,04	kg * seg ² /m ⁴

Tabla 17: Resumen de valores para la verificación del golpe de ariete.

DETERMINACIÓN DE LA CELERIDAD DE ONDA:

La celeridad es definida como la velocidad de propagación de las ondas de presión en el agua contenida en la tubería. Para su determinación se recurre a la fórmula de Allievi cuya expresión general es:

$$c = \left[\frac{E_{ag} / \rho}{1 + E_{ag} / E_c * \varnothing_{interno} / e} \right]^{(1/2)}$$

Luego, $c = 33,20 \text{ m/s}$

TIEMPO DE CIERRE CRÍTICO:

El tiempo de cierre crítico es el tiempo que tarda la onda de sobrepresión en ir y volver de una extremidad a la otra de la cañería. Este se compara con el tiempo de cierre o parada, para definir si se trata de un cierre lento, crítico o brusco.

$$T_c = 2 * L / c$$

Luego $T_c = 14,46 \text{ s}$

TIEMPO DE MANIOBRA:

Los tiempos del cese del líquido en una instalación de bombeo, dependen de varios factores tales como: parada de bomba, corte de energía, cierre de una válvula, etc. Comparándolo con el tiempo de cierre crítico de la instalación, podemos determinar el tipo de cierre (Lento o Brusco) y así determinar el valor correspondiente de la sobrepresión.

Con la fórmula de Mendiluce Rosich, calculamos el tiempo de cese del caudal, luego de producirse un corte de energía:

$$T_m = C + \frac{K * L * V}{g * H_{topográfico}}$$

Los valores de C (coeficiente que depende de la pendiente de la conducción) y K (coeficiente que depende de la longitud de la conducción) se extraen de la norma ENOHSA.

i	C
< 20%	1
≈ 25%	0.8
≈ 30%	0.6
≈ 40%	0.4
> 50%	0

L (m)	K
< 500	2
≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
≈ 1500	1.25
> 1500	1

Figura 32: Coeficientes C y K – Norma ENOHSA.

Luego, $T_m = 37,04 \text{ s}$

El tiempo de cierre crítico es menor al tiempo de parada, por lo tanto se trata de un cierre Lento.

DETERMINACIÓN DE LA SOBREPRESIÓN:

Según lo especificado en criterios de diseño de norma ENOHSa el cierre Lento se da cuando $T_m > T_c$ y la sobre presión se calcula con la fórmula de Michaud y el cierre brusco se da cuando $T_m < T_c$ y la sobre presión se calcula con la fórmula de Alliev.

Al tratarse de un cierre lento, se empleará la fórmula de Michaud para el cálculo de la sobrepresión.

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot T_m} = 2,15 \text{ m}$$

La presión máxima en la cañería es la suma de la altura de operación de la bomba más la sobrepresión.

$$H_{m\acute{a}x} = H_{est} + \Delta H = 2,21\text{m} + 2,15 \text{ m} = 4,36 \text{ m}$$

Entonces: $P_{m\acute{a}x} = 0,436 \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$

Como $P_{m\acute{a}x} \leq 6 \text{ kg/cm}^2$, el material seleccionado PVC CLASE 6 cumple con los requisitos.

CONCLUSIÓN:

Dado que la presión de trabajo (clase) de los accesorios y tuberías superan la presión máxima, incluida la sobrepresión por golpe de ariete, la cañería de impulsión no requiere válvula de alivio.

VERIFICACIÓN DE DEPRESIÓN POR FENÓMENOS DE GOLPE DE ARIETE.

COMPROBACIÓN POR ESPESOR DE COLAPSO DE LA TUBERÍA:

Espesor de la cañería considerando vacío absoluto:

$$e \geq \left(\frac{P_o * (1 - \mu^2)}{2 * E_c} \right)^{1/3} * \phi_{\text{interior}}$$

ESPESOR DE TUBERÍA	e	0,32	cm
PRESIÓN ATMOSFÉRICA	P _o	1,033	kg/cm ²
MÓDULO DE ELASTICIDAD	E _c	30000	kg/cm ²
DIÁMETRO INTERIOR	∅ interno	10,36	cm
MÓDULO DE POISSON	μ	0,43	

Tabla 18: Especificaciones de la tubería.

Luego, el espesor de colapso es

$$e_c = 0,25 \text{ cm}$$

Como el espesor de la tubería es mayor que al espesor de colapso, se comprueba que no se producirá un colapso de la cañería.

Comprobación por presión de colapso:

La presión de colapso es tiene que ser mayor que la presión máxima en la cañería (P_{máx} = 0.436 kg / cm²)

$$P = \frac{2 * E_c}{(1 - \mu^2)} * \left(\frac{e}{\phi_{\text{interior}}} \right)^3$$

Luego, la presión negativa de colapso admisible es

$$P = 2.05 \text{ (kg / cm}^2 \text{)}$$

Como P ≥ P_{máx}, se comprueba que no se producirá un colapso de la cañería.

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

The background features a light teal gradient at the top. Below this, a large teal triangle points downwards from the right side. At the bottom, a white triangle points upwards from the left side, meeting the teal triangle at a diagonal line.

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN

El tratamiento mediante lagunas es un proceso biológico que busca imitar los principios de depuración que ocurren en ríos y lagunas. En el tratamiento de aguas residuales urbanas (ARU), se almacenan durante un determinado tiempo, que varía con la carga orgánica y las condiciones climáticas. La descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo gracias a las bacterias heterótrofas, las cuales requieren de sustancias orgánicas presentes en el agua para su alimentación.

Los mecanismos de depuración dependen de la cantidad de oxígeno presente en el agua de las lagunas, el cual proviene del intercambio agua-aire y de la actividad de las algas microscópicas.

Para definir la tipología de las lagunas, el criterio más utilizado es en función del oxígeno disuelto. Como la ciudad ya cuenta con lagunas de tratamiento, se definirán las que conciernen al proyecto. Y se verificarán con el método establecido por el ENOHSA en el capítulo 11.10 "Lagunas de estabilización".

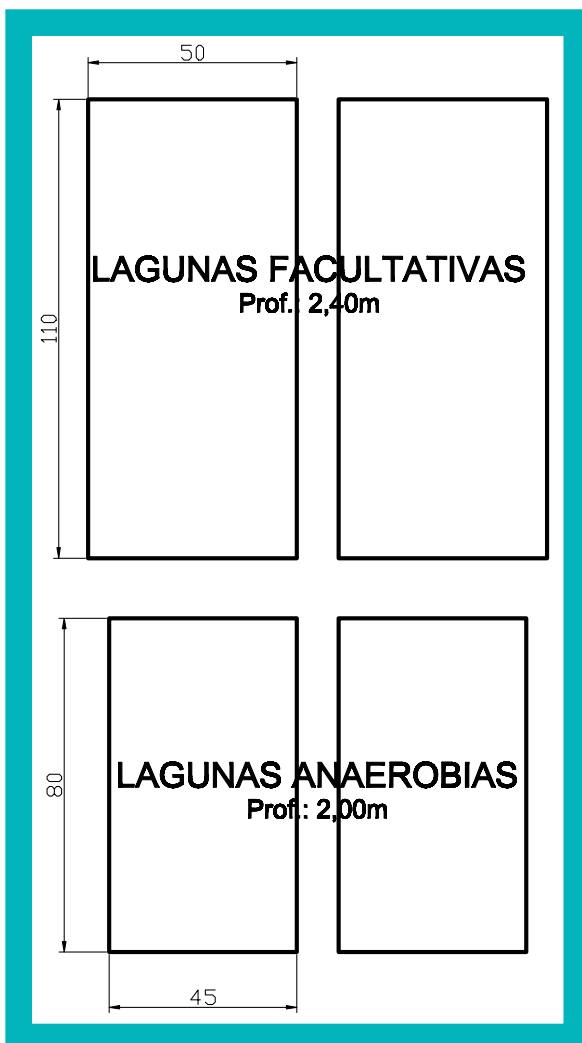


Figura 33: Esquema lagunas de tratamiento de Calchaquí. Medidas en metros.



Figura 34: Imagen satelital de las lagunas de tratamiento.



Figura 34: Imagen satelital de las lagunas de tratamiento.

LAGUNAS ANAEROBIAS:

El tratamiento se lleva a cabo por la acción de bacterias anaerobias. Como consecuencia de la elevada carga orgánica y el corto periodo de retención del agua residual, el contenido de oxígeno disuelto se mantiene muy bajo o nulo durante todo el año.

El objetivo perseguido es retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulados en el fondo y eliminar parte de la carga orgánica.

La estabilización en estas lagunas tiene lugar mediante las etapas siguientes.

- ▶ Hidrólisis: los compuestos orgánicos complejos e insolubles en otros compuestos más sencillos y solubles en agua.
- ▶ Formación de ácidos: los compuestos orgánicos sencillos generados en la etapa anterior son utilizados por las bacterias generadoras de ácidos. Produciéndose su conversión en ácidos orgánicos volátiles.
- ▶ Formación de metano: una vez que se han formado los ácidos orgánicos, una nueva categoría de bacterias actúa y los utiliza para convertirlos finalmente en metano y dióxido de carbono.

Las lagunas anaerobias suelen tener profundidad entre 2 y 5 m, el parámetro más utilizado para el diseño de lagunas anaerobias es la carga volumétrica que por su alto valor lleva a que sean habituales tiempos de retención con valores comprendidos entre 2-5 días.

Calchaquí cuenta con dos lagunas anaerobias paralelas, cuyas medidas son 80m de longitud, 45m de ancho y 2m de profundidad.

LAGUNAS FACULTATIVAS:

Son aquellas que poseen una zona aerobia y una anaerobia, siendo respectivamente en superficie y fondo. La finalidad de estas lagunas es la estabilización de la materia orgánica en un medio oxigenado proporcionando principalmente por las algas presentes.

En este tipo de lagunas se puede encontrar cualquier tipo de microorganismos, desde anaerobios estrictos, en el fango del fondo, hasta aerobios estrictos en la zona inmediatamente adyacente a la superficie. Además de las bacterias y protozoarios, en las lagunas facultativas es esencial la presencia de algas, que son los principales suministradores de oxígeno disuelto.

El objetivo de las lagunas facultativas es obtener un efluente de la mayor calidad posible, en el que se haya alcanzado una elevada estabilización de la materia orgánica, y una reducción en el contenido en nutrientes y bacterias coliformes.

Las bacterias y algas actúan en forma simbiótica, con el resultado global de la degradación de la materia orgánica. Las bacterias utilizan el oxígeno suministrado por las algas para metabolizar en forma aeróbica los compuestos orgánicos. En este proceso se liberan nutrientes solubles (nitratos, fosfatos) y dióxido de carbono en grandes cantidades, estos son utilizados por las algas en su crecimiento. De esta forma, la actividad de ambas es mutuamente beneficiosa.

En una laguna facultativa existen tres zonas:

- ▶ 1. Una zona superficial en la que existen bacterias aerobias y algas en una relación simbiótica, como se ha descrito anteriormente.
- ▶ 2. Una zona inferior anaerobia en la que se descomponen activamente los sólidos acumulados por acción de las bacterias anaerobias.
- ▶ 3. Una zona intermedia, que es parcialmente aerobia y anaerobia, en la que la descomposición de los residuos orgánicos la llevan a cabo las bacterias facultativas. Los sólidos de gran tamaño se sedimentan para formar una capa de fango anaerobio.

Los materiales orgánicos sólidos y coloidales se oxidan por la acción de las bacterias aerobias y facultativas empleando el oxígeno generado por las algas presentes cerca de la superficie. El dióxido de carbono, que se produce en el proceso de oxidación orgánica, sirve como fuente de carbono por las algas. La descomposición anaerobia de los sólidos de la capa de fango implica la producción de compuestos orgánicos disueltos y de gases tales como el CO₂, H₂S y el CH₄, que o bien se oxidan por las bacterias aerobias, o se liberan a la atmósfera.

La profundidad de las lagunas facultativas suele estar comprendida entre 1 y 2 m para facilitar así un ambiente oxigenado en la mayor parte del perfil vertical.

En la ciudad hay dos lagunas facultativas paralelas, con 110m de longitud, 50m de ancho y 2,40m de profundidad.

Las características generales de cada laguna se resumen en la siguiente Tabla 19.

CARACTERÍSTICAS	LAGUNAS ANAEROBIAS	LAGUNAS FACULTATIVAS
Carga volumétrica (grDBO/m ³ .d)	100 a 180	-
TRH (días)	2 a 5	-
Carga Superficial (kgDBO/Ha.d)	1000 a 3000	-
Profundidad (m)	2,5 a 5	1,5 a 2,5
Talud (1 en x)	1 a 1,5	1,5 a 4
PH admisible	6,5 a 7,2	6,5 a 8,5
Intervalo de temp. donde es efectiva (°C)	6 a 50	0 a 50
Temperatura óptima (°C)	30	20
Geometría recomendada	Cuadrada	Rectangular

Tabla 19: Características generales de lagunas.

VERIFICACIÓN DE LAGUNAS EXISTENTES.

LAGUNAS ANAEROBIAS:

Cálculo del volumen según la carga orgánica volumétrica.

Se utiliza el Modelo de Vincent, que es el único conocido hasta el presente.

$$V = \frac{COT}{COV}$$

Siendo:

V: Volumen de la laguna (m³)

COT: Carga orgánica total (grDBO/d). Dato de diseño que surge de multiplicar la cantidad de habitantes por la carga diaria estimada por habitante

COV: Carga orgánica volumétrica (grDBO/d.m³). Se adopta un valor mínimo de 100 y un máximo de 180, obteniéndose respectivamente un volumen máximo y un mínimo de la laguna.

Se adoptará:

Carga orgánica: DBO₅ = 42 gr / hab * día (estimado)

Carga orgánica total: COT = DBO₅ × P1 = (40 (gr) / hab * día) × 20.203hab = 808000 gr/día

$$V_{\text{máx}} = \frac{808.000 \text{ gr/día}}{100 \text{ gr}_{\text{DBO}} * \text{día/m}^3} = 8080 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{mín}} = \frac{808.000 \text{ gr/día}}{180 \text{ gr}_{\text{DBO}} * \text{día/m}^3} = 4490 \text{ m}^3$$

Cálculo del volumen según el tiempo de retención hidráulico.

$$V = Q * TRH$$

Siendo:

Q: Caudal de diseño (m³/d)

TRH: Tiempo de retención hidráulica admisible o recomendable. Se adopta TRH mín 2 días y máx 5 días, obteniéndose respectivamente un volumen mínimo y máximo.

Se calcula el caudal de diseño como el 80% del aporte de todas las conexiones de la ciudad, considerando la población actual de 15.000 habitantes.

$$Q = 0,80 * P.Df = 3.550 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$P = 15.000 * (1+0,015)^{20} = 20.203 \text{ hab.}$$

$$Df = 219,63 \frac{\text{lts}}{\text{hab.} \cdot \text{día}}$$

La ciudad cuenta con dos lagunas que trabajan en paralelo, por lo que el cálculo se realizará con la mitad del caudal.

$$V_{\text{mín}} = 1775 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 2 \text{ días} = 3550 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{max}} = 1775 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 5 \text{ días} = 8875 \text{ m}^3$$

Cada laguna tiene un volumen aproximado de:

$$V = 80\text{m} * 45\text{m} * 2\text{m} = 7.200 \text{ m}^3$$

Este valor se encuentra dentro de los valores calculados, con un tiempo de permanencia de 3,24 días.

Finalmente, se concluye que las lagunas anaerobias verifican.

LAGUNAS FACULTATIVAS:

No se utilizará el Modelo de Hermann-Gloyna para el diseño ya que no es recomendable para climas templados a cálidos debido a que se tiene una carga superficial muy baja.

Modelo Sudafricano:

$$A = \frac{Q}{H * k} * \left(\frac{Li}{Le} - 1 \right)$$

Siendo:

Q: Caudal de diseño (m³/d)

H: Profundidad de la laguna.

K: coeficiente de remoción de DBO.

Li: Concentración del influente (grDBO/m³). Este valor depende de la capacidad de reducción del DBO de la laguna anaeróbica. Como valor típico puede adoptarse 50% de la DBO total calculada en base a la cantidad de habitantes y a la carga contaminante diaria por habitante.

T: Temperatura media del agua en el mes más frío del año (°C).

$$Le \leq 50 \text{ grDBO/L}$$

Para un período de 5 años:

$$P = 20.202 \text{ habitantes}$$

$$Df = 219,63 \text{ lts}/(\text{hab.} \cdot \text{día})$$

$$Qd = 3550 \text{ l/d}$$

$$COT = 808.000 \text{ gr/día}$$

$$T = 10^\circ\text{C}$$

$$k = 0,3 * 1,05^{(T-20)} = 0,3 * 1,05^{(10-20)} = 0,18$$

$$Li = 50\% \frac{COT}{Qd} = 0,5 * \frac{8,08 * 10^8 \text{ (mgr/d)}}{3550 * 10^3 \text{ (l/d)}} = 113,8 \left(\frac{\text{mgr}}{\text{l}} \right)$$

Finalmente,

$$A = \frac{3550 \text{ (m}^3\text{/d)}}{2,40\text{m} * 0,18} * \left(\frac{113,8}{50} - 1 \right) = 10.480\text{m}^2$$


Cada laguna tiene una superficie aproximada de:

$$A = 110\text{m} * 50\text{m} = 5.500 \text{ m}^2$$

Sumando entre las dos laguna una superficie total de 11.000 m², verificando para el período de diseño.

Como hasta el presente no se ha desarrollado un método satisfactorio que englobe todos los procesos que se producen en una laguna de estabilización, se recomienda realizar un seguimiento y control de las mismas para un período experimental de 5 años.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

The background features a large teal triangle pointing downwards from the top right, overlapping a brown background. The bottom right corner is white.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental en proyectos de desarrollo de infraestructura, como la construcción de una red de desagües cloacales, es de suma importancia debido a las potenciales consecuencias que puede tener sobre el entorno natural. La implementación de una red de este tipo implica la introducción de nuevas estructuras, como tuberías y estaciones de bombeo, así como la conexión de hogares al sistema.

Dichas intervenciones pueden generar diversos impactos, tanto positivo como negativos, sobre el medio ambiente. Por un lado, se espera que la construcción de una red de desagües cloacales traiga beneficios significativos en términos de salud pública y preservación de los recursos hídricos, al evitar la contaminación de cuerpos de agua cercanos. Sin embargo, también es necesario considerar los posibles efectos adversos que esta infraestructura puede tener sobre la flora, fauna y calidad de agua.

El objetivo de este proyecto de investigación es evaluar de manera integral el impacto ambiental de la implementación de una red de desagües cloacales en una determinada área. Se analizarán aspectos como la emisión de gases y olores, la generación de residuos y la utilización de recursos naturales, entre otros.

Se busca identificar los posibles efectos negativos y proponer medidas de mitigación y compensación ambiental para minimizar su impacto. Asimismo, se pretende evaluar la viabilidad de alternativas más sostenibles y amigables con el medio ambiente para la implementación de redes de desagües cloacales.

Se espera contribuir a un desarrollo más responsable y consciente, considerando siempre la protección y conservación del entorno natural en paralelo con la mejora de las condiciones de vida de la población.

En toda obra que se realice sobre el medio ambiente y tenga un efecto sobre este, se deberá identificar, predecir, evaluar y mitigar los potenciales impactos que puede causar al ambiente en el corto, mediano y largo plazo; siendo un instrumento que se aplica previamente a la toma de decisión sobre la ejecución de un proyecto. Esta actividad corresponde al estudio de impacto ambiental (EsiA) del proyecto, cuyo objetivo principal es potenciar los beneficios del mismo, realizando un plan de medidas correctivas con la finalidad de atenuar los efectos negativos.

En la provincia de Santa Fe, esta actividad está regulada bajo la Ley N° 11.717 “Ley de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable” (2009). Allí se establecen los objetivos principales y la obligatoriedad de presentar un estudio del impacto ambiental, para todos los proyectos, obras o acciones que afecten o sean susceptibles de afectar el ambiente.

EVALUACIÓN AMBIENTAL

Para la evaluación ambiental se utiliza un método que consiste en matrices semi-cuantitativas PROGNOS II, las cuales son matrices causa-efecto que consisten en una tabla de doble entrada compuesta de un cabezal vertical donde se especifican las acciones y uno horizontal donde se colocan los distintos componentes de ser impactados.

El sistema de cloacas propuesto está compuesto por dos etapas principales; red cloacal y estación elevadora, donde cada una requiere una evaluación de posibles impactos sobre el medio en su etapa de construcción y operación. Por ello, es conveniente desarrollar una matriz causa-efecto, en donde se relacionan las actividades efectuadas y los efectos que estas generan sobre los distintos medios a analizar.

En Tabla 20, se muestran los distintos medios considerados para el estudio de los impactos.

MEDIO FÍSICO	Medio inerte	Aire	
		Suelo	
		Agua superficial	
		Agua subterránea	
	Medio biótico	Flora	
		Fauna	
	Medio perceptual	Paisaje	
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	Medio sociocultural	Usos de territorio
			Infraestructura
Humanos, higiene y seguridad			
Medio económico		Población	
		Economía	

Tabla 20: Medios de evaluación. (Fuente: Kaczan y Gutierrez, 2009).

Definida la matriz, es posible identificar y evaluar el impacto generado por cada acción sobre cada medio, utilizando los siguientes parámetros propuestos por el método. Estos parámetros se ven aplicados en cada casillero de la matriz, representados por 8 caracteres referenciados en Tabla 21.

ORDEN DE SECUENCIA EN EL CASILLERO	ORDEN DE SECUENCIA EN EL CASILLERO	ORDEN DE SECUENCIA EN EL CASILLERO
1	Signo	Positivo (+)
		Negativo (-)
		Probable, pero difícil de calificar (x)
		No considerado (...)
2	Importancia	Menor (1)
		Mediano (2)
		Mayor (3)
3	Probabilidad o riesgo de ocurrencia	Cierta (C)
		Posible (P)
4	Duración	Temporaria (T)
		Recurrente (V)
		Permanente (S)
5	Término de ocurrencia	Inmediato (E)
		Mediato (M)
		A largo plazo (L)
6	Reversibilidad	A corto plazo (B)
		A mediano plazo (D)
		A largo plazo (H)
		Irreversible (I)
		No considerado (K)
7	Extensión areal	Focalizada (F)
		Local (A)
		Regional (R)
		Global (G)
8	Necesidad de monitoreo	Si (Y)
		No (N)

Tabla 21: Parámetros considerados.

Las características de los impactos definen semi cuantitativamente el efecto sobre el medio, permitiendo utilizar criterios y escalas diferentes para cada variable utilizada. El método asegura, que al no existir metodologías universalmente aceptadas y de uso común, es válido aceptar el siguiente criterio en la valoración de impactos.

► Signo: Se refiere al impacto cualitativo que genera sobre el medio. Positivo si es bueno, negativo si es perjudicial y probable pero difícil de calificar cuando no hay estudios específicos previos. En la matriz, se expone como sigue:

IMPACTO	COLOR
Positivo	Verde (+)
Negativo	Rojo (-)

Tabla 22: Impactos.

► Importancia: Magnitud del impacto en una escala de tres puntos. Calificándose en menor, mediano o mayor, se representa de la siguiente manera en la matriz:

IMPACTO	COLOR	IMPACTO	COLOR
Negativo	Baja (1)	Positivo	Baja (1)
	Media (2)		Media (2)
	Alta (3)		Alta (3)

Tabla 23: Importancia.

- Probabilidad o riesgo de ocurrencia: Establece la probabilidad que el impacto ocurra. Cierta con un alto porcentaje de probabilidad y posible cuando existe incertidumbre.
- Duración: Tiempo durante el cual dura el impacto. Duración temporaria, si se presenta durante la etapa constructiva, recurrente, con intermitencia de ocurrencia, y permanente si perdura durante la vida de proyecto.
- Término de ocurrencia: Lapso de tiempo que existe entre el comienzo de la acción y comienzo del impacto. Se califica en inmediato, mediato o a largo plazo.
- Reversibilidad: Escala de tiempo en la cual es posible la corrección del daño. Pudiendo ser corto, mediano o largo plazo si es posible la reparación. Caso contrario será irreversible o no considerado.
- Extensión real: Medida cualitativa de la expansión del impacto. Focalizada, local o regional en función del tamaño del área en cuestión.
- Necesidad de monitoreo: Si cuando es importante el control de la tarea. No, cuando no precisa controles.

En el Anexo X “Estudio de impacto ambiental”, se encuentra la matriz causa-efecto de las tareas que involucran la ejecución de la red de cloacas del barrio.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la matriz causa-efecto se distinguen dos etapas del proyecto:

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN:

Incluye todas las acciones correspondientes a la ejecución de la obra propuesta. Están ligadas al acondicionamiento del terreno, la circulación de personal, equipamiento y vehículos; la manipulación de materiales, etc.

ETAPA DE OPERACIÓN:

Incluye todas las acciones relacionadas con el desarrollo de la “puesta en marcha” del proyecto en sí, el mantenimiento periódico, etc.

En Tabla 24 se muestran la cantidad elementos analizados, los cuales se dividen en etapa de construcción y operación de la obra.

CASILLEROS DE LA MATRIZ				
ELEMENTOS ANALIZADOS	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	ETAPA DE OPERACIÓN	TOTAL	% CASILLERO
Nº de casilleros que demandan evaluación	106	17	123	47,31%
Nº de casilleros que no demandan evaluación	115	22	137	52,69%
Nº total de casilleros	221	39	260	100,00%

Tabla 24: Resultados de los elementos analizados.

En la Tabla 25 se muestra el impacto en el medio.

CASILLEROS DE LA MATRIZ				
ELEMENTOS ANALIZADOS	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	ETAPA DE OPERACIÓN	TOTAL	% CASILLERO
Positivo	20	17	37	14,23%
Negativo	86	0	86	33,08%
No evaluados	115	22	137	52,69%
Nº total de casilleros	221	39	260	100,00%

Tabla 25: Resultados de los impactos en los elementos analizados.

En Figura 36 y Figura 37 se presentan los resultados de los elementos analizados.

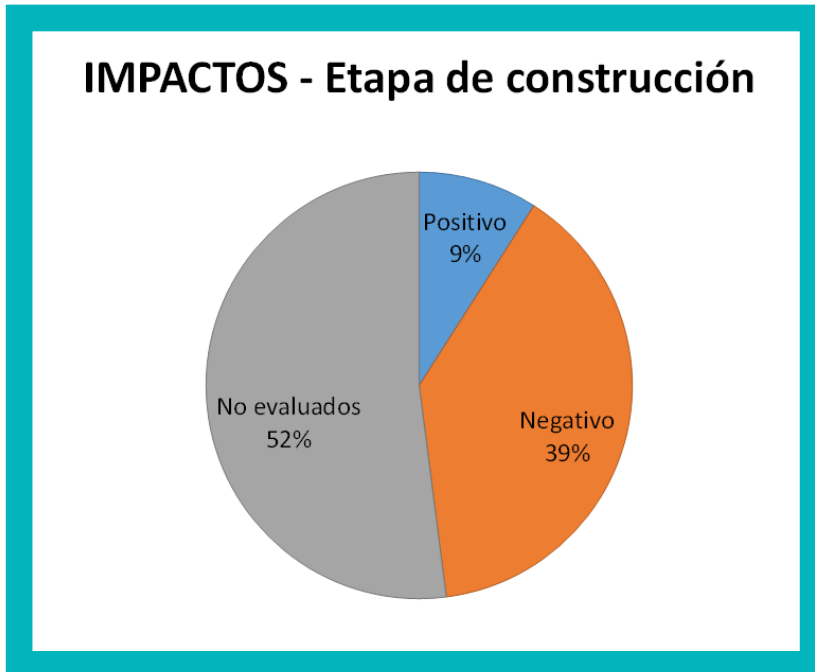


Figura 36: Impactos en la etapa de construcción.

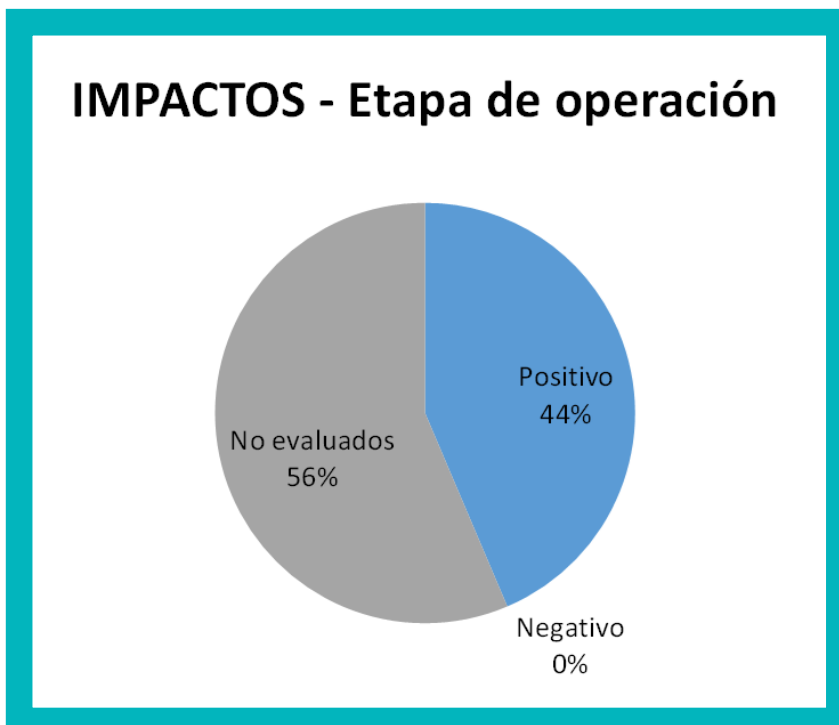


Figura 37: Impactos en la etapa de operación.

IMPACTO SEGÚN IMPORTANCIA						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Menor (1)	83	67%	57	46%	26	21%
Mediano (2)	31	25%	26	21%	5	4%
Mayor (3)	9	7%	3	2%	6	5%
TOTALES	123	100%	86	70%	37	30%

ETAPA CONSTRUCCIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Menor (1)	76	72%	57	54%	19	18%
Mediano (2)	27	25%	26	25%	1	1%
Mayor (3)	3	3%	3	3%	0	0%
TOTALES	106	100%	86	81%	20	19%

ETAPA OPERACIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Menor (1)	7	41%	0	0%	7	41%
Mediano (2)	4	24%	0	0%	4	24%
Mayor (3)	6	35%	0	0%	6	35%
TOTALES	17	100%	0	0%	17	100%

Tabla 26: Impactos según su importancia y etapa del proyecto.

Según el estudio, el 67% de los impactos son de menor importancia, lo que sugiere que no tienen un efecto significativo en el medio ambiente. El 31% de los impactos son de mediana importancia, lo que indica que pueden tener un efecto moderado. El 7% son de mayor importancia, implicando que su impacto es significativo.

Dentro de los impactos, se observa que el 70% son negativos, el 46% de ellos son de menor importancia; el 21% de mediana, lo que sugiere que pueden tener un efecto más significativo y requerir atención; y el 2% de mayor importancia, lo que indica que tienen un efecto negativo significativo en el medio ambiente y deben ser abordados de manera prioritaria.

Por otro lado, el 30% de los impactos son positivos. Un 5% corresponde a impactos positivos de mayor importancia, lo que indica que repercuten positivamente en el medio ambiente y deben ser promovidos y reforzados.

PROBABILIDAD O RIESGO DE OCURRENCIA						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Cierta (C)	94	76%	63	51%	31	25%
Posible (P)	29	24%	23	19%	6	5%
TOTALES	123	100%	86	70%	37	30%

ETAPA CONSTRUCCIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Cierta (C)	78	63%	63	59%	15	14%
Posible (P)	28	23%	23	22%	5	5%
TOTALES	106	100%	86	81%	20	19%

ETAPA OPERACIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Cierta (C)	16	94%	0	0%	16	94%
Posible (P)	31	6%	0	0%	1	6%
TOTALES	17	100%	0	0%	17	100%

Tabla 27: Probabilidad de ocurrencia y etapas del proyecto.

Existe una alta probabilidad de ocurrencia de eventos ambientales, con un 94% de certeza y un 24% de posibilidad. Estos eventos pueden ser tanto negativos como positivos.

Se observa que hay una alta probabilidad de ocurrencia de eventos ambientales, la mayoría de ellos de carácter negativo. Sin embargo, también se identifican eventos positivos, aunque en menor medida.

DURACIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Temporaria (T)	91	74%	69	56%	22	18%
Recurrente (V)	12	10%	1	1%	11	9%
Permanente (S)	20	16%	16	13%	4	3%
TOTALES	123	100%	86	70%	37	30%

ETAPA CONSTRUCCIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Temporaria (T)	88	83%	69	65%	19	18%
Recurrente (V)	1	1%	1	1%	0	0%
Permanente (S)	17	16%	16	15%	1	1%
TOTALES	106	100%	86	81%	20	19%

ETAPA OPERACIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Temporaria (T)	3	18%	0	0%	3	18%
Recurrente (V)	11	65%	0	0%	11	65%
Permanente (S)	3	18%	0	0%	3	18%
TOTALES	17	100%	0	0%	17	100%

Tabla 28: Duración y etapas del proyecto.

Se observa que el 74% de los impactos ambientales son temporarios, lo que significa que ocurren solo un durante un período determinado, El 10% son recurrentes, apareciendo de manera repetida en ciertos momentos. Mientras que el 20% son permanentes, es decir, tienen impactos constantes y a largo plazo.

En cuanto al impacto negativo, se encontró que el 56% son temporarios, lo que indica que causan daño o deterioro al medio ambiente durante su corta duración. Por otro lado, el 18% de los impactos temporarios son positivos, lo que significa que producen beneficios o mejoras durante su período de ocurrencia.

En resumen, la mayoría de los impactos son temporarios y tiene un efecto negativo. Sin embargo, también se identificaron impactos positivos tanto temporarios como permanentes, lo que resalta la importancia de evaluar y gestionar adecuadamente los impactos ambientales para minimizar los efectos negativos y maximizar los beneficios.

TIEMPO DE OCURRENCIA						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Inmediato (E)	116	94%	79	64%	37	30%
Mediato (M)	7	6%	7	6%	0	0%
A largo plazo (L)	0	0%	0	0%	0	0%
TOTALES	123	100%	86	70%	37	30%

ETAPA CONSTRUCCIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Inmediato (E)	99	93%	79	75%	20	19%
Mediato (M)	7	7%	7	7%	0	0%
A largo plazo (L)	0	0%	0	0%	0	0%
TOTALES	106	100%	86	81%	20	19%

ETAPA OPERACIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Inmediato (E)	17	100%	0	0%	17	100%
Mediato (M)	0	0%	0	0%	0	0%
A largo plazo (L)	0	0%	0	0%	0	0%
TOTALES	17	100%	0	0%	17	100%

Tabla 29: Tiempo de ocurrencia y etapas del proyecto.

Se manifiesta que el 94% de los impactos ambientales ocurren de manera inmediata. De este porcentaje, el 64% son negativos y el 30% positivos para el medio ambiente. Esto indica que la mayoría de los efectos ambientales derivados de las actividades evaluadas se manifiestan rápidamente, tanto en forma positiva como negativa.

Por otro lado, el 6% de los impactos son considerados mediatos. Sin embargo, todos estos impactos son negativos, lo que implica que su aparición se produce en un plazo más largo que los impactos inmediatos, pero aun así tienen consecuencias negativas para el entorno.

REVERSIBILIDAD						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
A corto plazo (B)	38	31%	38	44%	0	0%
A mediano plazo (D)	23	19%	23	27%	0	0%
A largo plazo (H)	12	10%	12	14%	0	0%
Irreversible (I)	6	5%	6	7%	0	0%
No considerado (K)	44	36%	7	8%	37	100%
TOTALES	123	100%	86	70%	37	30%

ETAPA CONSTRUCCIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
A corto plazo (B)	38	36%	38	36%	0	0%
A mediano plazo (D)	23	22%	23	22%	0	0%
A largo plazo (H)	12	11%	12	11%	0	0%
Irreversible (I)	6	6%	6	6%	0	0%
No considerado (K)	27	25%	7	7%	20	19%
TOTALES	106	100%	86	81%	20	19%

ETAPA OPERACIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
A corto plazo (B)	0	0%	0	0%	0	0%
A mediano plazo (D)	0	0%	0	0%	0	0%
A largo plazo (H)	0	0%	0	0%	0	0%
Irreversible (I)	0	0%	0	0%	0	0%
No considerado (K)	17	100%	0	0%	17	100%
TOTALES	17	100%	0	0%	17	100%

Tabla 30: Reversibilidad y etapas del proyecto.

Se revela que el 31% de los impactos negativos derivados del proyecto de construcción de la red de desagües cloacales son a corto plazo, lo que implica que estos efectos adversos pueden mitigarse o revertirse en un período relativamente corto de tiempo. Además, se determinó que el 19% de los impactos son a mediano plazo, lo que indica que estos efectos adversos pueden persistir durante un período de tiempo más prolongado. No obstante, aún existe la posibilidad de reversibilidad en el futuro.

Por otro lado, se identificó que el 10% de los impactos negativos del proyecto son a largo plazo. Esto implica que estos efectos adversos pueden ser de mayor duración y más difíciles de revertir. Sin embargo, aún existen opciones para mitigar o minimizar estos impactos a largo plazo.

El 5% de los impactos negativos son considerados como irreversibles. Esto indica que estos efectos adversos no pueden ser completamente rectificadas o mitigados en el futuro y tendrán un impacto permanente en el ambiente.

En términos de impactos positivos, se determinó que el 30% de los impactos que no se consideran en el análisis tienen un efecto positivo sobre el medio ambiente. Esto indica que hay elementos del proyecto que podrían contribuir a mejorar ciertos aspectos ambientales, como la calidad del agua o salud de los ecosistemas.

EXTENSIÓN AREAL						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Focalizada (F)	58	47%	58	47%	0	0%
Local (A)	64	52%	27	22%	37	30%
Regional (R)	0	0%	0	0%	0	0%
Global (G)	1	1%	1	1%	0	0%
TOTALES	123	100%	86	70%	37	30%

ETAPA CONSTRUCCIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Focalizada (F)	58	55%	58	55%	0	0%
Local (A)	47	44%	27	25%	20	19%
Regional (R)	0	0%	0	0%	0	0%
Global (G)	1	1%	1	1%	0	0%
TOTALES	106	100%	86	81%	20	19%

ETAPA OPERACIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Focalizada (F)	0	0%	0	0%	0	0%
Local (A)	17	100%	0	0%	17	100%
Regional (R)	0	0%	0	0%	0	0%
Global (G)	0	0%	0	0%	0	0%
TOTALES	17	100%	0	0%	17	100%

Tabla 31: Extensión areal y etapas del proyecto.

Los resultados muestran que la mayor parte de los impactos se encuentran focalizados, representando un 47% del total. Además, se observa que todos estos impactos son negativos, lo que indica un potencial perjuicio para el entorno local.

Por otro lado, se identifica que el 52% de los impactos son de alcance local. Dentro de este porcentaje, el 22% se considera negativo, mientras que el 30% es positivo para el medio ambiente. Esto indica que existen aspectos del proyecto que podrían generar beneficios ambientales en la zona local, pero también se deben tomar medidas para mitigar los efectos negativos identificados.

NECESIDAD DE MONITOREO						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
SI (Y)	0	0%	0	0%	0	0%
No (N)	123	100%	86	70%	37	30%
TOTALES	123	100%	86	70%	37	30%
ETAPA CONSTRUCCIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
SI (Y)	0	0%	0	0%	0	0%
No (N)	106	100%	86	81%	20	19%
TOTALES	106	100%	86	81%	20	19%
ETAPA OPERACIÓN						
ESCALA DE EVALUACIÓN	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
SI (Y)	0	0%	0	0%	0	0%
No (N)	17	100%	0	0%	17	100%
TOTALES	17	100%	0	0%	17	100%

Tabla 32: Necesidad de monitores y etapas del proyecto.

Si bien los resultados arrojan que el 100% de los impactos no necesitan monitoreo, siempre es recomendable tomar medidas preventivas y estar preparados ante posibles cambios o problemas inesperados que puedan surgir durante la construcción de una red de desagües cloacales.

A modo de conclusión, se observa que los impactos negativos del proyecto, tanto durante la etapa de operación como de construcción, incluyen el bombeo del nivel freático y la excavación de zanjas. Estas actividades afectan al medio físico, el bombeo del nivel freático causa un desbalance hídrico en la zona del barrio y la excavación de zanjas puede alterar el suelo. Otros impactos negativos durante la etapa de construcción incluyen ruidos y vibraciones, polvo, alteración en el tránsito y contaminación visual.

Por otro lado, el proyecto tiene impactos positivos. Durante la etapa de construcción, la generación de empleos es un beneficio económico. En cuanto a la etapa de operación, la implementación de un sistema de red cloacal mejora la higiene y sanidad de los habitantes del barrio, evitando el uso de pozos absorbentes y reduciendo el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas. Esto, a su vez, aumenta el valor urbanístico de la zona al mejorar la infraestructura.

Existe una predominancia de impactos inmediatos, tanto negativos como positivos. Sin embargo, se identificaron algunos impactos negativos que se manifiestan en un plazo más largo, pero no se encontraron impactos a largo plazo, lo que indica que las actividades evaluadas no tienen efectos significativos sobre el medio ambiente a largo plazo. Esto podría ser considerado como algo positivo, ya que sugiere que las medidas de mitigación y seguimiento implementadas están siendo efectivas para controlar y reducir los impactos a largo plazo.

ACCIONES DE MITIGACIÓN

Las actividades de acción de mitigación son el principal objeto del estudio de impacto ambiental, ya que gracias a ellas se minimiza el impacto sobre el medio, creando la posibilidad de que la obra sea medioambientalmente viable.

Para solucionar los problemas que conlleva la excavación de zanjas en el suelo se propone implementar medidas para reducir la dispersión de polvo, como utilizar sistemas de riego o humedecer el suelo, y barreras físicas para evitar la erosión del suelo y la dispersión de sedimentos.

El acopio de materiales tiene un alto impacto negativo sobre el medio biótico, se sugiere almacenarlos en áreas designadas y cubrirlos para evitar la dispersión de partículas y contaminación del aire y agua. También, diseñar sistemas de disposición adecuado para los residuos generados durante el acopio.

Por otro lado, para disminuir la problemática que genera la extracción de agua durante la excavación de la zanja, se plantea la reutilización de la misma para riego urbano de calles rípiadas. Esta actividad comprende el almacenamiento del líquido extraído en tanques de almacenamiento.

Finalmente, se plantea un control de seguimiento en la estación elevadora, más precisamente en la cámara húmeda, asegurando que no se produzcan filtraciones hacia el nivel freático. Estos controles se realizan con apoyos de perforaciones de control en las inmediaciones de la cámara.

CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

CÓMPUTO Y PRESUPUESTOS

Se realizará una valoración del costo de obra y una evaluación económica de la propuesta que permita obtener conclusiones sobre la factibilidad.

El presupuesto se realiza teniendo en cuenta los costos al mes de FEBRERO DE 2024. El valor obtenido luego de este proceso será considerado como un EGRESO en el posterior flujo de fondos que forma parte de la evaluación económico-financiera. Posteriormente, deben ser identificados los INGRESOS para llegar luego a obtener saldos e indicadores que faciliten la interpretación sobre la rentabilidad.

Del análisis de la planimetría, se computan la cantidad de materiales necesarios en función de la unidad de medida especificada en cada ítem.

Luego, el presupuesto surge de la suma total de multiplicar cada ítem computado por su costo unitario correspondiente. Los costos unitarios de cada ítem se obtienen de revista "Cifras", "Vivienda", consultas a empresas y de obras que incluyan ítems semejantes.

Es necesario considerar un coeficiente de resumen "k" que incluye los costos indirectos, beneficios e impuestos. Para su determinación se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- ▶ Costo neto: corresponde a la suma de los costos de materiales, mano de obra y equipos que componen el ítem. En base a este valor se estiman todos los otros costos que compondrán el precio final.
- ▶ Gastos generales: son los gastos operativos de la empresa como ser salarios administrativos, teléfono, energía eléctrica, gastos de oficina, etc. Se estiman en un 12% del costo neto.
- ▶ Beneficio: Es el rédito que se propone obtener la empresa por la ejecución de la obra. Se propone un beneficio del 10% del costo neto.
- ▶ Precio sin impuestos: corresponde a la suma del costo neto, gasto general y beneficio.
- ▶ IVA: Impuesto al Valor Agregado. Actualmente corresponde aplicar el 21%.
- ▶ Ingresos brutos: es de aplicación el 2,5%.
- ▶ Gastos financieros: son los costos de intereses, venta de certificados y todo otro costo bancario.

COEFICIENTE RESUMEN		
VARIABLE	PORCENTAJE	COEFICIENTE
Costo Neto	-	1
Gastos Generales	12% CN	0,12
Beneficios	10% CN	0,1
Subtotal A		1,22
Gastos financieros	3% A	0,04
Subtotal B		1,26
Impuesto a los Ingresos Brutos	2,5% A	0,03
I.V.A.	21% B	0,26
Coeficiente Resumen K		1,56

Tabla 33: Coeficiente de resumen "k".

Se tiene en cuenta el salario de los trabajadores de la construcción que deberán hacerse cargo de las actividades a desarrollar, convertido al promedio del dólar oficial Banco Nación. Los salarios básicos se obtienen de la Paritaria UOCRA para febrero de 2024. A su vez, se considera un coeficiente de mayoración igual a 1,7 para contemplar los gastos asociados como pueden ser aportes, jubilación, etc.

NIVEL	SALARIO BÁSICO	FACTOR DE MAYORACIÓN	VALOR FINAL ADOPTADO
Oficial Especializado	USD 2,72	1,7	USD 4,62
Oficial	USD 2,32	1,7	USD 3,94
Medio Oficial	USD 2,14	1,7	USD 3,63
Ayudante	USD 1,96	1,7	USD 3,33

Tabla 34: Salarios básicos.

Para el desarrollo del cómputo, se dividió el proyecto en tres rubros:

- ▶ RUBRO I: Red Colectora.
- ▶ RUBRO II: Estación Elevadora del Líquido Cloacal.
- ▶ RUBRO III: Impulsión.

Los ítems abarcados por cada ítem se detallan a continuación.

DEFINICIÓN DE TAREAS

RUBRO I: RED COLECTORA:

ITEM 1 - Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a profundidad < 2,50 m.

El precio del ítem comprende mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de excavaciones de zanjas destinadas a la colocación de cañerías, tapada y compactación. Unidad de medida: m3

ITEM 2 - Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a profundidad > 2,50 m.

El precio del ítem comprende mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de excavaciones de zanjas destinadas a la colocación de cañerías, tapada y compactación. Unidad de medida: m3

ITEM 3 a - Provisión, acarreo y colocación de cañería de PVC c/ junta elástica incluyendo piezas especiales, accesorios y Prueba Hidráulica Diámetro 160 mm.

El precio del ítem comprende la provisión, acarreo y colocación de cañerías de PVC Dian 160 mm con junta de aros de goma de clases indicados en planos y de acuerdo a la planilla de la oferta. Unidad de medida: ml.

ITEM 3 b - Provisión, acarreo y colocación de cañería de PVC c/ junta elástica incluyendo piezas especiales, accesorios y Prueba Hidráulica Diámetro 200 mm.

El precio del ítem comprende la provisión, acarreo y colocación de cañerías de PVC Dian 200 mm con junta de aros de goma de clases indicados en planos y de acuerdo a la planilla de la oferta. Unidad de medida: ml.

ITEM 4 - Conexión Domiciliaria provisión, acarreo y colocación de cañería de PVC 110 mm c/ junta elástica incluyendo piezas especiales, accesorios y Prueba Hidráulica.

El precio del ítem comprende la provisión, acarreo y colocación de cañerías y piezas especiales de PVC Dian 110 mm con junta de aros de goma de clases indicados en planos y de acuerdo a la planilla de la oferta para las conexiones domiciliarias. Unidad de medida: N°.

ITEM 5 - Construcción Integral de BR de HºAº Excavación, provisión y acarreo, colocación de material necesario incluye marco y Tapa.

El precio del ítem comprende la excavación, construcción de bocas de registro compactación en entorno a la misma y provisión y colocación de marcos y tapa en un todo de acuerdo a planos de proyecto. Unidad de medida: N°.

ITEM 6 - Ejecución de empalme a BR existente arranque de cañería

El precio del ítem comprende la excavación, conexión de cañería a BR existente compactación en entorno a la misma de acuerdo a planos de proyecto. Incluye: Materiales, equipos especiales y mano de obra para la excavación, conexión de cañería a BR existente. Unidad de medida: u.

RUBRO II: ESTACIÓN ELEVADORA DE LÍQUIDO CLOACAL

No se incluye el costo de la adquisición del terreno de la E.E.L.C ya que se propone construirla en un lote de la Municipalidad de Calchaquí.

► Instalaciones electromecánicas

ITEM 1 - Provisión de electrobombas sumergible.

El precio del ítem comprende la provisión e instalación de Bombas sumergibles de acuerdo a planos y especificaciones del proyecto. Incluye: bombas, equipos especiales y mano de obra para la provisión e instalación de bombas sumergibles. Unidad de medida: Gl.

ITEM 2 - Cañería de impulsión y piezas especiales.

El precio del ítem comprende el transporte y montaje del sistema de cañerías de impulsión, para la Estación Elevadora, desde los codos base de las electrobombas hasta cañería impulsión PVC Ø 110 mm.. Incluye: materiales, equipos especiales y mano de obra para la provisión e instalación de la cañería. Unidad de medida: Gl.

ITEM 3 - Válvula de ingreso.

El precio del ítem comprende el transporte y montaje de una válvula esclusa de DN 200 en cañería de ingreso a la Estación Elevadora. Incluye: materiales, equipos especiales y mano de obra para la provisión e instalación de la Válvula esclusa en cañería de ingreso a la estación. Unidad de medida: Gl.

ITEM 4 - Tablero de comando y protección de electrobombas manual/automático.

El precio del ítem comprende a la Provisión y montaje de tablero de comando y protección para las dos electrobombas a instalarse. El tablero deberá incluir la provisión de cuatro reguladores de nivel. Montaje y conexión de tablero de comando. Unidad de medida: Gl.

► Obra civil y de arquitectura.

ITEM 5 - Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a prof. < 2,50 mts

El precio del ítem comprende mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de excavaciones de zanjas destinadas a la colocación de cañerías, tapada y compactación. Unidad de medida: m3

ITEM 6 - Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a prof. > 2,50 mts.

El precio del ítem comprende mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de excavaciones de zanjas destinadas a la colocación de cañerías, tapada y compactación. Unidad de medida: m3.

ITEM 7 - Hormigón de limpieza, tipo H-13, para fundación de Estación Elevadora, espesor 0,15m.

El precio del ítem comprende materiales, mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de los trabajos de hormigón de limpieza para fundaciones de la Estación Elevadora. Unidad de medida: m3.

ITEM 8 - Hormigón Armado tipo H-21 con armadura para paredes y losas de EE y cámara de descarga.

El precio del ítem comprende materiales, mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de los trabajos de hormigón estructural de la Estación Elevadora. Unidad de medida: m3.

ITEM 9 - Trabajos de albañilería y pintura (mampostería, revoque, encadenado, contrapiso, carpetas, cubierta, pintura exterior e interior, pisos).

El precio del ítem comprende materiales, mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de los trabajos de mampostería en Estación Elevadora. Unidad de medida: Gl.

ITEM 10 - Provisión acarreo y colocación de reja tipo camasto y sistema de izaje con aparejo s/plano.

El precio del ítem comprende materiales, mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de los trabajos. Unidad de medida: Gl.

ITEM 11 - Provisión e instalación de tapas de chapa antideslizante N°14, perfil normal doble T N°10.

El precio del ítem Incluye materiales, mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de los trabajos. Unidad de medida: Gl.

ITEM 12 - Provisión e instalación Sanitaria y Eléctrica.

El precio del ítem Incluye materiales, mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de los trabajos. Unidad de medida: Gl.

ITEM 13 - Provisión e instalación de aberturas de aluminio según planos.

El precio del ítem Incluye materiales, mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de los trabajos. Unidad de medida: u.

ITEM 14 - Provisión y colocación de cerco perimetral olímpico

El precio del ítem incluye materiales, mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de los trabajos del cerco olímpico perimetral con postes de H²A² prefabricados, tejido de acero N°14 romboidal 2 1/2" y mampostería hasta 0,60 mts en todo el perímetro según plano. Unidad de medida: ml.

RUBRO III: IMPULSIÓN

ITEM 1 - Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a profundidad < 2,50 mts.

El precio del ítem comprende mano de obra, equipos y elementos necesarios para la ejecución de excavaciones de zanjas destinadas a la colocación de cañerías, tapada y compactación. Unidad de medida: m3

ITEM 2 - Provisión, acarreo y colocación de cañería de PVC c/ junta elástica incluyendo piezas especiales, accesorios y Prueba Hidráulica Diámetro 110 mm

El precio del ítem comprende la provisión, acarreo y colocación de cañerías de PVC Dian 160 mm con junta de aros de goma de clases indicados en planos y de acuerdo a la planilla de la oferta.

ITEM 3 - Provisión de materiales y construcción de purga incluye piezas especiales y accesorios.

El precio del ítem comprende materiales, mano de obra y equipos para la ejecución total de las cámaras y la provisión y colocación de las válvulas de purga.

ITEM 4 - Provisión de materiales y colocación de v. de aire incluye piezas especiales y accesorios.

El precio del ítem comprende materiales, mano de obra y equipos para la ejecución total de las cámaras y la provisión y colocación de las válvulas de aire con todos los materiales necesarios para una correcta instalación.

ITEM 5 - Construcción Integral de BR de H₂O prof. < 2,50 mts

El precio del ítem comprende la excavación, construcción de bocas de registro compactación en entorno a la misma y provisión y colocación de marcos y tapa en un todo de acuerdo a planos de proyecto.

ITEM 6 - Ejecución de empalme a BR existente descarga

El precio del ítem comprende la excavación, conexión de cañería a BR existente compactación en entorno a la misma de acuerdo a planos de proyecto.

ANÁLISIS DE PRECIOS

Se enumeran los ítems componentes según la actividad que corresponda en forma general y luego en el Anexo VIII: "Cómputo y Presupuesto" se detalla cómo se obtuvo el monto establecido.

Los montos no incluidos en el Anexo VIII, fueron consultados a prestadores de servicios de la zona.

ITEM	DESIGNACIÓN	UNI	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	% INCID
RUBRO I : RED COLECTORA						
1	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a prof.≤2,50m. Señalización y depresión de napa, tapada, compactación,y reubic. del sobrante	m3	6086	USD 26,00	USD 158.236	30,44%
2	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a prof.>2,50m. Señalización y depresión de napa, tapada, compactación y reubic. del sobrante	m3	54	USD 33,05	USD 1.785	0,34%
3	Provisión, acarreo y colocación de cañería de PVC c/ junta elástica incluyendo piezas especiales, accesorios y prueba hidráulica					
a	DN160 mm.	ml	7345	USD 24,05	USD 176.664	21,49%
b	DN 200 mm	ml	15	USD 31,13	USD 467	0,06%
4	Conexiones domiciliarias: provisión, acarreo y colocación de cañería de PVC 110mm c/ junta elástica incluyendo piezas especiales, accesorios.	N°	668	USD 156,16	USD 104.312	20,07%
5	Provisión de materiales y transporte para la construcción de bocas de registro.	N°	53	USD 1.175,30	USD 62.291	7,58%
6	Ejecución de empalme a BR existente.	u	9	USD 498,13	USD 4.483	0,55%
7	Construcción de B.A.V	u	4	USD 898,67	USD 3.595	0,44%
8	Conexiones arranque de cañería	u	16	USD 495,85	USD 7.934	0,96%
NETO					USD 822.151	100%
				GG	USD 62.372	0,12
				B	USD 51.977	0,10
				Subtotal A	USD 634.115	1,22
				GF	USD 19.023	0,04
				Subtotal B	USD 653.138	1,26
				I.V.A.	USD 137.159	0,03
				IIBB	USD 16.328	0,26
TOTAL RUBRO I					USD 806.626	1,56

Tabla 35: Presupuesto: Rubro I.

ITEM	DESIGNACIÓN	UN I	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	% INCI D
RUBRO II : ESTACIÓN ELEVADORA						
1	PROVISIÓN DE ELECTROBOMBA SUMERGIBLE CLOACAL Flygt modelo NP 3069 MT 430 Motor 2 kW	GI	2	USD 3.950,00	USD 7.900	19,18%
2	CAÑERÍA DE IMPULSIÓN Y PIEZAS ESPECIALES: transporte y montaje del sistema de cañerías de impulsión, desde los codos base de las electrobombas hasta la cañería de impulsión PVC Ø110mm. Incluye mano de obra.	GI	1	USD 8.663,52	USD 8.664	21,04%
3	VÁLVULA DE INGRESO: Transporte y montaje de válvula esclusa de DN 200 en cañería de ingreso a la Estación Elevadora. Incluye mano de obra.	GI	1	USD 2.470,00	USD 2.470	6,00%
4	TABLERO DE COMANDO Y PROTECCIÓN DE ELECTROBOMBAS MANUAL/AUTOMÁTICO: Provisión y montaje de tablero de comando y protección para las dos electrobombas a instalarse. El tablero deberá incluir la provisión de cuatro reguladores de nivel. Montaje y conexión de tablero de comando.	GI	1	USD 2.730,00	USD 2.730	6,63%
NETO A					USD 21.764	53%
5	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a prof.≤2,50m. Señalización y depresión de napa, tapada, compactación,y reubic. del sobrante	m3	6,37	USD 26,00	USD 166	0,41%
6	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a prof>2,50m. Señalización y depresión de napa, tapada, compactación y reubic. del sobrante	m3	42,65	USD 50,87	USD 2.170	5,40%
7	Hormigón de limpieza, tipo H-13, para fundación de Estación Elevadora, espesor 0,15cm	m3	4,87	USD 86,97	USD 424	1,05%
8	Hormigón armado tipo H-21 con armadura para paredes y losas de EE y cámara de descarga.	m3	31,4	USD 314,00	USD 9.860	24,55%
9	Trabajos de albañilería y pintura (mampostería, revoque, encadenado, contrapiso, carpetas, cubierta, pintura interior y exterior, pisos)	GI	1	USD 3.470,00	USD 3.470	8,43%
10	Provisión, acarreo y colocación de reja tipo camasto y sistema de izaje con aparejo sobre plano	GI	1	USD 281,00	USD 281	0,68%
11	Provisión e instalación de tapas de chapa antideslizante N°14, perfil normal doble T N°10	GI	1	USD 378,00	USD 378	0,92%
12	Provisión e instalación sanitaria y eléctrica	GI	1	USD 487,00	USD 487	1,18%
13	Provisión e instalación de aberturas de aluminio					
a	Puerta ingreso al predio	u	1	USD 209,88	USD 210	0,51%
b	Puerta ingreso 2,20mx2,05m	u	1	USD 155,00	USD 155	0,38%
c	Ventiluz de 1,5mx0,50m	u	1	USD 83,83	USD 84	0,20%
14	Provisión y colocación de cerco perimetral olímpico con postes de H°A° prefabricados y tejido de acero N°14 romboidal 2 1/2". Mampostería hasta 0,60m en todo el perímetro del predio.	ml	25	USD 28,84	USD 721	1,75%
NETO B					USD 19.415	47%
NETO A+B					USD 41.178	100%
				GG	USD 4.820	0,12
				B	USD 4.017	0,1
				Subtotal A	USD 49.004	1,22
				GF	USD 1.470	0,04
				Subtotal B	USD 50.475	1,26
				I.V.A.	USD 10.600	0,03
				IIBB	USD 1.262	0,26
TOTAL RUBRO II					USD 62.336	1,56

Tabla 36: Presupuesto: Rubro II.

ITEM	DESIGNACIÓN	UNI	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	% INCID
RUBRO III : IMPULSIÓN						
1	Excavación a cielo abierto en cualquier clase de terreno a prof.≤2,50m. Señalización y depresión de napa, tapada, compactación y reubic. del sobrante	m3	204	USD 26,00	USD 5304	33,87%
2	Provisión, acarreo y colocación de cañería de PVC - JE- tipo R.C.P. Incluye prueba hidráulica diam. 110mm Clase 6.	ml	240	USD 26	USD 6128	36,77%
3	Provisión de materiales y construcción de purga. Incluye piezas especiales y accesorios.	u	1	USD 97,00	USD 97	0,58%
4	Provisión de materiales y colocación de válvula de aire. Incluye piezas especiales y accesorios.	u	1	USD 107,00	USD 107	0,64%
5	Construcción integral de BR de H°A°, excavación, provisión y acarreo, colocación del material necesario. Incluye tapa. Prof. <2,5m	u	3	USD 1175,30	USD 3526	21,16%
6	Ejecución de empalme a BR existente. Descarga.	u	1	USD 498,13	USD 498	2,99%
NETO A+B					USD 16.664	100%
				GG	USD 1.879	0,12
				B	USD 1.566	0,1
				Subtotal A	USD 19.105	1,22
				GF	USD 573	0,04
				Subtotal B	USD 19.678	1,26
				I.V.A.	USD 4.132	0,03
				IIBB	USD 492	0,26
TOTAL RUBRO II					USD 24.302	1,56

Tabla 37: Presupuesto: Rubro III.

RESUMEN PRESUPUESTO		
Rubro I RED DE COLECTORAS	USD 806.626	90%
Rubro II ESTACIÓN ELEVADORA	USD 62.336	7%
Rubro III IMPULSIÓN	USD 24.302	3%
MONTO TOTAL DE OBRA	USD 893.264	100%

Tabla 38: Resumen Presupuesto

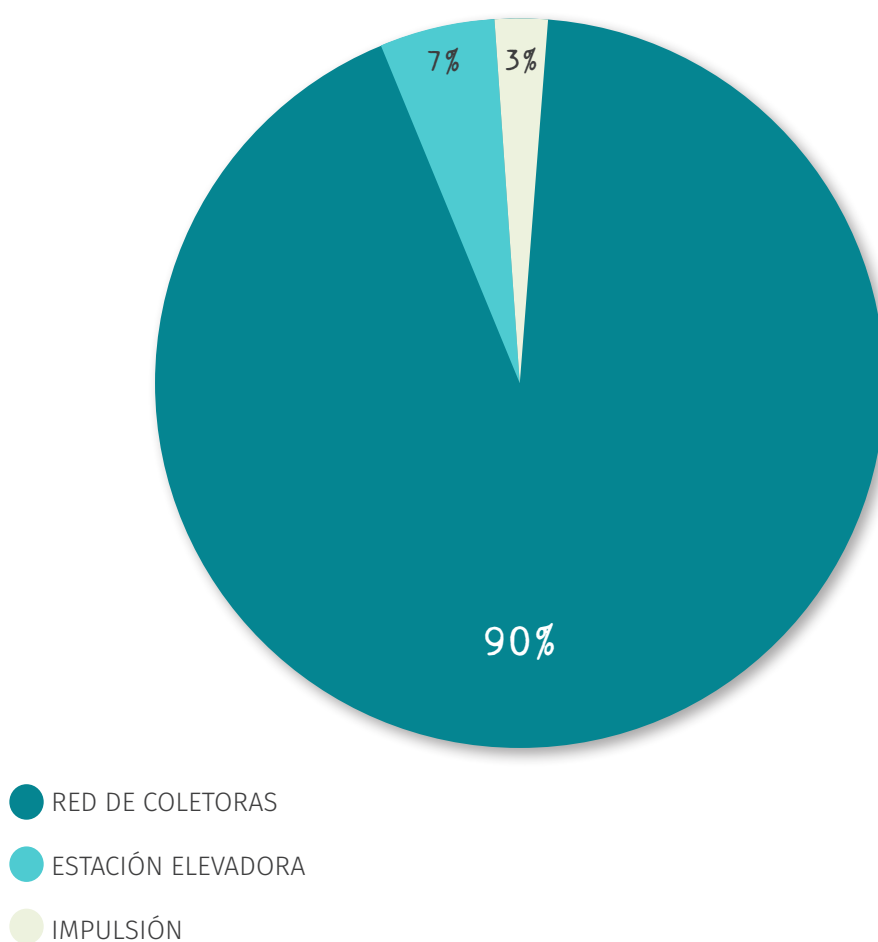


Figura 38: Incidencias Presupuesto.

Finalmente, con un presupuesto total de obra de USD 893.264, se calcula el costo por conexión. El trazado de la red abarca 668 conexiones.

Costo por conexión = USD 1.338

EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación de proyectos de inversión tiene como finalidad, analizar la conveniencia o inconveniencia en el uso de recursos destinados a la ejecución de un proyecto, dirigido a la solución de un problema o a la satisfacción de necesidades. Los criterios que se utilicen deben garantizar, la eficiencia financiera, económica, social y ambiental. Se mide el valor de un proyecto, en base a una comparación de los beneficios que genera y los costos que requiere.

Para establecer la viabilidad del proyecto se realiza un análisis beneficio-costos. Este cubre un periodo de 20 años, contabilizados a partir de cuándo se realiza la inversión inicial. Para dicho periodo se calculan los indicadores económicos necesarios.

COSTOS DEL PROYECTO

INVERSIÓN INICIAL

Como fue expuesto en el título “Cómputo y Presupuesto” el monto necesario para ejecutar la obra asciende a **USD 893.264**. Se estima que su ejecución esté concluida en un plazo de 6 meses.

COSTOS OPERATIVOS

Abarca los siguientes ítems:

1 - PERSONAL: Comprende a las personas encargadas de mantener en funcionamiento la red cloacal.

2 - OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO: Comprende la reposición de elementos defectuosos, reparación de bombas, mantenimiento de estaciones de bombeo, reparaciones menores en la red y de las obras civiles, etc.

3 - GASTOS GENERALES: Este ítem comprende gastos que impactan en la obra en general, como ser gastos de energía eléctrica, gastos administrativos, de movilidad, etc.

Se calcula como un porcentaje de la Inversión Inicial. El primer año, este monto es la mitad ya que se estima que la obra esté finalizada en el segundo semestre. El porcentaje a adoptar es 1%.

*Costo Operativo = 1% * USD 893.264 = USD 8.933*

Finalmente, el Costo Operativo Anual es USD 8.933

AÑO	GASTOS	
	INVERSIÓN INICIAL	COSTOS OPERATIVOS
1	USD 893.264	USD 4.466
2		USD 8.933
3		USD 8.933
4		USD 8.933
5		USD 8.933
6		USD 8.933
7		USD 8.933
8		USD 8.933
9		USD 8.933
10		USD 8.933
11		USD 8.933
12		USD 8.933
13		USD 8.933
14		USD 8.933
15		USD 8.933
16		USD 8.933
17		USD 8.933
18		USD 8.933
19		USD 8.933
20		USD 8.933

Tabla 39: Costos del proyecto.

BENEFICIOS DEL PROYECTO

Las características de este proyecto hacen que no existan ingresos propiamente dichos, sino que se puedan identificar gastos evitados. No son estrictamente un ingreso, sino un ahorro, pero de todas maneras se los cuantifica para el cálculo del VAN.

MANTENIMIENTO DE POZOS ABSORBENTES

Se considera el monto que se ahorra el vecino debido al hecho de no necesitar del desagote de los pozos. Se estima que esta acción se realiza trimestralmente, con un costo actual de **USD 25**. Resultando en que anualmente, por conexión, se gastan **USD 100**.

SALUD:

Al evitar la contaminación del agua, se pueden prevenir enfermedades, en su mayoría gastrointestinales, y los costos derivados de ellas, ya sea en consultas médicas como en medicamentos. Se estima este costo en **USD 120** anuales.

AÑO	BENEFICIOS	
	POR CONEXIÓN	
	MANTENIMIENTO DE POZOS ABSORBENTES	SALUD
1	USD 50	USD 60
2	USD 100	USD 120
3	USD 100	USD 120
4	USD 100	USD 120
5	USD 100	USD 120
6	USD 100	USD 120
7	USD 100	USD 120
8	USD 100	USD 120
9	USD 100	USD 120
10	USD 100	USD 120
11	USD 100	USD 120
12	USD 100	USD 120
13	USD 100	USD 120
14	USD 100	USD 120
15	USD 100	USD 120
16	USD 100	USD 120
17	USD 100	USD 120
18	USD 100	USD 120
19	USD 100	USD 120
20	USD 100	USD 120

Tabla 40: Beneficios del proyecto.

FLUJO DE FONDOS

A partir de los costos y beneficios estimados se construye el flujo de fondos del proyecto, del año 2024 al año 2044. Para ello se obtuvo el ahorro total, es decir, realizando el producto del beneficio de cada vivienda por la cantidad total de conexiones estimadas para el proyecto, es decir 1567, pero teniendo en el año uno el 62% de las conexiones, y luego un aumento del 2% anual.

AÑO	GASTOS		BENEFICIOS					FLUJO NETO Fj (US\$)
	INVERSIÓN INICIAL	COSTOS OPERATIVOS	POR CONEXIÓN		% SERVIDO	CONE- XIONES	TOTAL GASTOS EVITADOS	
			MANTE. DE POZOS ABSORBENTES	SALUD				
1	USD 893,264	USD 4.466	USD 50	USD 60	62%	414	USD 45.558	-USD 852.173
2		USD 8.933	USD 100	USD 120	64%	428	USD 94.054	USD 85.122
3		USD 8.933	USD 100	USD 120	66%	441	USD 96.994	USD 88.061
4		USD 8.933	USD 100	USD 120	68%	454	USD 99.933	USD 91.000
5		USD 8.933	USD 100	USD 120	70%	468	USD 102.872	USD 93.939
6		USD 7.593	USD 100	USD 120	72%	481	USD 105.811	USD 96.879
7		USD 8.933	USD 100	USD 120	74%	494	USD 108.750	USD 99.818
8		USD 8.933	USD 100	USD 120	76%	508	USD 111.690	USD 102.757
9		USD 8.933	USD 100	USD 120	78%	521	USD 114.629	USD 105.696
10		USD 8.933	USD 100	USD 120	80%	534	USD 117.568	USD 108.635
11		USD 8.933	USD 100	USD 120	82%	548	USD 120.507	USD 111.575
12		USD 8.933	USD 100	USD 120	84%	561	USD 123.446	USD 114.514
13		USD 8.933	USD 100	USD 120	86%	574	USD 126.386	USD 117.453
14		USD 8.933	USD 100	USD 120	88%	588	USD 129.325	USD 120.392
15		USD 8.933	USD 100	USD 120	90%	601	USD 132.264	USD 123.331
16		USD 8.933	USD 100	USD 120	92%	615	USD 135.203	USD 126.271
17		USD 8.933	USD 100	USD 120	94%	628	USD 138.142	USD 129.210
18		USD 8.933	USD 100	USD 120	96%	641	USD 141.082	USD 132.149
19		USD 8.933	USD 100	USD 120	98%	655	USD 144.021	USD 135.088
20		USD 8.933	USD 100	USD 120	100%	668	USD 146.960	USD 138.027

Tabla 41: Flujo Neto

VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Este método consiste en hallar la suma algebraica de los flujos netos actualizados, flujos obtenidos de la comparación entre los costos y beneficios actualizados generados por el proyecto durante el horizonte del proyecto, para luego este resultado compararlo con el monto de la inversión realizada.

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

Si un proyecto de inversión tiene un VAN positivo, se dice que el proyecto es rentable. Entre dos o más proyectos, el más rentable es el que tenga un VAN más alto. Un VAN nulo significa que la rentabilidad del proyecto es la misma que colocar los fondos en él invertidos en el mercado, con un interés equivalente a la tasa de descuento utilizada.

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_j}{(1+K)^t} - I_0$$

Dónde:

- ▶ F_j representa los flujos de caja en el período t .
- ▶ n es el número de períodos considerados. ($n=20$)
- ▶ k tasa de interés o descuento social ($k=9\%$).
- ▶ I_0 inversión inicial
- ▶ Finalmente, el valor actual neto para el período de 20 años es:

VAN = USD 37.493

TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto: a mayor TIR, mayor rentabilidad. Se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Se compara con una tasa mínima o tasa de actualización. Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR - supera la tasa mínima en el lapso de tiempo que se considere como vida útil del proyecto, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

La Tasa Interna de Retorno es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+K)^t} - I_0 = 0$$

Para el proyecto,

$$TIR = 10,23 \%$$

Finalmente, si se analiza los resultados obtenidos desde una perspectiva estrictamente financiera, la obra resulta VIABLE, esto debido a que:

- ▶ $VAN > 0$
- ▶ $TIR > TASA INTERES CONSIDERADA (9\%)$

Para este tipo de proyectos, lo mejor es realizar una Evaluación Social, focalizada en los efectos económicos, entendidos como aquellos que afectan la distribución de recursos y la generación de riqueza de la sociedad, sin importar si generan un flujo de fondos o quienes generan o reciben esos fondos.

CONCLUSIÓN

The background features a light green gradient at the top. Below it, a dark brown triangle points downwards from the right side. The bottom-left corner is white, and a diagonal line separates the green and white areas.

CONCLUSIÓN

La elaboración de este proyecto tuvo como punto de partida mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad de Calchaquí, ubicada en la provincia de Santa Fe a 200km de la capital, con una población estimada de 15.000 habitantes. Para ello se analizó la ciudad desde el punto de vista del saneamiento, específicamente en los barrios Malvinas Argentinas, Gardelito y Santa Rosa.

Los resultados del análisis del estado de la ciudadanía en términos de servicios esenciales son los siguientes:

- ▶ El 90% de la población cuenta con agua potable.
- ▶ Si bien no hay gas natural, existe un proyecto de Litoral Gas para construir la red local y conectarla al gasoducto del NEA.
- ▶ La problemática de desagües pluviales ya fue abordada como Proyecto Final.
- ▶ Los residuos sólidos urbanos, su procesamiento y disposición a cielo abierto están estudiados en el programa GIRSU.
- ▶ El 30% de la población no está conectada a la red de desagües cloacales.

A partir del análisis precedente, se decidió centrar el proyecto en la readecuación de los desagües cloacales de los barrios mencionados, que representan aproximadamente un 8% de la red total de la ciudad.

Se realizó el dimensionamiento de la red de cañerías, se decidió instalar una Estación Elevadora de Líquido Cloacal para bombear el caudal del barrio Malvinas Argentinas hacia la red existente y se verificó que las lagunas de tratamiento están aptas para soportar la nueva red.

Se desarrolló el análisis de impacto ambiental de la obra resultando del mismo que los impactos durante la construcción son mayormente negativos, pero reversibles inmediatamente finalizada la obra que dura unos pocos meses. Estos efectos son ampliamente compensados por los importantes impactos positivos durante la puesta en funcionamiento, que se proyectó a 20 años.

En el análisis financiero del proyecto, se analizaron los costos del mismo, que abarca la inversión inicial de obra (USD 893.264) y los generados anualmente por mantenimiento y operación, que se estimaron en 1% de la inversión anual. Los beneficios del proyecto son aquellos gastos que los vecinos ya no tendrían por contar con una red de desagües cloacales. Estos gastos son en salud y mantenimiento de pozos absorbentes. Se realizó la evaluación económica, pero debido a que en esta clase de proyectos de indiscutible necesidad, intervienen muchos otros factores no cuantificables que inclinan la balanza a favor de la ejecución de estas obras, se bajó la tasa de interés a 9%. De esta manera se llegó a la conclusión de que el proyecto es RENTABLE desde un análisis financiero.

Los factores no cuantificables que se mencionaron se basan en que la red cloacal es una parte fundamental de la infraestructura urbana y desempeña un papel de vital importancia en la protección del medio ambiente y la salud pública. Existen diversas razones por las cuales es crucial destinar recursos a este tipo de infraestructura.

En primer lugar, las cloacas permiten una gestión adecuada de los residuos líquidos y sólidos, evitando su acumulación en las calles y áreas urbanas. Esto ayuda a prevenir la contaminación del suelo y del agua, así como la propagación de enfermedades transmitidas por vectores o por contacto directo con desechos. Además, al evitar la acumulación de residuos, se reducen los malos olores y se mejora la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

Por otra parte, las cloacas contribuyen a la preservación de los ecosistemas acuáticos. A su vez, el tratamiento adecuado de las aguas residuales permite su reutilización en actividades como el riego de áreas verdes, lo que contribuye a una gestión más sostenible de los recursos hídricos.

Por último, es importante destacar que las cloacas son una infraestructura que aporta a la planificación urbana y al desarrollo sostenible de las ciudades. Al contar con sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales, se facilita el crecimiento ordenado de las ciudades, evitando la saturación de terrenos y la aparición de problemas de salud pública. También, la existencia de una infraestructura de cloacas adecuada puede ser un factor determinante para atraer inversiones y promover el desarrollo económico de una región.

A modo de conclusión general, la culminación de este proyecto no solo representa la materialización de los objetivos inicialmente propuestos, sino que también simboliza el cierre de una etapa significativa en mi formación como ingeniera civil. Durante su elaboración, se han aplicado diversas herramientas de ingeniería adquiridas durante el aprendizaje académico, lo que ha permitido tomar decisiones fundamentadas y racionales.

Estoy convencida de que tanto el trabajo realizado en este proyecto final como las experiencias vividas durante estos años me han preparado adecuadamente para afrontar los retos futuros en el ámbito de la ingeniería.

BIBLIOGRAFÍA

The background features a large, abstract geometric design. A light green triangle points downwards from the top right, overlapping a brown trapezoidal shape that extends from the top left towards the bottom right. The bottom right corner of the page is white.

BIBLIOGRAFÍA

- ▶ Apuntes de la Cátedra “Proyecto Integrador”. UTN Regional Santa Fe.
- ▶ Guías y criterios técnicos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aysa.pdf>
- ▶ Normas de estudio, Criterios de diseño y Presentación de proyectos de desagües cloacales para ciudades de hasta 30.000 habitantes. HYTSA Estudios y Proyectos S.A. 1993
- ▶ Plan Estratégico Territorial Calchaquí, Santa Fe. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, Presidencia de la Nación. 2018. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_estrategico_territorial_calchaqui.pdf
- ▶ UOCRA – Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina. (2024). Convenio 76/75 –577/10. Enero 2024. https://www.uocra.org/pdf/b96f0f_RS-202416012024.pdf
- ▶ Apuntes de Cátedra Ingeniería Sanitaria.
- ▶ Normas de estudio, diseño y presentación de Proyectos. ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento). Argentina. 1972.
- ▶ Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Mundi-Prensa. Vicente Conesa Fernandez-Vitora. España, 1993.
- ▶ Proyecto Final: “Desagües Pluviales en Calchaquí- Provincia de Santa Fe”. Franco Dalla Fontana – Pedro Andrés Cian - Agustín Lorenz. 2022.
- ▶ Revista “Cifras”. Febrero 2024. Argentina.
- ▶ Revista “Vivienda”. Febrero 2024. Argentina.
- ▶ Revista “El constructor”. Febrero 2024. Argentina.
- ▶ Municipalidad de Calchaquí.