

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

PROPUESTA DE ABASTECIMIENTO PROVISIONAL DE AGUA POTABLE DURANTE LA REHABILITACIÓN DEL RESERVORIO R-23 (COLLIQUE R-6) Y LA CÁMARA DE REBOMBEO (CR-97) EN LA LOCALIDAD DE COLLIQUE, DISTRITO DE COMAS.

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Víctor César Turrín Lleellish

Asesor:

Mg. Ing. Jimmy Mendoza Montalvo

Lima - Perú

2020



DEDICATORIA

- ❖ Dedicado a mi Madre; que entregó tiempo, sustento económico para darnos educación y ahora somos lo que somos gracias a Ella.
- ❖ A mi abuela Aida, la única que me acompaña con vida en representación de mis queridos abuelos que partieron a la eternidad: Víctor, Alejandro y mi amada abuela Rosa.

AGRADECIMIENTO

- ❖ A la empresa ACRUTA & TAPIA, que me brindó la información que requería para poder llevar a cabo el presente trabajo de investigación, en especial al Ing. Raúl Gálvez y al Ing. Edinson Macalupu.
- ❖ A mis tías: María, Yeniva y Luz; quienes me brindaron soporte cuando más lo requería.
- ❖ A los docentes, que influyeron con sus lecciones y experiencias en formarnos como personas de bien y prepararnos para los retos de nuestra futura vida profesional, en especial a los Ingenieros: Ing. Mardonio, Ing. Tello, Ing. Canta y el Ing. Garcés.
- ❖ A Katherin, mi prometida, a quien he dado mil y una razones para que corra, para que huya, para que se salve, sin embargo, me sonrío y se queda conmigo.
- ❖ A todas las personas que animaron y aportaron con sus buenas ideas, en forma directa o indirecta para hacer posible este trabajo de investigación, mi sincero agradecimiento con la seguridad de que el esfuerzo que conjuntamente hemos realizado constituya una valiosa contribución para todos los profesionales y técnicos ligados al tema.

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN EJECUTIVO	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Aspectos Generales de la Empresa	11
1.1.1. Datos	11
1.1.2. Reseña Histórica	11
1.1.3. Valores, Misión y Visión	13
1.1.4. Organigrama.....	15
1.1.5. Principales Servicios	15
1.2. Justificación del Trabajo.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Bases Teóricas	17
2.1.1. Abastecimiento de agua.....	17
2.1.2. Ecuaciones de la hidráulica básica	18
2.2. Población de Diseño y Demanda de Agua	21
2.2.1. Durabilidad de los materiales	21
2.2.2. Crecimiento o decrecimiento Poblacional.....	21
2.3. Dotación.....	22
2.3.1. Variaciones de consumo	23
2.4. Método de Distribución	24

2.4.1.	<i>Bombeo por etapas</i>	25
2.4.2.	<i>Golpe de Ariete</i>	26
2.5.	Limitaciones	27
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....		27
3.1.	Experiencia en el área	27
3.2.	Descripción General del Sistema Actual de Agua Potable.....	30
3.3.	Desarrollo del proyecto.....	31
3.3.1.	<i>Descripción del proyecto</i>	32
3.3.2.	<i>Diagnóstico del Proyecto</i>	36
3.3.3.	<i>Situación Previa a la implementación del proyecto</i>	38
3.3.4.	<i>Problemática (identificación del problema)</i>	43
3.3.5.	<i>Objetivos</i>	44
3.3.6.	<i>Metodología del proyecto</i>	45
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....		71
4.1.	Resultado 1: Comparación de costos y tiempo entre el sistema de abastecimiento provisional y el abastecimiento con camión cisterna.	71
4.2.	Resultado 2: Aumento de caudal de llegada y menor tiempo de llenado de los reservorios R-7 y R-8.....	76
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES.....		79
5.1.	Conclusiones.....	79
5.2.	Recomendaciones	81
REFERENCIAS.....		84
ANEXOS		85
Anexo N°1. Lotes y Paquetes para el financiamiento del proyecto Lima Norte II		85

Anexo N°2. Variaciones de Obra – Lote 1	89
Anexo N°3. Ampliaciones de Plazo – Lote 1	91
Anexo N°4. Absoluciones de consultas del Expediente Técnico referentes al reservorio R-23 (Collique R-6).....	92
Anexo N°5. Carta del Equipo de Operación y Mantenimiento de redes – Comas (EOMR-C) enviada al Equipo de Proyectos Especiales (EPE), precisando la aprobación de la alternativa N°2.....	93
Anexo N°6. Carta enviada a la Supervisión por parte del Equipo de Proyectos Especiales (EPE), precisando la aprobación de la alternativa N°2.....	94
Anexo N°7. Área de influencia de abastecimiento del reservorio R-7.....	95
Anexo N°8. Área de influencia de abastecimiento del reservorio R-8.....	96
Anexo N°9. Hoja técnica de la empresa Hidrostral indicando los detalles técnicos de la electrobomba de 25 HP seleccionada para puesta en obra.	97
Anexo N°10. Hoja técnica de la empresa Hidrostral indicando los detalles técnicos de la electrobomba de 30 HP seleccionada para puesta en obra.	98
Anexo N°11. Panel fotográfico: Proceso constructivo del Sistema de Abastecimiento Provisional.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de detalles y Componentes del Proyecto Lote 01	34
Tabla 2 Resumen de actuaciones en Reservoirios	36
Tabla 3 Resumen del diagnóstico de las instalaciones electromecánicas de reservoirios	37
Tabla 4 Resumen diagnóstico de instalaciones electromecánicas de cámaras de rebombeo.	38
Tabla 5 Alternativas de Abastecimiento Provisional de agua potable a los Reservoirios R-7 y R-8.....	46
Tabla 6 Calculo estimado del presupuesto según alternativa propuesta.....	49
Tabla 7 Sectores y Subsectores del presente proyecto para el Lote 1.	55
Tabla 8 Estimación de tiempo de ciclo por camión.....	58
Tabla 9 Cálculo del número y viajes de camiones cisterna para el R-7.	58
Tabla 10 Precio Unitario del transporte y distribución de agua potable con camión cisterna....	59
Tabla 11 Cálculo estimado para el abastecimiento del reservoirio R-7, no incluye IGV.....	59
Tabla 12 Cálculo de N° de Viajes para la zona de influencia de los reservoirios R-8.	60
Tabla 13 Cálculo estimado para el abastecimiento con camión cisterna a la zona de influencia del reservoirio R-8, no incluye IGV.....	61
Tabla 14 Costo Directo total de la alternativa de abastecimiento con camión cisterna.....	72
Tabla 15 Resumen del presupuesto de abastecimiento provisional de agua potable del reservoirio R-6.....	73
Tabla 16 Cuadro comparativo entre las fuentes de abastecimiento del reservoirio R-6.....	77
Tabla 17 Cuadro de cargas del medidor del tablero provisional	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Empresa Acruta & Tapia	15
Figura 2. Algoritmo de Selección de Sistema de Agua Potable para el Rural.....	18
Figura 3. Etapas de bombeo.....	25
Figura 4. Ubicación en planta del Reservorio R23 (Collique R-6).....	32
Figura 5. Funcionabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable de los reservorios R-5, R-6, R-7 y R-8 de Collique.	42
Figura 6. Acceso vehicular para el abastecimiento del reservorio R-7.....	47
Figura 7. Vistas del reservorio R-8 evidenciando la inaccesibilidad de camiones cisterna	48
Figura 8. Alternativa de Abastecimiento Provisional a través de tanque de agua y electrobomba Booster	50
Figura 9. Alternativa de Tanque de agua y equipo de bombeo de SEDAPAL.....	51
Figura 10. Diagnóstico del funcionamiento de abastecimiento previo a la rehabilitación del reservorio.	53
Figura 11. Diagrama de la instalación hidráulica propuesta.....	54
Figura 12. Esquema de la distancia del surtidor VIPOL a la 5ta Zona de Collique	57
Figura 13. Línea de impulsión existente (azul) y línea de aducción existente (verde).....	63
Figura 14. Puntos de empalme P1 y P2 con el sistema provisional.....	64
Figura 15. Ubicación de los tanques de polietileno de capacidad 25 m ³ cada uno	65
Figura 16. Tablero de fuerza diseñado para las bombas del árbol hidráulico provisional.....	66
Figura 17. Instalación del By Pass provisional.....	67
Figura 18. Replanteo final del Árbol Hidráulico Provisional	69
Figura 19. Marcha Blanca. Prueba del abastecimiento del equipo de bombeo provisional	70

Figura 20. Esquema comparativo entre las alternativas de solución de abastecimiento de agua potable.....74

Figura 21. Esquema de funcionamiento actual con el sistema de abastecimiento de agua potable78

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación consiste en describir las alternativas de solución para el abastecimiento de agua potable a los pobladores de la 4ta, 5ta y 6ta zona de Collique, en el distrito de Comas. El problema nace por una omisión de parte del proyectista en el sistema alternativo de abastecimiento de agua durante la ejecución del reservorio Collique R-6 y la caseta de bombeo CR-97. En ese sentido, el objetivo fue presentar alternativas de abastecimiento provisional para suministrar agua potable a la población y a los reservorios R-7 y R-8. La investigación se realizó mediante la técnica de la entrevista dirigida al personal técnico y profesional de los reservorios involucrados. Esto sirvió como orientación para entender la filosofía del funcionamiento y permitió establecer el objetivo a lograr. Posteriormente se procedió a realizar la planificación y ejecución de la alternativa seleccionada con un riguroso seguimiento y control hasta el funcionamiento del proyecto. Finalmente se concluye que la mejor alternativa propuesta es el Sistema de Abastecimiento Provisional que consta de dos tanques de 25 m³, un árbol hidráulico, electrobombas de 25 y 30 HP. Esta configuración asegura la continuidad del servicio de abastecimiento de agua potable a la población.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional describe las actividades desarrolladas durante la selección, instalación y funcionamiento del Sistema de Abastecimiento Provisional llevado a cabo en la empresa “ACRUTA Y TAPIA INGENIEROS S.A.C.”, como Técnico Supervisor de Campo en la etapa de ejecución del proyecto: “Optimización de Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sectorización, Rehabilitación de Redes y Actualización de Catastro – Área de Influencia Planta Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y Sectores 84, 83, 85, y 212”. Lote 01.

1.1. Aspectos Generales de la Empresa

1.1.1. Datos

Empresa	:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.
Tipo de Empresa	:	SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Rubro	:	Hidráulica, Saneamiento, Edificaciones, Energía, Transportes y Vialidad.
RUC	:	20262241441
Dirección Legal	:	Av. Javier Prado Este 3092, San Borja, Lima, Perú.
Página Web	:	https://www.acrutaytapia.com
Presidente del directorio:		Ing. Alfredo Acruta Sánchez
Gerente General	:	Ing. Elías Tapia Julca

1.1.2. Reseña Histórica

Hace 26 años, a partir de la experiencia adquirida en dos décadas en el sector construcción, dos emprendedores peruanos asumieron el reto de fundar ACRUTA &

TAPIA INGENIEROS S.A.C., con la finalidad de contribuir con el desarrollo sostenible del Perú brindando servicios de consultoría en obras de ingeniería y supervisión de proyectos en todas las regiones del Perú, lo cual les ha permitido ganar una vasta experiencia en diversas situaciones geográficas y climatológicas. Con el transcurso de los años los propósitos institucionales fueron creciendo y expandió sus fronteras para contribuir al desarrollo de América Latina y mejorar la calidad de vida en los países donde proponían supervisar nuevos proyectos.

ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C., es una empresa peruana localizada en San Borja, Lima. Inició sus actividades económicas y fue inscrita como una SOCIEDAD ANONIMA CERRADA el 27/10/1994. A la fecha la situación actual de esta empresa dentro del mercado peruano es ACTIVO. Tiene como giro, actividad y rubro principal: Hidráulica, Saneamiento, Edificaciones, Energía, Minería, Transportes y Vialidad.

ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. es una empresa consultora de ingeniería con amplia experiencia en estudios de preinversión, inversión y supervisión de obras en los sectores Público, Privado y Concesiones. Tienen un equipo de profesionales que posee una amplia experiencia y una filosofía basada en los valores fundamentales de perseverancia, competitividad, trabajo en equipo y sensibilidad social, siendo los lineamientos principales de sus compromisos:

- ✓ “Considerar a los clientes como el centro del sistema, hacia quienes deben estar orientados todos los esfuerzos y un excelente nivel de servicios.” (Acruta y Tapia, 2019).
- ✓ “Mejorar continuamente nuestro sistema de gestión de calidad, ambiental, seguridad y salud ocupacional, desempeño energético, responsabilidad social y la no violencia contra la mujer en los diferentes procesos de la empresa,

comprometiéndonos a la asignación de recursos necesarios para su mantenimiento.” (Acruta y Tapia, 2019).

- ✓ “Estar comprometidos con la prevención de la contaminación y preservación del medio ambiente, durante el desarrollo de nuestros trabajos en obras y en oficinas y la reducción del consumo de recursos.” (Acruta y Tapia, 2019).

ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C, cuenta con las certificaciones por INCOTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas), en Sistema de Gestión de la Calidad (ISO 9001), Sistema de Gestión Ambiental (ISO 14001), en Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (OHSAS 18001), y en Evaluación del Sistema de Gestión Ambiental y de Seguridad y Salud en el Trabajo para Contratistas del Sector Petrolero y Gas (NORSOK S-006); por MARCA PERÚ, para el uso institucional en papelería, impresoras web y redes sociales; y por QACS INTERNATIONAL, en Sistema de Gestión contra el soborno.

1.1.3. Valores, Misión y Visión

Valores:

Competitividad: La empresa se orienta hacia el futuro, inspirándose en la mejora y enfrentándose al desafío del cambio con espíritu agresivo e innovador, actúa oportunamente ante los cambios del entorno, anticipando necesidades y encontrando soluciones. La empresa está comprometida con los resultados, con la mejora y actualización continua de los procesos de trabajo en búsqueda de la satisfacción y calidad del servicio al cliente, orientado al logro de resultados eficientes y eficaces.

Trabajo en Equipo: Tiene compromiso individual y de integración de equipos determinado por el sentido de pertenencia a la empresa con el propósito de alcanzar metas comunes y el desarrollo de sus colaboradores.

Perseverancia: Persiste ante las dificultades para brindar al cliente una adecuada solución, trabajando con desvelo para brindar servicios de calidad, ganando así la credibilidad de sus clientes y colaboradores.

Apoyo Solidario: Exhibe una actitud proactiva, ética, honesta, responsable, equitativa contribuyendo con el desarrollo social del País

Misión:

Empresa líder que brinda servicios de consultoría de obras multidisciplinarias, cubriendo eficientemente las expectativas de sus clientes, contando con una fuerza laboral proactiva e innovadora y con una infraestructura y tecnología de vanguardia acorde con las exigencias del mercado.

Visión:

Ser una empresa consultora de obras multidisciplinarias de prestigio mundial, con espíritu solidario, comprometido con el desarrollo social.

1.1.4. Organigrama

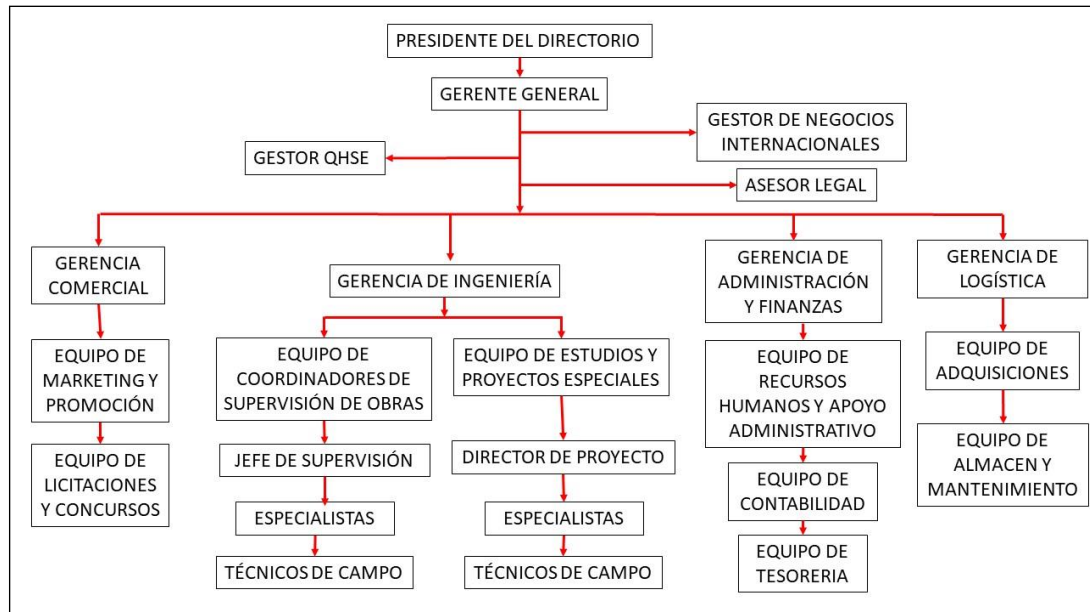


Figura 1. Organigrama de la Empresa Acruta & Tapia

Fuente: Elaboración Propia

1.1.5. Principales Servicios

ACRUTA & TAPIA cuenta con amplia experiencia en ejecución de obras nacionales de gran envergadura que, sumado a las obras proyectadas, dirigidas, gerenciadas y/o supervisadas como servicios, lo convierte en una empresa de primer nivel en el ámbito nacional e internacional.

Realiza detalles con software de ingeniería de vanguardia, estudios de suelos y rocas y supervisión de obras multidisciplinarias con alto grado de compromiso personal, corporativo y visión de mejoramiento continuo como, por ejemplo: en Obras de Sanitarias, Edificaciones, Energéticas, Hidráulicas y obras viales.

ACRUTA & TAPIA ocupa en la actualidad lugares de vanguardia en la consultoría peruana.

1.2. Justificación del Trabajo

En los últimos años el agua se ha vuelto una necesidad importante para todo el mundo, ya que este recurso hídrico está disminuyendo por la mala administración del mismo o por la contaminación que cada vez afecta más el desarrollo hídrico. El centro poblado de Collique presenta esta problemática, debido a que en toda su red presenta roturas, filtraciones y obstrucciones debidas a su antigüedad, tanto en redes como en pozos y reservorios. Estos hechos, hacen que se contamine y se pierda agua en grandes proporciones.

Por tal motivo, surge la necesidad de rehabilitar el Reservorio 23 (Collique R-6), por presentar debilitamiento de su estructura en la caseta de bombas y reservorio. Para ello, es fundamental que se diseñe un método de alternativa de abastecimiento provisional de agua potable, que sustituirá al equipo de bombeo actual, hasta su completa rehabilitación usando la metodología, criterios, parámetros, detalles y la normativa vigente correspondiente.

El nuevo abastecimiento provisional de agua potable permitirá seguir alimentando de agua potable a través de las electrobombas de 30 HP al Reservorios R-7 (500 m³), de 25 HP al Reservorio R-8 (100 m³) y abasteciendo a la población con normalidad para cubrir sus necesidades básicas.

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene en su contenido información técnica que podrán ser utilizadas por entidades estatales, privadas, estudiantes y demás que investiguen acerca del abastecimiento provisional de agua potable.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases Teóricas

2.1.1. Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua potable supone la captación del agua y su conducción hasta el punto en el que se consume en condiciones aptas. Para que el agua sea dispuesta para el consumo no solo tiene que cumplir requisitos de tipo sanitario, sino también requisitos relativos a la calidad. Esto, con la finalidad de no contraer enfermedades.

“Entre las enfermedades contagiosas que pueden ser transmitidas por el agua se encuentran infecciones bacteriales, virales y protozoales. Entre las enfermedades bacteriana esta la tifoidea, la paratifoidea, la salmonelosis, (...)”. (Mc Ghee, 1999, pág. 159)

Las fuentes de agua son de vital importancia en el cálculo de un sistema de abastecimiento de agua potable. Por ello, es indispensable definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. Existen dos tipos de sistemas de abastecimiento: por gravedad y por bombeo. Según Pittman (1997), afirma:

En los sistemas de agua potable por gravedad, la fuente de agua debe estar ubicada en la parte alta de la población para que el agua fluya a través de tuberías, usando solo la fuerza de la gravedad. En los sistemas de agua potable por bombeo, la fuente de agua se encuentra localizada en elevaciones inferiores a las poblaciones de consumo, siendo necesario transportar el agua mediante sistemas de bombeo a reservorios de almacenamiento ubicados en elevaciones superiores al centro poblado. (pág. 27)

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) a través de la publicación de la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de

Saneamiento en el **Ámbito Rural**, menciona **07** alternativas para sistemas de agua potable disponibles para el consumo humano: **03** sistemas por gravedad, **03** sistemas por bombeo y **01** sistema de captación pluvial. (pág. 12)

Así mismo, plantea un árbol para abastecimiento de agua en el cual se evalúa los criterios para seleccionar la opción más adecuada según la zona para el ámbito rural:

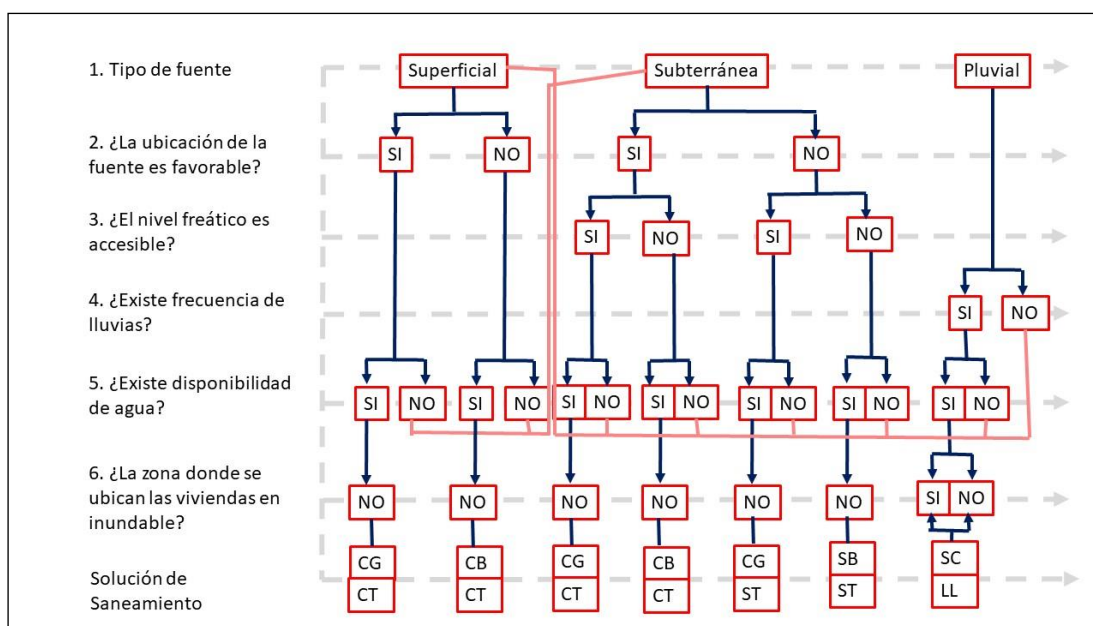


Figura 2. Algoritmo de Selección de Sistema de Agua Potable para el Rural

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2. Ecuaciones de la hidráulica básica

La hidráulica es la ciencia y técnica que trata de las leyes que rigen el comportamiento y el movimiento de los líquidos, y de los problemas que provoca su utilización. Estudia las propiedades, leyes y efectos de los líquidos en reposo o en movimiento.

A continuación, se presentan las principales ecuaciones de la hidráulica:

2.1.2.1 Ecuación fundamental de la hidrostática

La ecuación más usada para fines de diseño hidráulico, en la cual también está involucrada la presión hidrostática, es la “ecuación fundamental de la hidrostática”.

Se consideran todas las fuerzas de cuerpo a las que está sometido el elemento y al considerar que está en equilibrio, la suma de dichas fuerzas debe ser cero. (...)

Después se considera que la única fuerza de cuerpo es la gravedad y con ello se llega a una ecuación diferencial donde la variación de la presión en la dirección vertical es igual al peso específico. Después se integra y se llega a la ley de Pascal, finalmente la ley de Pascal se aplica a un cuerpo de agua con su superficie a presión atmosférica, misma que convencionalmente se asigna como cero, para llegar a la mencionada ecuación fundamental de la hidrostática. (Gonzales, 2018, pág. 79)

Sin embargo, esta ecuación se puede interpretar de manera más práctica como:

$$P = pgh$$

2.1.2.2 Ecuación de Gasto o Caudal

El caudal es el volumen o cantidad de fluido que circula por una tubería o conducto en un determinado tiempo. También se puede decir que es la velocidad del fluido multiplicado por la sección de la tubería o conducto por la que circula. Gonzales (2018) afirma:

Ya se mencionó que la definición de gasto es muy intuitiva, a saber: “cantidad de agua que pasa por una sección en una determinada cantidad de tiempo”. La manera de calcular el gasto es simple: se divide el volumen de agua que escurre entre un periodo de tiempo. (pág. 81)

Finalmente, la ecuación del Caudal se interpreta como:

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}}$$

2.1.2.3 Ecuación de continuidad

La ecuación de continuidad nos dice que la cantidad de fluido que entra por un tubo (litros/segundo) es igual al que sale. No nos importa que el tubo tenga más o menos

radio a lo largo del mismo: Si el tubo está en las debidas condiciones, es decir, no tiene agujeros, la cantidad de agua que entra por segundo al no haber pérdidas tendrá que ser la misma cantidad que la que sale por segundo. Según Gonzales (2018):

Para los fines de comprensión de los conceptos se hace la aclaración siguiente:

(...) En una sección 1 el gasto que escurre, al que se le puede llamar Q_1 , es igual al gasto que escurre en una sección 2 y al que se le puede llamar Q_2 , y como cada gasto es la multiplicación del área por la velocidad, se puede decir que el producto del área en la sección 1, por la velocidad en la misma sección, debe ser forzosamente igual al producto del área en la sección 2 por la velocidad en esa misma sección, siempre y cuando, como ya se mencionó, no se tenga ni ingreso ni salida del agua entre las dos secciones. (pág. 82)

Entonces:

$$Q_1 = A_1V_1 = Q_2 = A_2V_2$$

Al ser iguales los productos de las áreas por las velocidades, se resume:

$$A_1V_1 = A_2V_2$$

2.1.2.4. Ecuación de Bernoulli

Describe el comportamiento de un líquido en movimiento a lo largo de una línea de corriente. Según el principio, un fluido ideal (sin rozamiento ni viscosidad) que está en régimen de circulación por un conducto cerrado, tendrá una energía constante en su recorrido. Se deben considerar todas las pérdidas de energía que puedan existir en el interior de las tuberías. Siendo esta ecuación determinada de la siguiente manera:

$$z + \frac{P}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} = Constante$$

2.2. Población de Diseño y Demanda de Agua

El periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente con factores que influyen la determinación del mismo. Pittman (1997) considera que:

“Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones”. (pág. 19).

Los siguientes factores a considerar son:

2.2.1. Durabilidad de los materiales

Depende de la resistencia física del material que la constituye a factores adversos por desgaste u obsolescencia.

2.2.2. Crecimiento o decrecimiento Poblacional

Es función de factores económicos, sociales y de desarrollo. Un sistema de abastecimiento de agua debe generar desarrollo, mas no frenarlo. Lo cual, indica que, de acuerdo a las tendencias de crecimiento, es conveniente elegir periodos de diseño más largos para crecimientos lentos y viceversa.

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico y con más frecuencia el de crecimiento aritmético. Este método se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que estas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación. (Pittman, 1997, pág. 21)

Para calcular la población de diseño o futura, aplicaremos el método aritmético, según la siguiente formula:

$$P_f = P_i \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Donde:

P_i = Población inicial (habitantes)

P_f = Población futura o de diseño (habitantes)

r = tasa de crecimiento anual (%)

t = Periodo de diseño (años)

Según el Ministerio de Vivienda construcción y Saneamiento (2018) aclara que, para calcular la proyección de la población, es importante considerar todos los datos censales del INEI; además, de contar con un padrón de usuarios de la localidad. Cuyo documento deberá estar legalizado, para su validez. (pág. 30)

2.3. Dotación

La dotación o la demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada persona de la población, expresada en l/hab/día. Con ello, es necesario estimar el consumo promedio diario anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario. El consumo promedio diario anual, servirá para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario. El valor del consumo máximo diario es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de impulsión mientras que el consumo máximo horario, es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción, red de distribución, gastos contra incendio y redes de alcantarillado. Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 I/hab/d en clima frío y de 150 I/hab/d en clima templado y cálido. Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 I/hab/d respectivamente. (RNE, 2006)

2.3.1. Variaciones de consumo

Consumo Máximo diario Q_{md} y Consumo Máximo horario Q_{mh}

El RNE, recomienda un valor de 1.3 del consumo promedio diario anual (Q_p) y un valor de 2 del consumo promedio diario anual (Q_p),, entonces:

$$Q_p = \frac{Dot * P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1.3 * Q_p$$

$$Q_p = \frac{Dot * P_d}{86400}$$

$$Q_{mh} = 2 * Q_p$$

Donde:

Q_p = Caudal Promedio diario anual en l/s

Q_{md} = Caudal máximo diario en l/s

Q_{mh} = Caudal máximo horario en l/s

Dot = Dotación en l/hab/día

Pd = Población de diseño en habitantes (hab)

2.4. Método de Distribución

El agua puede ser distribuida mediante gravedad, solo por bombas o por bombas junto con almacenamiento en línea. La distribución por gravedad es posible solo cuando la fuente de suministro está localizada en gran medida sobre el nivel de la ciudad.

Esta es la técnica más aconsejable, siempre que haya múltiples conductos bien protegidos llevando el flujo a la ciudad. Las altas presiones para combatir el fuego pueden requerir el uso de camiones con motobombas, y las áreas bajas podrían necesitar ser aisladas para prevenir la excesiva presión.

El bombeo sin almacenamiento es el método de distribución menos aconsejable, puesto que no provee flujo de reserva en el evento de una falla de energía y las presiones fluctuaran en gran proporción con las variaciones en flujo. Dado que el flujo debe ser constantemente variado para coincidir con la impredecible demanda, se necesitan sofisticados sistemas de control. El uso de agua máximo y, por consiguiente, el consumo de potencia pico probablemente coinciden con periodos altos de uso de alta potencia, incrementando el costo de esta última. Este tipo de sistema tiene la ventaja de permitir el aumento de presión para combatir incendios, aunque los usuarios individuales deben entonces estar protegidos por válvulas reductoras de presión.

El bombeo con almacenamiento es el método de distribución más común. El agua es bombeada a una tasa más o menos uniforme. El exceso se almacena en tanques elevados distribuidos por todo el sistema. Durante periodos de alta demanda, el agua almacenada aumenta el flujo bombeado, ayudando así a equilibrar la tasa de bombeo y a mantener una presión más uniforme en el sistema. Puede ser económico, en algunos casos, bombear solo durante horas pico para minimizar el costo de energía.

El agua almacenada provee una reserva de caudal para incendio y asegura un caudal confiable para propósitos generales cuando falle la energía. Se pueden utilizar

camiones de bombeo a fin de proveer la presión necesaria para combatir el fuego u operar una bomba para incendio en la planta de bombeo. La última técnica tiene los mismos inconvenientes que el bombo sin almacenamiento; además, requiere que el almacenamiento sea aislado del sistema cuando la bomba para incendio está en uso.

2.4.1. Bombeo por etapas

Es la acción de impulsar el agua de un nivel inferior a otro superior en más de una etapa. Las etapas deben ser los tramos o fracciones de la longitud total de impulsión que se encuentran definidas por cámaras de bombeo y/o tanques de regulación en sus extremos. Para el diseño de las bombas por etapas se debe considerar:

- Características topográficas del lugar.
- Capacidad de la fuente de energía.
- Caudal de bombeo.

Debe realizarse un balance total de masas para garantizar que el tanque y/o cámaras de bombeo no queden vacíos en ningún momento. Para los proyectos de bombeo en etapas, es recomendable la automatización del sistema.

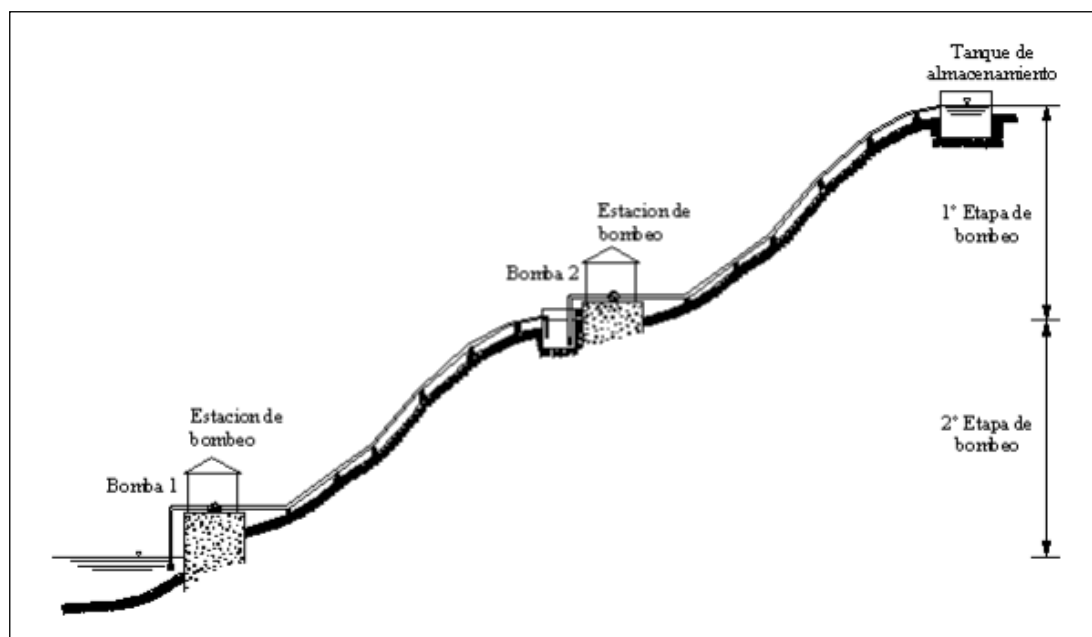


Figura 3. Etapas de bombeo

Fuente: Reglamentos Técnicos de diseño para Sistemas de Agua Potable (pág. 168)

2.4.2. Golpe de Ariete

Se denomina a la sobrepresión que reciben las tuberías, por efecto del cierre brusco del flujo de agua, transformando la energía cinética del líquido en energía elástica que es absorbida por la masa de agua y la tubería. La sobrepresión por efecto del golpe de ariete se determina mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{\rho * V_w * V_0}{g}$$

Donde:

P = Sobrepresión por efecto del golpe de ariete Kg/m²

ρ = Peso específico del agua en kg/m³

V₀ = Velocidad del agua en m/s

V_w = Velocidad de propagación de la onda en m/s

2.5. Limitaciones

Debido a la Declaración de Emergencia Nacional, a causa de la pandemia mundial del covid-19, decretada por el presidente de la Nación el 15 de marzo del presente año. Los empleadores se vieron obligados a implementar el trabajo remoto a los grupos de personas de mayor riesgo (comorbilidad) para el Covid-19 y adultos mayores de 65 años, de acuerdo a lo indicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este es el caso de los especialistas de Redes Secundarias (68 años) y el especialista Electromecánico (65 años) que estaban a cargo del abastecimiento provisional de agua potable y que brindaban soporte técnico tanto en obra como en oficina técnica. La ausencia de estos especialistas fue la causa de asumir totalmente las responsabilidades que conlleva a mayor tiempo en obra tales como control y anotación de los sucesos, alcances y detalles del sistema de abastecimiento provisional, así como elaborar informes, paneles fotográficos y asistencia a reuniones permanentes para afinar cualquier detalle que se pueda presentar.

Otra limitación reciente, es que el Consorcio Saneamiento Lima Norte lote 1 (CSLNL1); está realizando trabajos en horario extendido en diferentes Reservoirios de Los Olivos y San Martín de Porres, por lo cual el suscrito no cuenta con toda la disponibilidad de tiempo como se quisiera para poder desarrollar el trabajo de suficiencia profesional, por lo mencionado líneas arriba. Sin embargo, los días sábados y domingos la dedicación es a tiempo completo para avanzar y cumplir con cada sesión, en acuerdo con el asesor que se me designó, y finalizar con éxito el presente trabajo.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. Experiencia en el área

El rubro de saneamiento es fundamental para la infraestructura urbana de cualquier población; por lo cual, se emprendió este camino y se asumió los retos para el fortalecimiento de las habilidades en este interesante campo.

La entrevista laboral fue realizado por el representante de recursos humanos a cargo de la selección del personal quien invitó a escuchar una charla de inducción que consistía en explicar los aspectos generales de la obra y todo lo referente a las normas de seguridad y control de la ejecución de la obra de saneamiento: “Optimización de Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sectorización, Rehabilitación de Redes y Actualización de Catastro – Área de Influencia Planta Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y Sectores 84, 83, 85, y 212” Lote 01.

El representante de RR. HH. recalcó, que el Proyecto comenzaría en los próximos meses y eventualmente asistiría como Asistente en Oficina Técnica en la Obra: “Ampliación y Mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado del esquema Independencia Unificada y Ermitaño, distrito de Independencia”. Empezando así, este gran reto en este rubro de la ingeniería y en la empresa Acruta & Tapia.

Actualmente, se realiza labores como Técnico Supervisor de Campo en la etapa de Ejecución del proyecto: “Optimización de Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sectorización, Rehabilitación de Redes y Actualización de Catastro – Área de Influencia Planta Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente Piedra y Sectores 84, 83, 85, y 212”. Lote 01, cumpliendo las siguientes funciones:

- ✓ Supervisión - Obras Generales (Comas y Carabayllo): Rehabilitación, Demolición y Construcción de Reservorios, Rehabilitación de estaciones de Bombeo

- ✓ Supervisión - Redes Secundarias: Rehabilitación y Proyección de Redes de Agua potable y Alcantarillado. Sector 346,348 y 349 (Comas) – Sector 351 (Carabaylo).
- ✓ Coordinación con el Ing. de producción, topógrafo o capataz del contratista.
- ✓ Elaboración de Informe Técnico: Se indica cualquier situación anómala detectada en campo, coordinando de manera directa con los Especialistas involucrados.
- ✓ Elaboración de panel fotográfico semanal: Se realiza un control permanente de los procesos constructivos indicados en el Expediente Técnico, así como velar por la seguridad del personal y el medio ambiente.
- ✓ Elaboración de metrados y valorización del mes.

La trayectoria empieza a principios del año 2017 cuando realizaba prácticas profesionales en el proyecto: “EDIFICIO MULTIFAMILIAR MAR DE PLATA – SAN MIGUEL” que consta de 2 sótanos y 21 pisos + azotea con 4 departamentos por nivel. Luego, realicé prácticas en las municipalidades de Jesús María y San Martín de Porres en tiempos cortos mientras era egresado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte. A partir de octubre del 2017, cuando obtengo el Bachillerato en Ingeniería Civil, inicié profesionalmente labores como Supervisor Técnico del área de Ingeniería y Obras en la Sociedad de Beneficencia de Lima Metropolitana (SBLM), cumpliendo funciones como: elaboración de tasaciones, informes técnicos de evaluación comercial con fines de saneamiento físico legal, declaratoria de fábrica e independización, estudios de mercado y análisis de valores comerciales de los inmuebles que son propiedad, copropiedad y administradas por la SBLM.

En setiembre de 2018, ingresé a la empresa ACRUTA Y TAPIA INGENIEROS S.A.C y en la actualidad me encuentro desempeñando labores como Técnico Supervisor de Campo de la obra de Lote 01.

El presente trabajo de suficiencia profesional, presenta la descripción del proyecto en mención, así como las actividades desarrolladas donde se llevó a cabo el sistema de abastecimiento provisional de agua potable en el reservorio 23 (Collique R-6); en el cual, se formó parte del equipo que estuvo a cargo del diseño y funcionabilidad del mismo. Cumpliéndose funciones tanto en campo (recopilación de datos, seguimiento y supervisión en la instalación del árbol hidráulico según planos del proyecto), como en gabinete (Replanteo e informes técnicos relacionado al abastecimiento provisional). Se aplicó como herramienta la recopilación de datos mediante entrevistas a profesionales en el tema, al personal técnico de los reservorios involucrados y el uso de software como: Watercad, Autocad, MS project y Microsoft Office (Word y Excel); complementándolo con el trabajo en equipo, organización y responsabilidad que ameritaba este desafío.

3.2. Descripción General del Sistema Actual de Agua Potable

Las fuentes de abastecimiento para el área del proyecto son la fuente subterránea local y la proveniente actualmente del Proyecto Chillón, pero en el futuro se abastecerán a partir de la Planta Huachipa, a través del Ramal Norte. El funcionamiento del sistema existente es a base de Esquemas Hidráulicos, lo cual se indica a continuación:

Esquema Hidráulico Collique: Abarca las áreas sobre las cuales se ubican los sectores proyectados 348 y 349. El abastecimiento de agua potable se efectúa a partir de la derivación I-6 en la Línea de Conducción Sur del Proyecto Chillón, localizada en las

intersecciones de la avenida Túpac Amaru con la calle Alfonso Ugarte; adicionalmente se cuenta con los pozos P-344 y P-431 para el uso conjuntivo con el Proyecto Chillón, especialmente durante la época de estiaje. El sistema de distribución se efectúa a partir de una tubería de 400 mm que sale de la derivación I-6 y que alimenta por gravedad a (02) reservorios de 1,100 y 1,300 m³ de capacidad denominados R-921 y R-922; desde donde se realiza una serie de bombeos de reservorio a reservorio hasta llegar a las partes altas de Collique. Las cadenas de bombeo son las siguientes:

- Del R-921 se bombea al R-923 de 1,100 m³ mediante una línea de 350 mm
- Del R-923 se bombea al R-924 y CR-95 de 1,000 m³ mediante una línea de 300 mm
- Del CR-95 se bombea al R-925 y CR-96 de 800 m³ mediante una línea de 200 mm
- Del CR-96 se bombea al R-926 de 800 m³ mediante una tubería de 200 mm.
- Del R-926 se bombea al R-820 de 550 m³ mediante una tubería de 150 mm.

Con respecto a los pozos existentes sus líneas de impulsión se encuentran interconectadas con la línea de 400 mm que abastece a los reservorios R-921 y R-922.

3.3. Desarrollo del proyecto

La ubicación del presente proyecto se encuentra en el distrito de Comas, en el centro poblado Collique 5ta zona. En la intersección del Jr. Francisco de Zela y la calle José Carlos Mariátegui, Sector 349-B2.



*Figura 4. Ubicación en planta del Reservorio R23 (Collique R-6)
Fuente: Google Earth*

3.3.1. Descripción del proyecto

La República del Perú, recibió un préstamo de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), para financiar el costo del Proyecto “Optimización de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, Sectorización, Rehabilitación de Redes y Actualización de Catastro – Área de Influencia Planta Huachipa – Área de Drenaje Oquendo, Sinchi Roca, Puente de Piedra y Sectores 84, 83, 85 y 212 – Lima”. El cual el servicio de consultoría ha sido ejecutado por el Consorcio de Ingeniería Lima Norte II. Con la finalidad de llevar adelante las licitaciones de obra y las adquisiciones de los equipos para la operación y mantenimiento de los servicios de agua potable y alcantarillado, la empresa SEDAPAL ha determinado la aplicación del Financiamiento conformando lotes y paquetes de licitación, tal como se indica en el **anexo 1**.

En ese sentido, la obra a ejecutar en el presente proyecto corresponde al Lote 1, el cual se divide en 03 paquetes, de los cuales se menciona a continuación:

- **PAQUETE A: Obras Generales de Agua Potable**

Líneas primarias: Consiste en la ejecución de 23 líneas de conducción y 27 líneas de impulsión.

Cámaras o Cajas de Ingreso y Salida: Consiste en la rehabilitación de 03 cámaras de control de ingreso a sectores, fundamentalmente de carácter electromecánico.

Además, se instalará 01 cámara en la troncal existente La Atarjea – Los Olivos.

Reservorios: De 26 reservorios, se realizará: Demolición y construcción de 02 reservorios y rehabilitación a través de un reforzamiento estructural de 24 reservorios, incluyendo las instalaciones mecánicas y eléctricas.

Estaciones de Bombeo: De 04 Estaciones de Bombeo se realizará: Reforzamiento de la estructura, reparaciones de los elementos y sellado de fisuras en 03 cámaras de rebombeo; reparaciones en elementos estructurales, sellados de fisuras en 01 cámara de rebombeo, incluyendo las instalaciones mecánicas y eléctricas.

Pozos: De 23 pozos, se realizará: Reparaciones menores en columnas, vigas y muros, sellado de fisuras, incluyendo las instalaciones mecánicas y eléctricas. Asimismo, la intervención en la carpintería metálica: diseño, suministro, instalación, integración, pruebas, puesta en servicio y entrega de las instalaciones, 100% operativo e integrado al sistema SCADA de SEDAPAL.

- **PAQUETE B-1: Redes Secundarias de agua Potable y Alcantarillado (Sectores 348A, 348B, 349A, 349B).**
- **PAQUETE B-2-1: Redes Secundarias de agua Potable y alcantarillado (Sectores 346, 351).**

Ambos paquetes, de acuerdo a los sectores designados, consiste en la Rehabilitación de redes de agua potable por método sin zanja y método con zanja. Así como las conexiones domiciliarias de agua potable, acometidas, cajas y medidores; se instalarán 240 válvulas de sectorización nuevas y se rehabilitarán 324 válvulas.

Del mismo modo, en la Rehabilitación de tuberías de alcantarillado y accesorios por el método con zanja y por el método sin zanja. Además, se instalarán 767 buzones

nuevos, rehabilitación de 486 buzones, 12 unidades de cámaras de retención de sólidos, 11 buzones con caídas mayor a 1.00 m y reemplazo de 7,258 conexiones domiciliarias de alcantarillado.

En el transcurso de la ejecución del proyecto, se ha originado variaciones de obra a consecuencia de errores, omisiones y deficiencias el Expediente Técnico. El cual, ha sido necesaria su aprobación para cumplir con la finalidad del contrato. A raíz de la demora de la aprobación de un adicional, se origina una ampliación de plazo. Por lo tanto, hasta la fecha se han aprobado 13 variaciones de obra y 02 ampliaciones de plazo, el cual se puede apreciar en el **anexo 2** y **anexo 3** respectivamente.

A continuación, se muestra en la tabla 1 otros datos adicionales referidos al proyecto.

Tabla 1
Cuadro de detalles y Componentes del Proyecto Lote 01

DATOS	
Población Beneficiada	398,570 habitantes.
Nº de Lotes	11,513 (agua potable) 7,258 (alcantarillado)
Distritos Beneficiados	Comas, Carabaylo, Los Olivos, Puente Piedra, San Martín de Porres, Callao y Ventanilla.
Contratista	Consortio Saneamiento Lima Norte I (conformado por IVC Contratistas Generales S.A. y Constructora M.P.M. S.A.).
Representante Legal	Ytalo Felipe Valle Pachas.

Dirección Legal	Pasaje Franco Alfaro N° 150-Of. 301-San Borja-Lima.
Gerente de Obra	Ing. César Cornejo Cañedo – CIP N° 10338.
Fecha de Convocatoria	30 de noviembre de 2016
Fecha de Buena Pro	06 de junio de 2017
Fecha firma del Contrato	05 de julio de 2017
Monto del Contrato	S/.207 712 203,73 (inc. I.G.V.)
Factor de Relación	No aplica
Plazo Ejecución Contractual	730 días naturales
Fecha de entrega del terreno	25 de agosto de 2017
Fecha de solicitud de Anticipo	26 de julio de 2017
Monto de Anticipo	S/. 31,156,830.55
Fecha de pago de Anticipo	S/. 26,404,093.69 (cancelado el 28.09.2017) S/. 1,246,273.00 (cancelado el 04.10.2017) S/. 3,506,463.86 (cancelado el 22.01.2018)
Fecha de Inicio contractual de obra	13 de octubre de 2017
Fecha de Término Contractual Inicial	12 de octubre de 2019
Fecha de Término Contractual Vigente	10 de agosto de 2020
Sistema de Contratación	A Precios Unitarios
Financiamiento	JICA- Contrato de Préstamo N° PE-42
Fecha de Inicio de Supervisión.	21 de marzo de 2019
	- Supervisión de la Obra : 300 d.c. - Recepción de Obra : 90 d.c. - Liquidación de la Obra : 75 d.c.

Fecha de Término Contractual	27 de junio de 2020
Supervisión	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisión de la Obra: 14 de enero de 2020 - Recepción de Obra : 13 de abril de 2020 - Liquidación de la Obra: 27 de junio de 2020

Fuente: *Elaboración Propia*

3.3.2. Diagnóstico del Proyecto

Como parte de la obra del Lote 01, se deben rehabilitar y reforzar 26 reservorios de agua, 04 estaciones de bombeo y 23 pozos de extracción, cuya construcción ha sido realizado en diferentes tiempos, siendo los más antiguos los que datan de la década del 70. Entre ellos, el Reservorio 23 (Collique R-6) de 30 años de antigüedad, que debido al deterioro de su estructura (fisuras, evidencia de corrosión, humedad y carbonatación) y las instalaciones mecánicas antiguas y obsoletas que han cumplido su ciclo de vida, así como las instalaciones eléctricas que están deterioradas y no cumplen con las normas actuales. Por lo mencionado, la demolición y reconstrucción del Reservorio y la Cámara de Rebombeo comprende la actuación 3, tal como se indica en la tabla 2.

Tabla 2
Resumen de actuaciones en Reservorios

Código	Nombre reservorio / Sector	Tipo	Año	H (m)	Vol (m3)	Plan de actuación	
						Reservorio Elevados	Reservorio Apoyados
						--	

R20	R-1 Cerro El choclo / 213-3	E	1985	16.30	100	1	--
R21	R-522 Márquez/ 259	A	1980	7.10	1300	--	4
R22	R-1 Nueva Esperanza / 349 A-2	A	1980	4.35	400	--	4
R23	R-6 Collique/ 349 B-2	A	1990	4.55	550	--	3
R24	R-7 Collique/ 349 B-3	A	1990	5.00	600	--	3
R25	R-3 Los Ángeles/ 351-2	A	1990	4.55	100	--	6
R26	R-4 Los Ángeles/ 351-3	A	1990	4.60	100	--	6

Fuente: *Elaboración propia. Memoria descriptiva del Expediente Técnico del Proyecto (pág. 30).*

Así mismo, desde el punto de vista estructural también se realizaron evaluaciones en las estructuras de las casetas. Según los lineamientos para estructuras de líneas vitales de la norma E0.30 de diseño sismo resistente, se identificó una configuración estructural catalogada como irregular mostrada en la tabla 3.

Tabla 3

Resumen del diagnóstico de las instalaciones electromecánicas de reservorios

CÓDIGO ACTIVO	RESEVORIO		TUBERÍAS							SOPORTE TUBERÍA			
	NOMBRE	TIPO	INGRESO	SALIDA	REBOSE	PURGA	REB. & PURGA	VÁLVULAS	PUERTA	VENTANA	ESCALERA	PURGA Y SALIDA	INGRESO Y SALIDA
600119	Nueva Esperanza.	A	N A	N A	A	N A	A	N A	A	A 1	N A	A	N A
600118	Collique R-6.	A	N A	N A	A	N A	A	N A	N A	N A	N A	A	N A
600092	Collique R-7.	A	N A	N A	A	N A	A	N A	N A	N A	N A	A	N A
600736	Los Ángeles R-3.	E	N A	N A	A	N A	A	N A	N A	A A	A A	A	N A
600737	Los Ángeles R-4.	E	N A	N A	A	N A	A	N A	N A	A A	A A	A	N A

Fuente: *Elaboración propia Memoria descriptiva del Expediente Técnico del Proyecto (pág. 15).*

NA significa No Apta, A significa Apta y A1 significa Apta Parcial.

De igual forma, de acuerdo al diagnóstico de las instalaciones electromecánicas se concluye los resultados en la tabla 4.

Tabla 4

Resumen diagnóstico de instalaciones electromecánicas de cámaras de rebombeo.

CÓDIGO ACTIVO	RESEVORIO		INSTALACIÓN MECÁNICA				
	NOMBRE	Nº	ÁRBOL DE TUBERÍAS	VÁLVULAS	MANOMÉTROS	ELECTROBOMBA	INSTALACIÓN ELÉCTRICA
700025	COLLIQUE R4	CR-95	NA	NA	NA	NA	NA
	COLLIQUE R5	CR-96	NA	NA	NA	NA	NA
700019	CISTERNA ESPERANZA	NVA. CR-76	NA	NA	NA	NA	NA
	COLLIQUE R6	CR-97	NA	NA	NA	NA	NA

Fuente: *Elaboración propia. Memoria descriptiva del Expediente Técnico del Proyecto (pág. 17).*
NA significa No Apta y A significa Apta

3.3.3. Situación Previa a la implementación del proyecto

3.3.3.1 Filosofía de Funcionamiento

Se ha realizado la recopilación de datos en campo previo a la demolición y rehabilitación de la infraestructura, según lo manifestado por los operadores de la Cámara de rebombeo CR-97. Actualmente la filosofía del sistema de abastecimiento de agua potable a la población para el reservorio R-7 y al reservorio R-8 desde la CR-97 es de la siguiente manera que se detalla a continuación:

Funcionamiento de Reservorio R-7 con la CR-97 (Cámara de Rebombeo 97 perteneciente al R-6)

Diariamente a las 06 a.m. en el reservorio R-7 es aperturada la válvula de compuerta de la tubería de aducción hacia la población para su abastecimiento de agua potable. Casi a la misma vez, son arrancadas en simultaneo las 02 electrobombas respectivas ubicada en la cámara de rebombeo CR-97 para que bombee agua potable

compensando el nivel de agua que va bajando en el R-7 por el consumo de la población. A las 10 a.m. se termina el suministro de agua potable hacia la población cerrándose la válvula de compuerta de la tubería de aducción del R-7, pero las electrobombas ubicadas en la cámara de rebombeo CR-97, siguen bombeando agua hasta llegar a su máximo nivel en el R-7, momento en el cual se paraliza su funcionamiento y el reservorio R-7 queda abastecida para el día siguiente en que se apertura nuevamente la válvula de compuerta a las 6 a.m. Todo este proceso de funcionamiento se realiza manualmente a diario. Los arranques y paradas de las electrobombas se realizan manualmente por los operadores del R-7 y de la CR-97, quienes están en continua comunicación por medio de teléfonos celulares para cumplir con esta filosofía de operación.

Funcionamiento de Reservorio R-8 con la CR-97 (Cámara de Rebombeo 97 perteneciente al R-6)

Diariamente a las 05 a.m. en el R-8 aperturan la válvula de compuerta de la tubería de aducción hacia la población para su abastecimiento de agua potable. Casi a la vez, es arrancada manualmente su electrobomba respectiva ubicada en la cámara de rebombeo CR-97, para que bombee agua potable compensando el nivel de agua que va bajando en el R-8 por el consumo de la población. A las 10 a.m. se termina el suministro de agua potable hacia la población cerrándose la válvula de compuerta de la tubería de aducción del reservorio R-8, pero la electrobomba ubicada en la cámara de rebombeo CR-97, siguen bombeando agua hasta que llega a su máximo nivel en el R-8, momento en el cual se paraliza su funcionamiento y el reservorio R-8 queda lleno de agua potable para el día siguiente en que se apertura nuevamente la válvula de compuerta a las 05 a.m. Todo este proceso de funcionamiento se realiza manualmente a diario. Los arranques y paradas de las electrobombas se realizan manualmente por los operadores

del R-8 y de la CR-97, quienes están en continua comunicación por medio de teléfonos celulares para cumplir con esta filosofía de operación.

Funcionamiento de Reservoirio R-6 con la CR-96 (Cámara de Rebombeo 96 perteneciente al R-5) y el A.H. Huayna Cápac.

Diariamente a las 11 p.m., el reservoirio R-6 es aperturado mediante la válvula compuerta de la tubería de aducción para abastecer de agua potable a la población del A.H. Huayna Cápac. Casi simultáneamente son arrancadas dos (02) electrobombas de 30 HP con un rendimiento de 24 L/s y 19 L/s respectivamente, ubicadas en la CR-96 para que bombee agua potable compensando el nivel de agua que va bajando en el reservoirio R-6 por el consumo de la población. A las 04 a.m. se termina el suministro de agua potable hacia la población cerrándose la válvula de compuerta de la tubería de aducción del reservoirio R-6, pero las electrobombas mencionadas, siguen bombeando agua hasta que llega a su máximo nivel, momento en el cual se paraliza su funcionamiento y el reservoirio queda abastecida de agua potable para empezar su bombeo hacia los reservoirios R-7 y R-8 hasta el día siguiente en que se apertura nuevamente su funcionamiento mediante la válvula de compuerta a las 11 p.m. Todo este proceso se realiza manualmente a diario, los arranques y paradas de las electrobombas se realizan por los operadores del CR-96 y de la CR-97, quienes están en continua comunicación por medio de teléfonos celulares para cumplir con esta filosofía de operación. También se puede abastecer de agua potable a la población por el by pass del sistema.

Funcionamiento de Reservoirio R-6 con la CR-96 (Cámara de Rebombeo 96 perteneciente al R-5) y el A.H. Primavera.

Diariamente a las 04 p.m., el reservoirio R-6 es aperturada mediante la válvula compuerta de la tubería de aducción hacia la población del A.H. Primavera para su

abastecimiento de agua potable. Casi simultáneamente son arrancadas dos (02) electrobombas de 30 HP con un rendimiento de 24 L/s y 19 L/s respectivamente, ubicadas en la CR-96 para que bombee agua potable compensando el nivel de agua que va bajando en el R-6 por el consumo de la población. A las 07 p.m. se termina el suministro de agua potable hacia la población cerrándose la válvula de compuerta de la tubería de aducción del reservorio R-6, pero las electrobombas mencionadas siguen bombeando agua hasta que llega a su máximo nivel, momento en el cual se paraliza su funcionamiento. Todo este proceso de funcionamiento se realiza manualmente a diario, los arranques y paradas de las electrobombas y su funcionamiento alternado y/o simultáneo se realizan con las coordinaciones por medio de radios y/o celulares de los operadores del CR-96 y de la CR-97. También se puede abastecer de agua potable a la población por el by pass del sistema.

A continuación, se muestra en la figura 5 la funcionabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable en la zona de influencia del reservorio R-23 (Collique R-6) previo a los trabajos de demolición y rehabilitación.

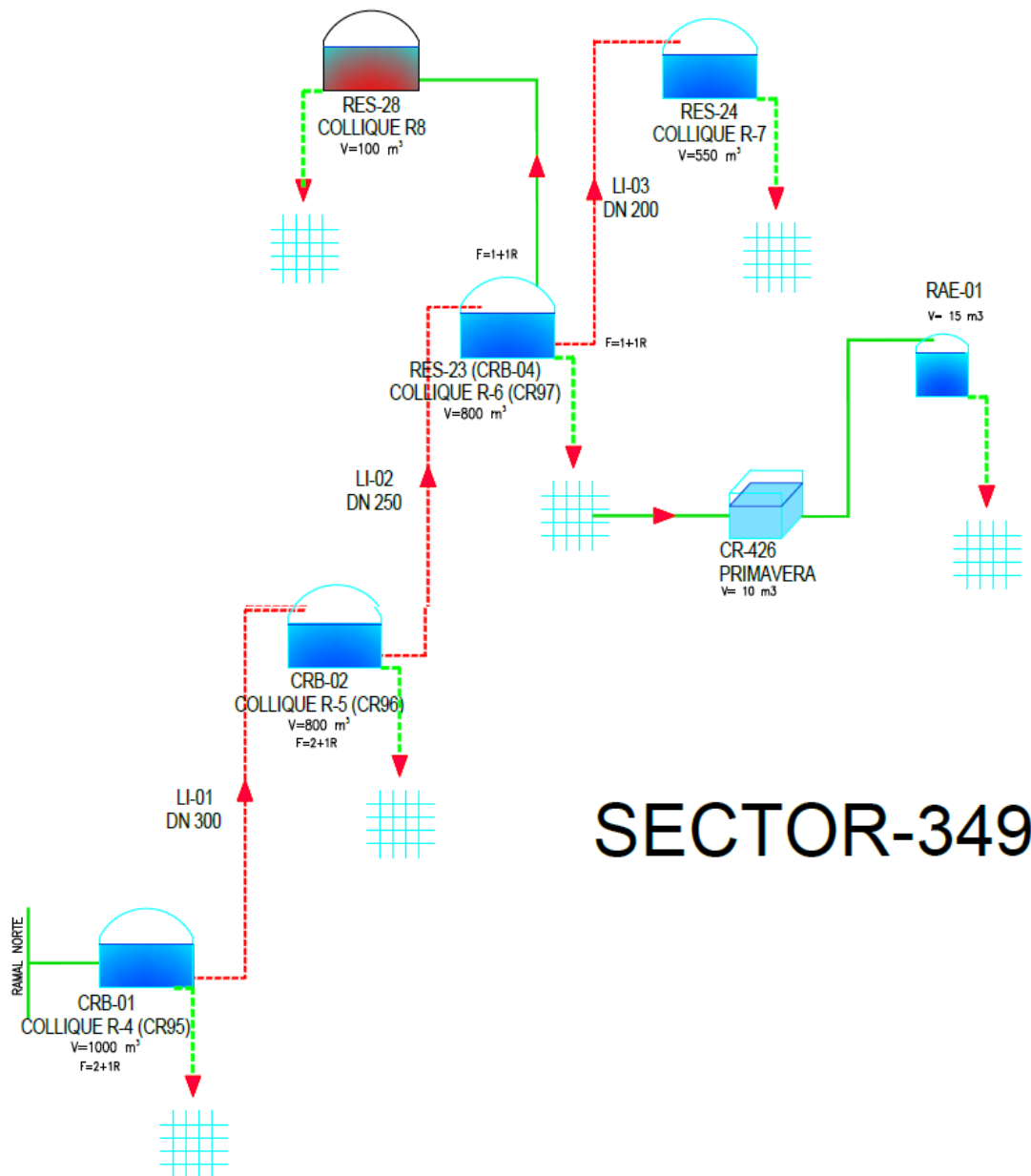


Figura 5. Funcionabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable de los reservorios R-5, R-6, R-7 y R-8 de Collique.

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Problemática (identificación del problema)

Durante la revisión y posterior ejecución del proyecto se han identificado diversos errores en el Expediente Técnico Contractual; lo cual, ha generado 13 adicionales de obra aprobadas hasta la fecha. Debido a deficiencias del Expediente Técnico, como errores u omisiones y hechos que por su naturaleza son imprevisibles al momento de formularse las bases de licitación. Este es el caso del Reservorio Collique R-6, dado que su sistema de funcionamiento es abastecer a los reservorios R-7, R-8 y a la población, el proyectista no contempló un sistema provisional de bombeo para cubrir esta necesidad y evitar el impacto social que pudo generarse.

Se constató en el presupuesto de obra la omisión de alguna partida de abastecimiento alternativo hacia los mencionados reservorios, esto indica que la situación fue imprevisible al momento de dejar inoperativo el reservorio durante el tiempo de ejecución de la rehabilitación del reservorio R-23 (Collique R-6), por lo que difiere y/o se modifica las condiciones contractuales. Así mismo, esta deficiencia fue evidenciada y se recurrió a la etapa de absolución de consultas (N°60 y N°269), donde se precisa en el **anexo 4**, indicando lo siguiente: “*se han previsto obras auxiliares durante su rehabilitación*”, que de igual forma no se indica a detalle el alcance a llevar a cabo.

Este hecho no contemplado, pudo haber dejado desabastecido de agua potable a los pobladores de la 4ta, 5ta y 6ta zona de Collique, por ser el área de influencia del reservorio R-6 (CR-97) y que este a su vez abastece a los reservorios R-7 y R-8.

En ese sentido, de conformidad con lo establecido en la subcláusula 13.1 de las condiciones generales y particulares del contrato, el contratista hizo presente su presupuesto adicional de obra y, en lo que corresponda, el presupuesto deductivo vinculado en el expediente de variación de obra que se presentó.

3.3.5. Objetivos

Objetivo General

- ✓ Presentar una propuesta de alternativa de abastecimiento provisional para dotar de agua potable a la población y a los reservorios R-7 y R-8, durante la ejecución de los trabajos de demolición y rehabilitación del reservorio R23 (Collique R-6 – CR97) - Sector 349-B2, correspondiente a la obra del proyecto del Lote 01.

Objetivos específicos

- ✓ Asegurar la continuidad del servicio de abastecimiento de agua potable a la población comprendida en el área de influencia de los reservorios: Collique R-6, R-7 y R-8.
- ✓ Elaborar un análisis de costo – beneficio entre las alternativas del sistema de abastecimiento provisional y abastecimiento con camiones cisterna.
- ✓ Comparar, evaluar y analizar los resultados obtenidos de las fuentes de abastecimiento antes y después de la rehabilitación del reservorio R-6.
- ✓ Identificar las ventajas y desventajas del abastecimiento provisional.

3.3.6. Metodología del proyecto

3.3.6.1 Inicio

El *Consortio Supervisor Oquendo Lote 1 (CSOLI)*, integrado por Acruta & Tapia Ingenieros SAC y Tec-Cuatro SA Sucursal Perú, se presentó al Concurso de licitación de la obra del Lote 1 obteniendo la Buena Pro. SEDAPAL hizo entrega de la posta al Consortio Supervisor para llevar a cabo la continuación de la ejecución de la obra en mención, entre ellas el abastecimiento provisional del reservorio R-23 (Collique R-6) que a partir del 21 de marzo del 2019 le competía al Consortio Supervisor hacer el seguimiento de esta problemática hasta brindar alternativas de solución adecuadas, indicar la mejor propuesta y dar el visto bueno para su ejecución.

Por ello se ha realizado la recopilación de datos, mediante la técnica de la entrevista dirigida al personal técnico y profesional de los reservorios involucrados, lo manifestado durante estas entrevistas sirvió como orientación para entender la mecánica del funcionamiento del sistema de abastecimiento previo a la demolición y rehabilitación de la infraestructura.

3.3.6.2 Alternativas de solución

A continuación, se detalla las propuestas de alternativas seleccionadas a nivel de anteproyecto y el correspondiente presupuesto estimado, que fue remitido al Contratante para poder disponer de las acciones que más convenga a los intereses del proyecto, toda vez que el Expediente Técnico no ha contemplado el presupuesto correspondiente.

Para abastecer provisionalmente de agua potable a los reservorios Collique R-7 y R-8, se plantea las alternativas indicadas en la Tabla 5.

Tabla 5
Alternativas de Abastecimiento Provisional de agua potable a los Reservorios R-7 y R-8

Alternativas de Abastecimiento	Reservorios		Observaciones
	Collique		
	R-7	R-8	
1.- Camiones Cisterna	x	-	No hay acceso vehicular hacia el Reservorio R-8
2.-Tanque de agua y Electrobomba Booster	x	x	Para ambos reservorios
3.-Tanque de agua y Equipo Bombeo SEDAPAL	x	x	Se requerirá reubicar las 04 bombas existentes en la cámara de bombeo CR-97

Fuente: *Elaboración Propia*

Con respecto a las alternativas propuestas, se realizó la recopilación de datos en campo en los dos (02) reservorios implicados con la reconstrucción del reservorio 23 (R-6). A continuación, se detalla las alternativas de solución presentadas con el fin de determinar su viabilidad:

1. Alternativa de abastecimiento provisional con camión cisterna

1.1. Referente al Reservorio Collique R-7:

La alternativa de abastecer con camiones cisternas al reservorio R-7, es viable. Sin embargo, cuenta con un solo acceso vehicular, la vía es de trocha y solo permite el ingreso de un camión por turno. Con relación a la seguridad se pudo apreciar que en las condiciones actuales para abastecer el reservorio con una cisterna solo es posible

subir de retroceso o de frente. El vehículo podría subir con mucha dificultad y con la posibilidad de que se deslice por el motivo que la gradiente es mayor a 8%, al darse esta condición existiría un alto riesgo de posibilidad de deslizamiento, caída a diferente nivel del vehículo y atropello de personas, lo cual la cobertura de agua potable no sería la adecuada. Tal como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Acceso vehicular para el abastecimiento del reservorio R-7
Fuente: Elaboración propia

1.2. Referente al Reservoirio Collique R-8:

Con relación al reservorio R-8, la alternativa de abastecer con camiones cisternas, no es viable; debido a que no hay acceso vehicular, las vías y pasajes son estrechos o angostos que permite solo el paso de vehículos pequeños y peatones en general; tal cual se aprecia en a figura 7.



*Figura 7. Vistas del reservorio R-8 evidenciando la inaccesibilidad de camiones cisterna
Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a la recopilación de información en campo de ambos reservorios, se determina que la alternativa de abastecimiento provisional formulada, solo sería aplicable al reservorio R-7, mas no al R-8 por falta de vías de acceso, por lo tanto, se descarta esta alternativa de abastecimiento por cubrir parcialmente el área afectada.

2. Alternativa de abastecimiento a través de tanque de agua y electrobomba Booster

Se planteó abastecer provisionalmente de agua potable a los reservorios R-7 y R-8 a través de electrobombas Booster instalados en la línea de aducción DN 200 mm del reservorio R-6. Adicionalmente debe instalarse dos tanques de 1000 litros de capacidad cada uno, con su respectivo control de nivel en los tanques de agua para evitar el bombeo en seco de las electrobombas, que también servirá como respaldo ante una contingencia de abastecimiento a la población.

En base a la información de campo, se ha estimado necesario el uso de la electrobomba Booster (dos por cada línea de impulsión, para su funcionamiento en forma alternada).

A continuación, se muestra en la tabla 6 un presupuesto estimado con precios recopilados de las cotizaciones realizadas.

Tabla 6
Calculo estimado del presupuesto según alternativa propuesta.

Reservorio	Caudal		Tipo y Modelo		(US\$) Precio
	(Lt/seg)	A.D.T. (m)	de electrobomba	Potencia	Estimado
Collique R-7	0.9	76	MSVB-3/11kw	15 HP	2,909.00
Collique R-8	0.9	100.5	MSVB-4/15kw	20 HP	4,165.00

Reservorio	U/M	Cantidad	P. U.	Parcial (US\$)
Collique R-7	Und.	02	2,909.00	5,818.00
Collique R-8	Und.	02	4,165.00	8,330.00
COSTO DIRECTO (U. S. \$)				14,148.00

Fuente: Elaboración Propia.

Este monto no considera los arrancadores, tableros, etc., tampoco la instalación de equipos, una vez que se elabore la ingeniería de detalles, se podrá determinar el costo real de esta alternativa.

En la figura 8 se muestra el diseño modelado en Watercad, donde se indica la propuesta de la alternativa de abastecimiento con los tanques de 10 m³ y las electrobombas Booster alimentadas de la línea de aducción DN 200 mm.

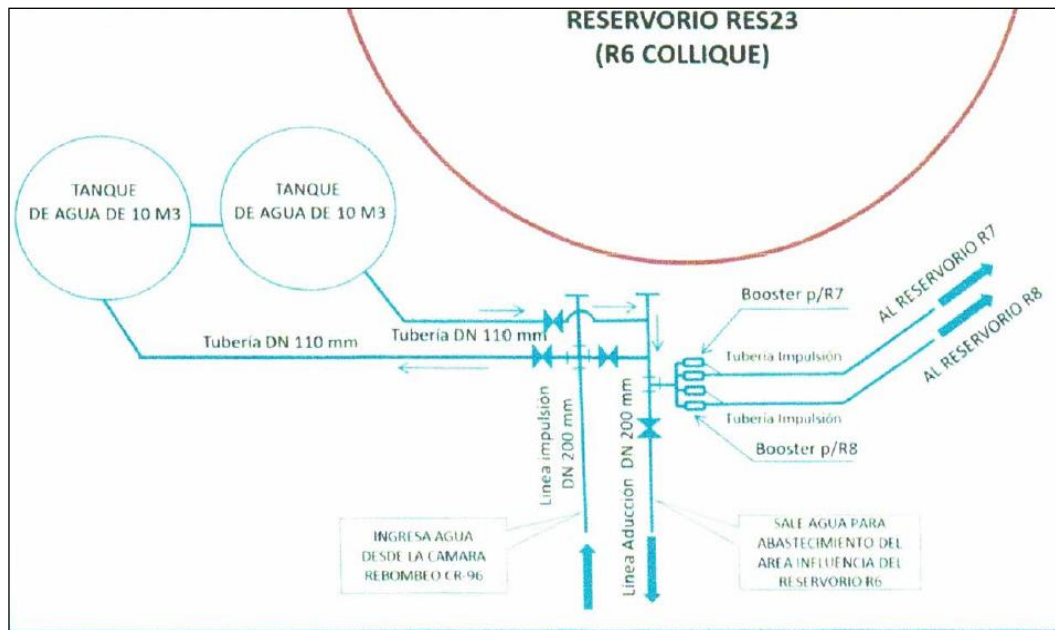


Figura 8. Alternativa de Abastecimiento Provisional a través de tanque de agua y electrobomba Booster

Fuente: Extracto del modelamiento en Watercad

3. *Alternativa de abastecimiento a través de tanque de agua y Equipo de Bombeo de SEDAPAL*

Para el caso de los reservorios R-7 y R-8 a través de la conexión de la tubería DN 110 mm a la línea de impulsión de DN 200 mm, se plantea abastecer provisionalmente a dos tanques de agua de 20,000 litros de capacidad cada una como fuente para los reservorios, debiendo de reubicarse las bombas existentes con empalme a los tanques elevados.

En la figura 9, se muestra el diseño modelado en Watercad, donde se indica la propuesta de la alternativa de abastecimiento con los tanques de 20 m³, abastecida mediante la tubería DN 110 mm que es alimentada por la línea de impulsión. Y de esta manera llenar cada tanque que será impulsada independientemente a cada reservorio.

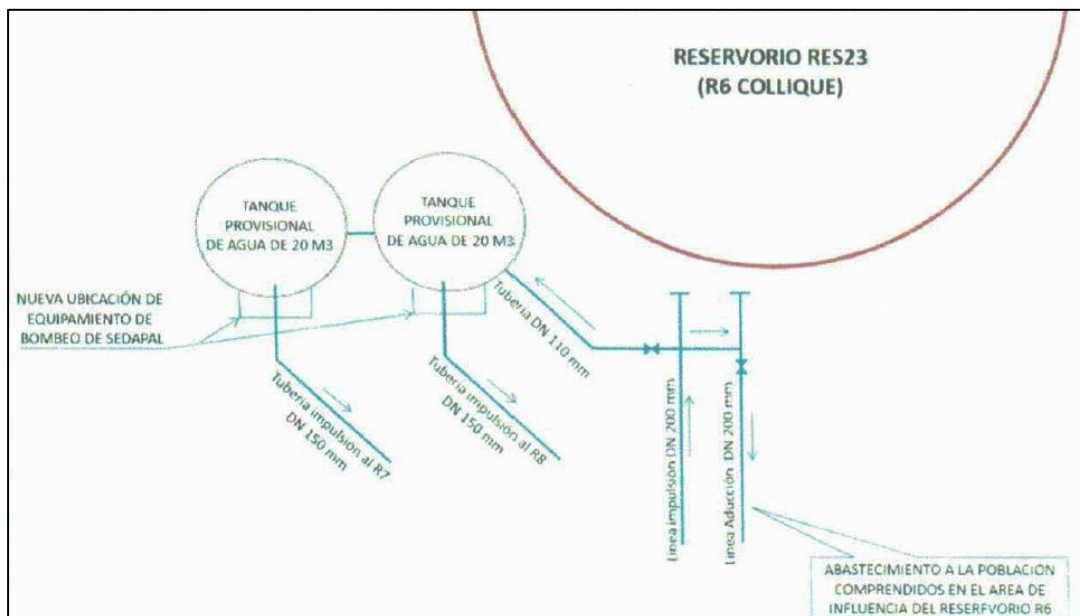


Figura 9. Alternativa de Tanque de agua y equipo de bombeo de SEDAPAL

Fuente: Extracto del modelamiento en Watercad.

Ventajas

- ✓ Aprovechamiento de los equipos existentes en el CR-97, previa confirmación del EOMASBA.
- ✓ La reubicación de los equipos lo ejecutaría SEDAPAL con personal técnico y maquinaria, así como la preparación de los accesorios para los empalmes, aspecto que tendría de confirmarse por parte del EOMASBA.

Desventajas

- ✓ Acondicionamiento de espacio y estructura especial para recibir los equipos de bombeo existentes, en especial para las bombas turbina vertical.
- ✓ Preparación de accesorios (Tees, codos, niples, etc) para empalmes.
- ✓ Desmontaje y montaje de los equipos de bombeo
- ✓ Dificultad en la instalación debido al gran tamaño de los equipos e instalaciones especiales.

En conclusión, debido a que los equipos de bombeo ya cumplieron su tiempo de vida útil y son obsoletas, se descarta esta alternativa por razones de funcionalidad y operatividad, ya que se espera que no se cumpla con las expectativas que este sistema de almacenamiento necesita y que servirán para abastecer a los reservorios R-7 y R.8.

3.3.6.3 Selección de la solución

Tras varias reuniones entre el Consorcio Saneamiento Lima Norte I (CSLN1), Supervisión y personal de SEDAPAL de las áreas del Equipo Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Bombeo de Agua (EOMASBA), el Equipo Operación y Mantenimiento Redes Comas (EOMR-C) y el Coordinador Técnico del Equipo de Proyecto Especiales (EPE). Donde se expusieron las 03 alternativas de abastecimiento alternativo durante el proceso de rehabilitación del reservorio R-6, encaminado a mantener el servicio de agua potable a la población y/o generar el menor impacto posible en el abastecimiento de agua. Luego de la exposición y el análisis técnico de estas alternativas, tanto el EOMASBA y el EOMR-C concordaron que la Alternativa N°2 “Tanque de agua y electrobomba Booster”, era la más conveniente y viable, tal cual indica el Memorando N°1662-2019-EOMR-C y la Carta N°1419-2019-EPE indicada en el **anexo 5** y **anexo 6** respectivamente.

Sin embargo, a pedido del Centro de Servicios de comas, se realizó detalles técnicos para mejorar el rendimiento de caudal con relación a las electrobombas utilizadas previo a la rehabilitación, debido a que las horas de bombeo son excesivas para satisfacer la demanda de agua potable a la población. Se muestra los siguientes antecedentes previo a la rehabilitación:

- a) El caudal de entrada de agua actual a la Cámara de Bombeo CR-97 varía de 35 – 37 L/S bombeado de la Cámara de Bombeo CR-96 por 02 electrobombas TVC en funcionamiento simultáneo.
- b) El caudal de entrada de agua actual al Reservorio R-07 de 550 M3 es de 10.75 L/S bombeado de la CR-97 por 02 electrobombas TVC en funcionamiento simultáneo. El bombeo actual es de 17 horas diarias.
- c) El caudal de entrada de agua actual al Reservorio R-08 de 100 M3 varía de 6 a 7.87 L/S bombeado de la CR-97 por 02 electrobombas multicelulares de marcas Lowara y Salmson (20 HP, 15 HP) en funcionamiento alternado. El bombeo actual es de 10 horas diarias.

Lo mencionado líneas arriba se aprecia gráficamente en la figura 10:

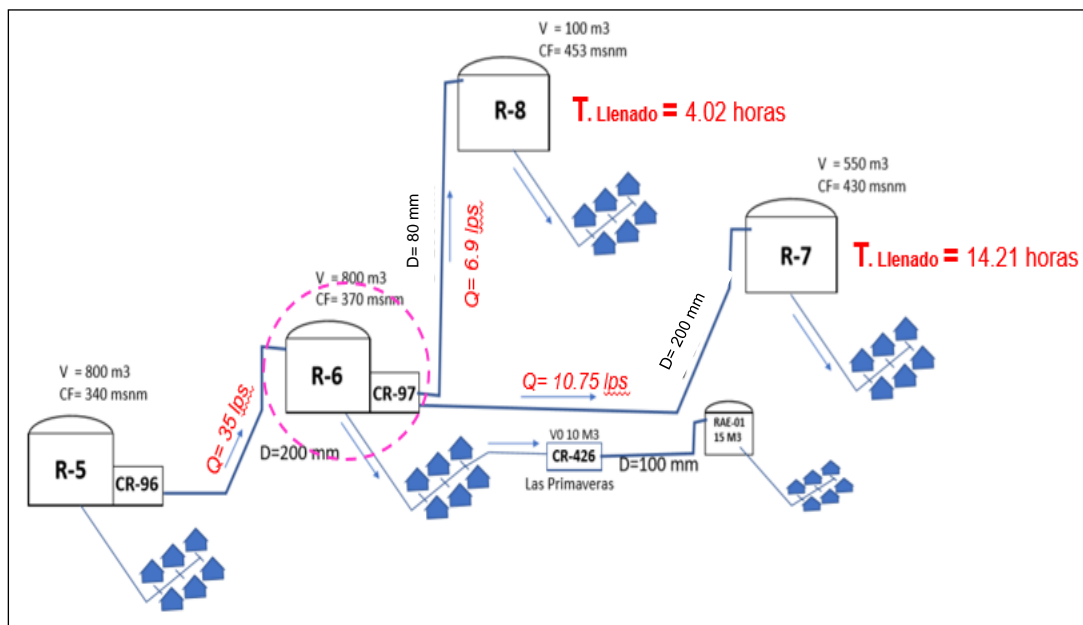


Figura 10. Diagnóstico del funcionamiento de abastecimiento previo a la rehabilitación del reservorio.
Fuente: Elaboración Propia.

En síntesis, por lo expuesto en los antecedentes y la filosofía de funcionamiento indicado en el Ítem 3.3.3 Situación Previa a la implementación del proyecto. La Supervisión recomendó implementar en el sistema de bombeo Booster de la CR-97

hacia el R-8, las electrobombas multicelulares con un caudal $Q = 10$ L/s, potencia 25 HP y una altura Dinámica Total (ADT) de 94.10 m.

Con respecto al bombeo Booster de la CR-97 hacia el R-7, se recomendó el caudal $Q = 20$ L/s, potencia 30 HP y un ADT de 81.2 m.

Finalmente, el esquema del sistema provisional del reservorio 23 (Collique R-6) aprobado por SEDAPAL, quedó definido como se aprecia en la figura 11.

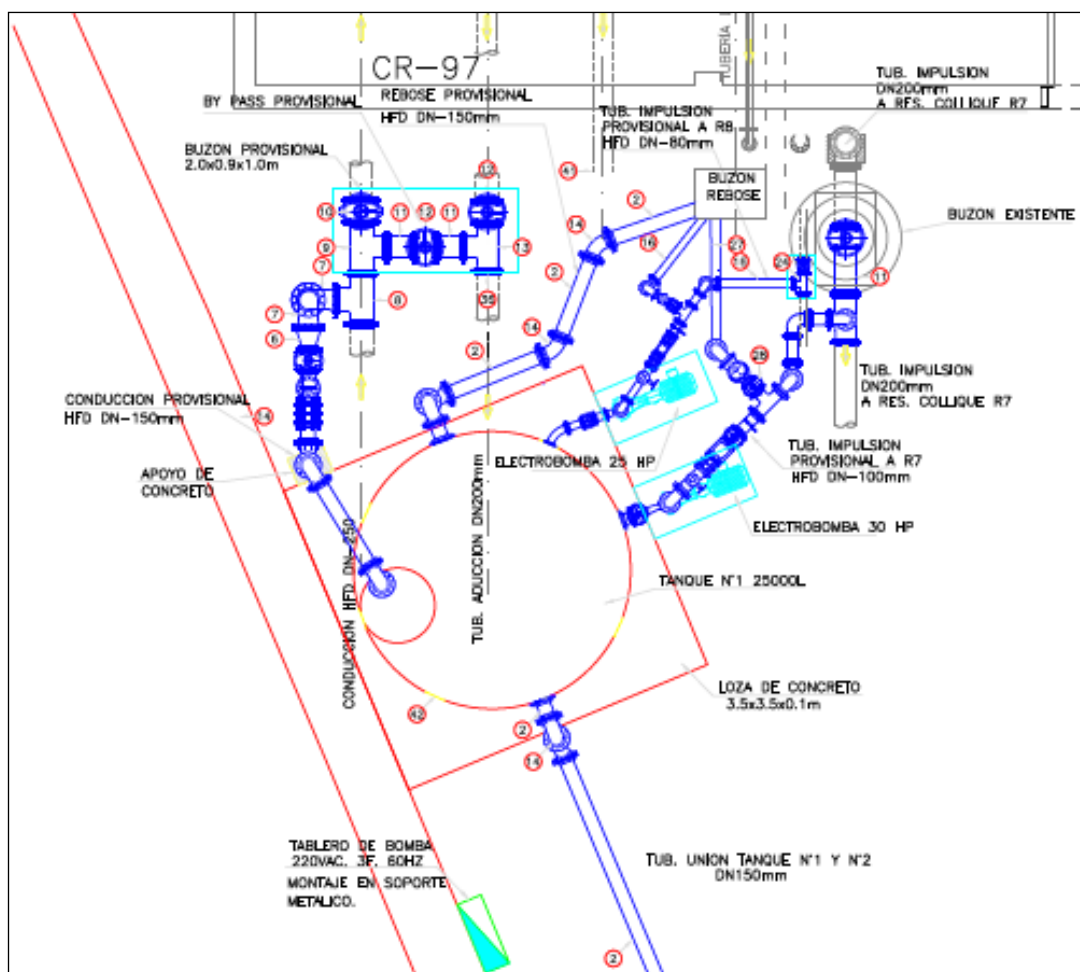


Figura 11. Diagrama de la instalación hidráulica propuesta
Fuente: Plano IH-R-23-01 de la variación N°13 (Paquete A)

3.3.6.4 Análisis de costo – beneficio entre la alternativa de abastecimiento provisional y abastecimiento con camión cisterna

Se realizó un análisis de comparación entre los costos del abastecimiento provisional (alternativa ejecutado en el presente proyecto) y el abastecimiento con camiones

cisterna. Con la finalidad de crear un precedente aplicativo y funcional de este tipo de sistema de abastecimiento y que sirva esta metodología como réplica para otros proyectos de condiciones y características similares.

En ese sentido, se ha previsto una cobertura del 100% de la demanda actual mediante el empleo de camiones cisterna, abastecidos a partir de un surtidor de SEDAPAL (VIPOL) ubicado en las proximidades del área de proyecto. El área afectada de la suspensión temporal del servicio de agua potable comprende las siguientes zonas de acuerdo al área de influencia del Reservorio R-7 y R-8, tal como se indica a continuación en la tabla 7.

Tabla 7

Sectores y Subsectores del presente proyecto para el Lote 1.

DISTRITO	SECTOR SEGÚN NOMENCLATURA	SECTOR RESULTANTE	SUBSECTORES DE MANTENIMIENTO	RESERVORIO
	SEDAPAL		O ANILLOS	
COMAS	348A	348A	A, B.	Collique R-1
	348B	348B-1	A, B, C, D, E.	Collique R-2
		348B-2	A, B, C, D.	Re-1
	349A	349A-1	A, B, C.	Collique R-3
		349A-2	A, B.	Nueva
		349A-3	A, B, C.	Collique R-4
	349B	349B-1	A, B.	Collique R-5
		349B-2	A,B,C.	Collique R-8
			D,E.	Collique R-6
		349B-3	A,B.	Collique R-7

Fuente: *Elaboración propia. Memoria Descriptiva pág. 35.*

Conociendo los subsectores del área de influencia de los reservorios R-7 y R-8, se realizó la recopilación de datos en campo para conocer la cantidad de viviendas a abastecer, obteniendo como resultado lo siguiente:

Área de influencia del reservorio R-7:

- ✓ A H. Villa Collique, Sector 349B-3 Subsector A: 51 viviendas

- ✓ A. H. Collique 5ta zona, Sector 349B-3 Subsector B: 191 viviendas
- ✓ Además, cuenta con dos reservorios comunales de capacidad 50 m³: A. H. Señor Cautivo de Ayabaca y el A. H. Cesar Vallejo; que, son abastecidas mediante bombeo desde el reservorio R-7 y por gravedad alimenta a la población con agua potable, tal como se muestra en el **anexo 7**.

Área de influencia del reservorio R-8:

- ✓ A. H. Las Rocas, Sector 349B-2 Subsector A: 105 viviendas
- ✓ A. H. Villa Florida, Sector 349B-2 Subsector B: 139 viviendas
- ✓ A. H. Santa Rosa de Collique, Sector 349B-2 Subsector C: 97 vivienda

Los subsectores mencionados son abastecidos por gravedad, no cuentan con reservorios comunitarios, tal como se aprecia en el **anexo 8**.

El cálculo de camiones y viajes para la zona de influencia del reservorio R-7 y R-8, se realiza tomando en consideración lo expresado en el numeral **1. Alternativa de abastecimiento provisional con camión cisterna**, del ítem **3.3.6.2. Alternativas de Solución**. Por lo mencionado, se hace el análisis para cada reservorio según la accesibilidad y facilidad en el abastecimiento de agua potable durante la suspensión temporal del servicio.

Abastecimiento al Reservorio R-7:

El reservorio R-7 posee dos (02) reservorios comunales de agua potable, que es administrada por los mismos pobladores y abastecida desde la caseta de rebombeo del mismo reservorio. Además, abastece por sistema de gravedad (aducción) a los A. H. Villa Collique y A. H. Collique 5ta zona.

Debido a esta premisa, se optó por abastecer directamente al reservorio de 550 m³ de capacidad, para asegurar el mismo volumen y la funcionalidad normal del mismo,

aprovechando la accesibilidad de transporte para la cantidad de unidades y viajes que se requerirán para cubrir la demanda de agua potable en esta infraestructura.

En la figura 12, se aprecia la distancia, los tiempos y la posible ruta de los camiones que salen del surtidor VIPOL hacia el área de influencia a abastecer.



Figura 12. Esquema de la distancia del surtidor VIPOL a la 5ta Zona de Collique
Fuente: Elaboración Propia

Por lo descrito líneas arriba, se elaboró el cálculo del número de viajes y camiones necesarios, estimando los siguientes tiempos indicados en la tabla 8:

Tabla 8
Estimación de tiempo de ciclo por camión.

DESCRIPCION	TIEMPO
Llenado de tanque	20 min
Viaje desde el surtidor al punto de abastecimiento	50 min
Tiempo de descarga del camión cisterna	25 min
Viaje de regreso	50 min
Tiempo total	145 min
<hr/>	
Número de horas del servicio de abastecimiento con cisterna (horas)	12
Tiempo de ciclo por camión (horas)	2.40
<hr/>	
Números de ciclos por camión/día	5

Fuente: *Elaboración Propia*

De lo anteriormente expuesto, se deduce en la tabla 9 el número de camiones y viajes calculados:

Tabla 9
Cálculo del número y viajes de camiones cisterna para el R-7.

Re ser vo rio	Dem anda (m3/ día)	% cobertura mediante camión cisterna	Vol m3/ día	Capac. (m3)	N° de viajes /día	N° de camiones necesarios	N° de viajes (por camión)	N° días de Ejecución (**)	Total N° de viajes
R7	550	100%	550	10	55	5	11	173	9515

Fuente: *Elaboración Propia.* (*) Capacidad del reservorio (**) Duración de trabajos de demolición y rehabilitación en el R-6 y CR-97

El precio unitario del transporte y distribución de agua potable, se toma como referencia la partida 01.04.08.01 de la variación N°13 (paquete A) del presente proyecto, cuyo análisis de precios unitarios establece en la tabla 10 lo siguiente:

Tabla 10
Precio Unitario del transporte y distribución de agua potable con camión cisterna

ABASTECIMIENTO PROVISIONAL DE AGUA POTABLE EN RESERVORIOS			
ITEM	DESCRIPCION	UND.	P.U. (S/)
01.04.08	PLAN DE CONTINGENCIA MEDIANTE CAMIONES CISTERNAS		
01.04.08.01	Transporte y distribución de agua potable, para mantenimiento del servicio de la población R23 R-6 COLLIQUE (Costo por viaje de camión cisterna de cap. aprox. 10 m3)	vje	169.14
01.05	SISTEMA PROVISIONAL RES 24 R-7 COLLIQUE		
01.05.01	Transporte y distribución de agua potable, para mantenimiento del servicio de la población R24 R-7 COLLIQUE (Costo por viaje de camión cisterna de cap. aprox. 10 m3)	vje	169.14
01.06	SISTEMA PROVISIONAL RES 26 R-4 LOS ANGELES		
01.06.01	PLAN DE CONTINGENCIA MEDIANTE CAMIONES CISTERNAS		
01.06.01.01	Transporte y distribución de agua potable, para mantenimiento del servicio de la población R26 R-4 LOS ANGELES (Costo por viaje de camión cisterna de cap. aprox. 10 m3)	vje	169.14

Fuente: *Elaboración propia. Extracto de la planilla de metrados de la variación N°13 partida 01.04.08.01*

El cálculo del costo total estimado para el llenado del Reservorio Collique R7 se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11
Cálculo estimado para el abastecimiento del reservorio R-7, no incluye IGV.

Descripción	Und.	Metrado	P. U. S/.	Parcial S/.
Transporte y distribución de agua potable				
para el llenado del reservorio R-7	Viaje	9,515.00	169.14	1,609,367.10

Fuente: *Elaboración Propia*

Abastecimiento al Reservorio R-8:

Teniendo en cuenta la inaccesibilidad de camiones cisternas al reservorio R-8 y sabiendo que no cuenta con pilón comunal u otro depósito de agua potable donde se

almacene y distribuya a la zona de influencia del reservorio, se optó por abastecer vivienda por vivienda (es decir, que el camión cisterna recorrerá las avenidas y calles de cada zona para suministrar con agua potable).

Para la dotación, se ha tenido en cuenta el R.N.E – Norma O.S. 100 Consideraciones Básicas de Diseño de infraestructura Sanitaria, específicamente en el ítem 1.4. Dotación de agua, en el cual establece lo siguiente: “Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 L/hab/d respectivamente.” (RNE, 2006, pág. 114)

Los cálculos referentes a la zona de influencia del reservorio R-8 se muestran en la tabla 12, el cual se estimó 40 L/hab/d y el valor de 5 como densidad de vivienda (hab/d).

Tabla 12
Cálculo de N° de Viajes para la zona de influencia de los reservorios R-8.

RESERVORIO	HABILITACIÓN	TIEMPO DE EJECUCIÓN	N° DE VIVIENDAS	DOTACIÓN (LTS/HAB/DÍA)	DENSIDAD DE VIVIENDA (HAB/DIA)	VOL X VIV. (M3/DIA)	VOL TOTAL DIARIO (M3)	FRECUENCIA	N° DE VIAJES DIARIOS	N° DE VIAJES TOTAL
R-8	A.H. Las Rocas	173	105	40.00	5	0.20	21.00	Diaria	2.10	363.30
R-8	A.H. Villa Florida	173	139	40.00	5	0.20	27.80	Diaria	2.78	480.94
R-8	A.H. Santa Rosa de Collique	173	97	40.00	5	0.20	19.40	Diaria	1.94	335.62
R-6	A.H. Huayna Capac									
R-6	A.H. Primavera									
Población abastecido por gravedad mediante el By Pass provisional										
TOTAL									6.82	1,179.86

Fuente: *Elaboración propia.*

El precio unitario del transporte y distribución de agua potable, se toma como referencia de la tabla 10 *Precio Unitario del transporte y distribución de agua potable*

con camión cisterna, cuya partida es parte de la variación N°13 (paquete A) del proyecto. Por lo expuesto, el costo de los viajes se calcula en la tabla 13:

Tabla 13

Cálculo estimado para el abastecimiento con camión cisterna a la zona de influencia del reservorio R-8, no incluye IGV.

Descripción	Und.	Metrado	P. U. S/.	Parcial S/.
Transporte y distribución de agua potable con camión cisterna a la zona de influencia del reservorio R-8	Viaje	1,180.00	169.14	199,585.20

Fuente: *Elaboración propia.*

Los camiones cisternas pueden ser un medio rápido de transporte de agua potable a las zonas que requieran de suministro durante los trabajos de rehabilitación. Sin embargo, requiere de una flota de vehículos que, a su vez, necesitan mantenimiento frecuente, combustible, choferes y una administración apropiada. Además, se debe comprobar que la fuente provea una cantidad suficiente para estas necesidades y se verifica si la calidad de agua es aceptable.

3.3.6.5 Planificación:

De acuerdo a lo indicado líneas arriba se realizó la rehabilitación completa del Reservorio, tomando en cuenta que la cámara de rebombeo CR-97 se impulsa a los reservorios R-7 y R-8. Por lo tanto, se plantea un nuevo sistema temporal de bombeo de agua potable, el cual se planifica de la siguiente forma:

- ✓ Instalar dos tanques de almacenamiento de polietileno de alta densidad de 25,000 Litros cada uno, que estarán interconectados por vasos comunicantes que servirán

para abastecer el consumo de agua de la población en forma temporal.


- ✓ Instalar dos bombas del tipo centrífuga vertical una que abastecerá al reservorio R-7 (30 HP) y la otra bomba abastecerá al R-8 (25HP).
- ✓ Realizar las derivaciones necesarias en las líneas impulsión y aducción para poder abastecer de agua en forma temporal a la población.

El Reservorio R-6 (CR-97) se alimenta de una línea de impulsión desde el CR-96 (reservorio R-5) con una tubería de DN 250, de este reservorio sale una línea de aducción de DN 200 hacia la población. También hay dos líneas adicionales una tubería de impulsión DN 80 que va hacia el Reservorio R-8 y otra tubería de impulsión DN 200 que va hacia el reservorio R-7. Al demoler la infraestructura de este reservorio de rebombéo, la población se quedaría sin agua, por lo tanto, se propone un sistema de bombeo alternativo. Por ello, se detalla las labores a realizar para el nuevo sistema Temporal:

Paso 1:

Se verificó en el terreno la ubicación de los futuros empalmes a realizar de la línea de impulsión y de aducción propuesto en los planos.

En la Figura 13, se encuentra la tubería de impulsión ($\varnothing 250$) a un 1 m de profundidad desde el CR-96 (reservorio R-5) y sale una tubería de aducción ($\varnothing 200$) hacia la población. Se realizó una excavación para encontrar las tuberías y realizar las conexiones de bypass propuestos en el sistema de bombeo provisional.

Tubería De Impulsión 

Tubería De aducción 



Figura 13. Línea de impulsión existente (azul) y línea de aducción existente (verde)

Fuente: Elaboración propia

Paso 2:

En la figura 14, se puede ver las líneas de impulsión que van hacia los Reservorios R-7 y R-8.

Los nuevos sistemas de bombeo temporal se conectarán en los puntos P1 para el caso del R-8 y en P2 para el reservorio R-7.

Para el caso de P1 (R-8), se acondicionó con una excavación de aproximadamente 0.30 m para hacer la conexión, se hizo el corte en la línea de impulsión HD DN 80 mm y se colocó un adaptador de brida que conecta la tubería de impulsión temporal. Previamente, se consideró el montaje de una válvula compuerta bridada al empalme temporal hacia el reservorio R-8.

Para el caso del P2 (R-7), la idea es la misma que el P1 (R-8). Con la diferencia que se realizó el corte en la tubería de HD DN 200 mm, instalado con una válvula compuerta bridada al empalme temporal hacia el R-7.

Cabe recalcar que, en la propuesta indicaba excavar un metro de profundidad para realizar el empalme en la tubería enterrada que salía hacia los reservorios. Sin

embargo, viendo las interferencias en campo como la caja de rebose y el espaciamiento de los accesorios provisionales, se tuvo que optar por variar los puntos de empalme P1 y P2, por lo que, se realizó el replanteo del árbol hidráulico.

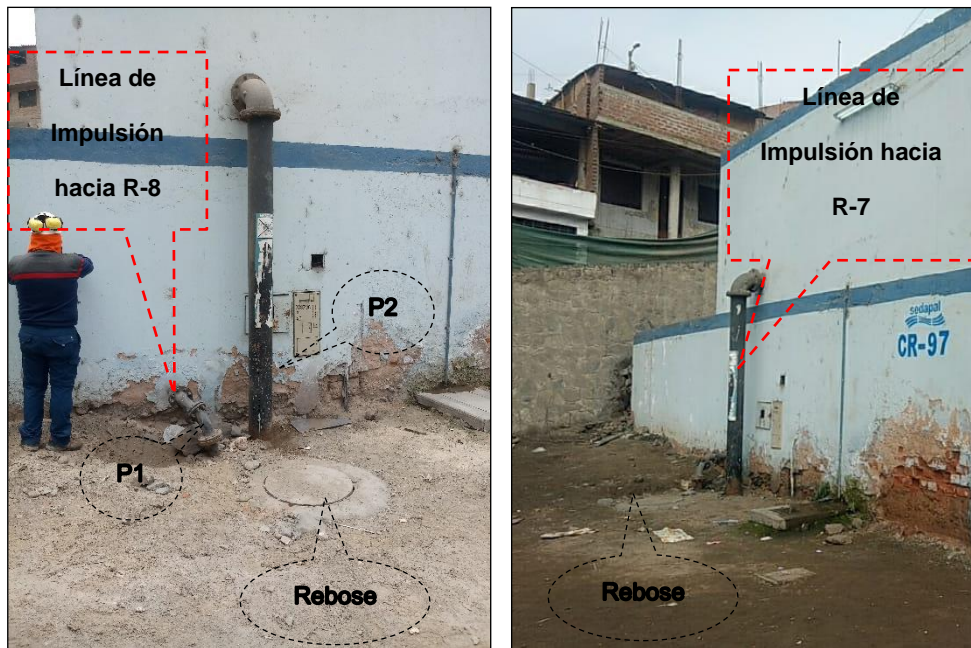
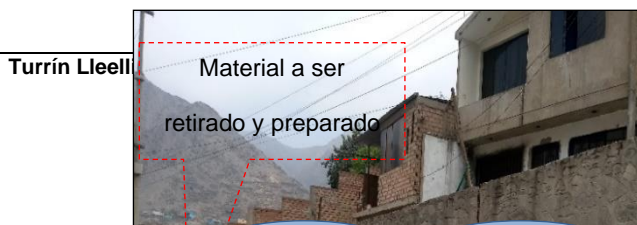


Figura 14. Puntos de empalme P1 y P2 con el sistema provisional.
Fuente: Elaboración propia

Paso 3:

Ubicación de los tanques de almacenamiento, como ya se mencionó antes, se instaló dos tanques de almacenamiento de 25,000 litros cada uno, ambos se conectan por vasos comunicantes con una tubería de DN 200 mm, de tal forma que el conjunto garantice 50,000 litros de agua. Se realizó la preparación del terreno respectivo para la ubicación de las losas de concreto (e=0.10 m) que soportaran los tanques, esto incluye la remoción de material sobrante, así como se muestra en la figura 15.



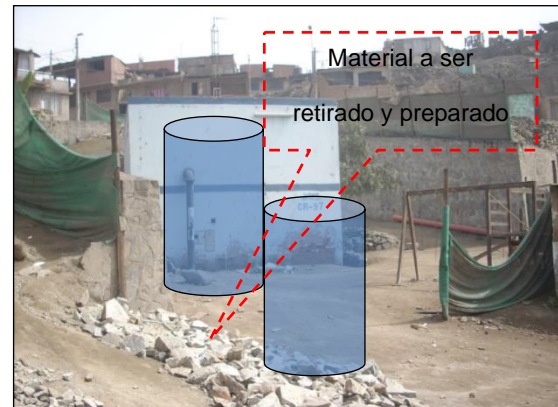


Figura 15. Ubicación de los tanques de polietileno de capacidad 25 m³ cada uno
Fuente: Elaboración propia

Paso 4:

En el desarrollo de la instalación de la parte hidráulica, se fabricó el tablero de fuerza para las dos bombas. En la figura 16, se muestra que el tablero tiene 02 arranques estrella – triángulo uno de 25 HP y otro de 30 HP, el punto de alimentación es de sistema trifásico de 220 VAC con una máxima demanda de 57.2 Kw. Este punto de alimentación es suministrado por el consorcio Saneamiento Lima Norte 1.

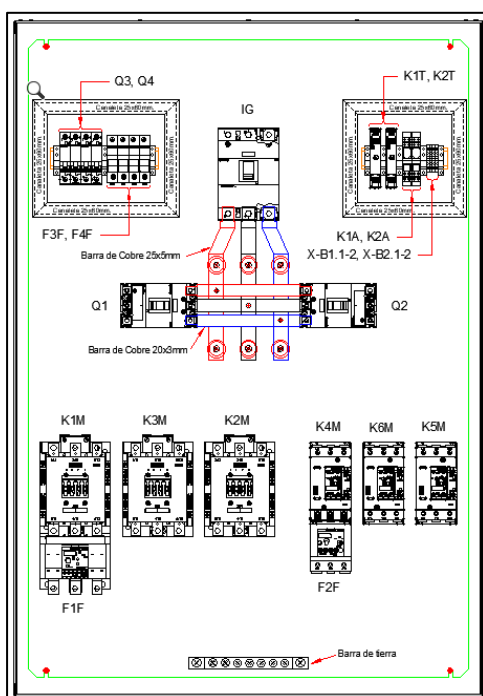


Figura 16. Tablero de fuerza diseñado para las bombas del árbol hidráulico provisional
Fuente: Elaboración propia

Paso 5

Se instaló las conexiones de bypass a las líneas de aducción e impulsión, de tal manera que no se detenga el suministro de agua a la población. Una vez que se instaló los tanques, las bombas y el tablero eléctrico, se realizó la conexión final del bypass, tal como se aprecia en la figura 17. Para esto, el contratista ejecutó los empalmes en 08 horas de trabajo, previamente se llenó los reservorios R-7 y R-8 y además se comunicó a la población afectada para que pueda almacenar agua mientras duren los trabajos. El personal capacitado a cargo del equipamiento del árbol hidráulico provisional fue el subcontratista “San Roque”.



Figura 17. Instalación del By Pass provisional
Fuente: Elaboración propia

3.3.6.6 Ejecución

A fines de febrero del 2020, empieza los trabajos del abastecimiento provisional. Se instaló los dos tanques de polietileno de 25 m³ cada uno. Encima del solado de concreto $f'c=100$ kg/cm² de dimensión 3.50 m x 3.50 m. Se acondicionó una excavación para el empalme del By Pass de dimensión 2.00 x 2.00 m. Posteriormente se realizó los trabajos de montaje del árbol hidráulico compuesto por accesorios (Tee, codo, reducción, niples, etc), electrobombas, y válvulas.

Para el abastecimiento a la población, se apertura la válvula compuerta ubicada en el By Pass, garantizando de este modo el correcto funcionamiento del sistema provisional hasta la actualidad.

Algunos hechos relevantes durante la ejecución del abastecimiento provisional son:

- ✓ El 07 de marzo del 2019, se realiza el empalme del By Pass y las derivaciones de

la tubería de impulsión y aducción.

- ✓ El 10 de marzo se empalma la tubería de impulsión que bombea a los reservorios R-7 y al R-8.
- ✓ El 15 de marzo se declara en Estado de Emergencia Nacional. Por lo que, se descarta la prueba del equipo de bombeo programado para esos días.
- ✓ Finalmente, el 02 de octubre se lleva a cabo la prueba del abastecimiento provisional, en presencia del personal del CSLNL1, la Supervisión (el suscrito) y personal de SEDAPAL.

Cabe indicar que, debido al espacio requerido para el sistema de bombeo provisional, la instalación del árbol hidráulico ha variado: como omisiones de algunos niples, dados de anclaje, modificación del trazo de la línea de impulsión que llenara los tanques de polietileno, modificación de los empalmes a la tubería existente de los reservorios R-7 y R-8, modificación de las electrobombas, entre otros para lo cual, se realizó un plano de replanteo a fin de obtener las conexiones finales del esquema hidráulico (para obtener el metrado correcto para su respectiva valorización) vista insitu y mostrada en la figura 18. Donde se aprecia el abastecimiento de los tanques de 25 m³ por medio de una derivación de la línea de impulsión existente DN 200 mm. De los tanques, salen las líneas que impulsan agua potable mediante la electrobomba centrífuga vertical multietápica de potencia 30 HP y 25 HP hacia los reservorios R-7 y R-8 respectivamente.

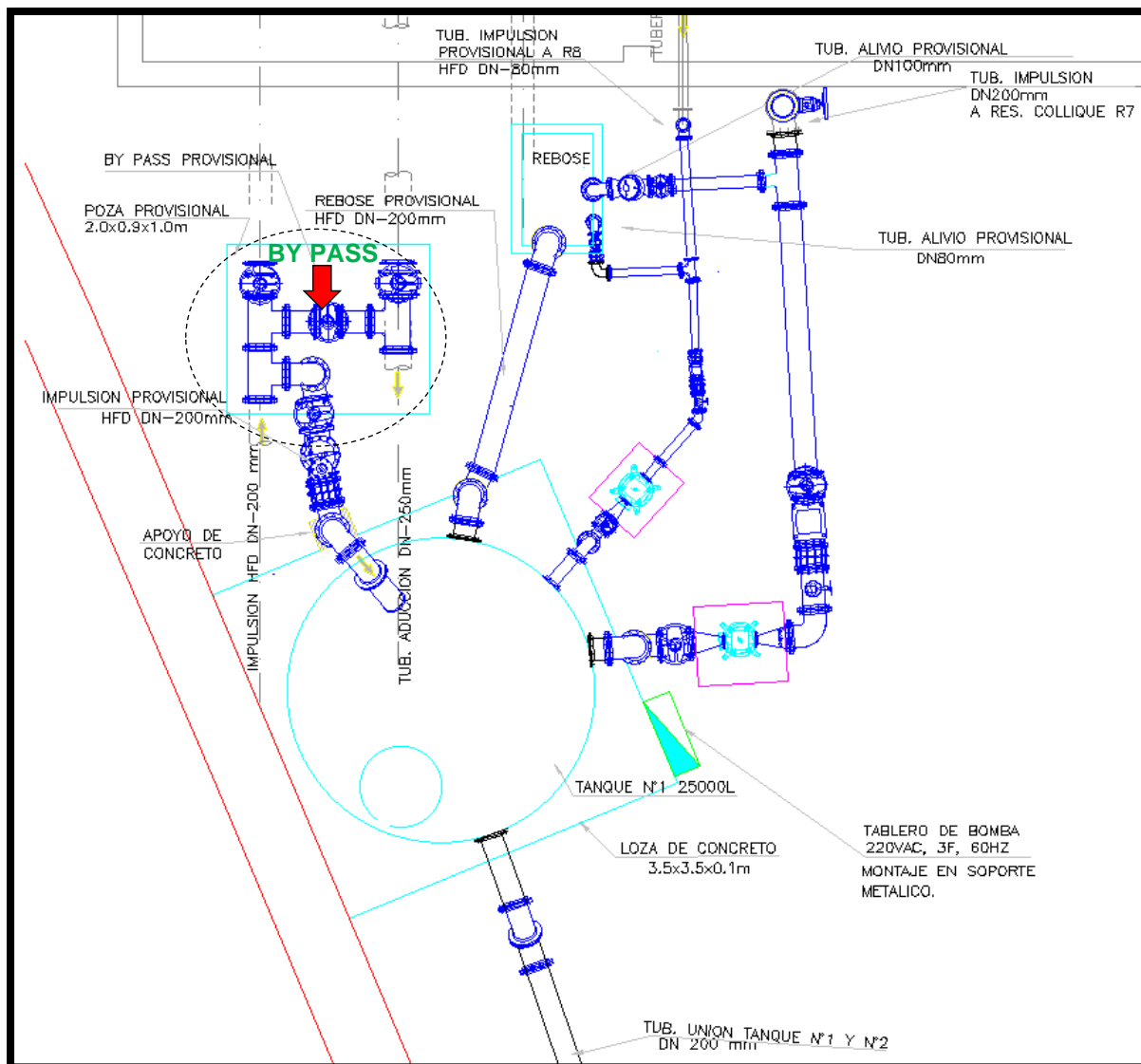


Figura 18. Replanteo final del Árbol Hidráulico Provisional

Fuente: Elaboración propia

3.3.6.7 Seguimiento y control

Se llevó a cabo un control sigiloso velando por los procedimientos ejecutados de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto en sus diferentes etapas desde el anteproyecto hasta la prueba puesta en marcha, asimismo, se hizo cumplir con los estándares de calidad de los materiales como velar por la seguridad del personal durante la ejecución. Se realizó el replanteo del proyecto de acuerdo a la instalación actual del equipo de bombeo provisional.

3.3.6.8 Cierre del proyecto

El 02 de octubre se lleva a cabo la prueba del abastecimiento provisional, en presencia del personal del CSLNL1, la Supervisión (el suscrito), SEDAPAL y la empresa VEOLIA, con resultados satisfactorios sin ningún problema hasta la actualidad. Con esta prueba, culmina la etapa del presente proyecto quedando conforme según con lo indicado en la alternativa de abastecimiento. Puesto que, posteriormente se procederá a demoler la caseta de rebombéo CR-97 y el reservorio R-6.

En la figura 19, se muestra la reunión coordinada por los involucrados para dar marcha al funcionamiento del abastecimiento provisional, que estará a cargo por personal especialista que el CSLNL1 designe.



Figura 19. Marcha Blanca. Prueba del abastecimiento del equipo de bombeo provisional
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Resultado 1: Comparación de costos y tiempo entre el sistema de abastecimiento provisional y el abastecimiento con camión cisterna.

Análisis del abastecimiento con camión cisterna:

Para el abastecimiento del área de influencia del reservorio R-8, vivienda por vivienda; se espera que la distribución de agua potable dure un tiempo prolongado, este método es lento y reduce el número de viajes que el vehículo puede hacer al día. Adicionalmente, mucha agua se desperdiciaría durante el proceso de llenado a cualquier tipo de recipiente que el suministrado elegiría para abastecerse.

En el caso del abastecimiento del área de influencia del reservorio R-7, abastecimiento directo; es mucho más eficiente si el agua es descargada en el mismo reservorio. Ya que de esta manera se asegura el mismo volumen y la funcionalidad es normal.

Por lo expuesto, se aprecia en la tabla 14 el costo directo total de la alternativa de abastecimiento con camión cisterna durante los 173 días de rehabilitación del reservorio R-6 y la caseta de rebombeo CR-97:

Tabla 14

Costo Directo total de la alternativa de abastecimiento con camión cisterna

Descripción	Und.	Metrado	P. U.	Parcial
			S/.	S/.
Transporte y distribución de agua potable para el llenado del reservorio R-7	Viaje	9,515.00	169.14	1,609,367.10
Transporte y distribución de agua potable a la zona de influencia del reservorio R-8	Viaje	1,180.00	169.14	199,585.20
TOTAL	Viaje	10,695.00	169.14	1,808,952.30

Fuente: *Elaboración propia.*

Se menciona algunas ventajas y desventajas de esta alternativa de solución:

Ventajas

- ✓ Disponibilidad de surtidor autorizado de SEDAPAL

Desventajas

- ✓ Requiere 11 camiones cisternas con una frecuencia de 5 viajes por día por camión y con una sincronización precisa para abastecer el reservorio R-7
- ✓ Dificultad para reunir la cantidad de vehículos con certificación de SEDAPAL, para transportar agua potable
- ✓ Requerirá de personal para controlar el programa de abastecimiento.
- ✓ Requiere de 7 camiones por día para abastecer al área de influencia del reservorio R-8, no cubriendo al 100 % la cobertura de agua potable que se necesita, ya que la capacidad del reservorio es de 100 m³.

Análisis del abastecimiento provisional:

En la tabla 15, se detalla el resumen del presupuesto de abastecimiento provisional (costo directo) que fue aprobado por el contratante para su ejecución, la cual está en funcionamiento actualmente. Cabe resaltar que, existe una partida de abastecimiento con camiones cisternas como medida de contingencia ante cualquier eventualidad no prevista.

Tabla 15

Resumen del presupuesto de abastecimiento provisional de agua potable del reservorio R-6

RESUMEN DEL PRESUPUESTO ABASTECIMIENTO PROVISIONAL DE AGUA POTABLE	
DESCRIPCIÓN	MONTO (S/)
OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES	60.75
LOSAS DE CONCRETO	1,236.72
PEDESTALES	152.52
CAJAS DE CONCRETO PROVISIONALES	2,593.53
EQUIPAMIENTO HIDRAULICO	136,613.30
EQUIPAMIENTO ELECTRICO	27,576.64
CONTROL Y OPERACIÓN	28,072.74
PLAN DE CONTINGENCIA MEDIANTE CAMIONES CISTERNAS	208,042.20
TOTAL PRESUPUESTO	404,348.40

Fuente: *Elaboración propia. Presupuesto: Variación N°13 Mayores y Menores metrados e instrucciones del contratante (Paquete A)*

Ventajas

- ✓ Fácil de instalar debido a su pequeño tamaño
- ✓ Disponibilidad inmediata en el mercado.
- ✓ Son de bajo costo, acorde a la necesidad
- ✓ Son de mantenimiento sencillo y rápido.
- ✓ Es más fiable y eficiente para el suministro de agua.
- ✓ Funcionamiento silencioso, sin vibraciones

Desventajas

- ✓ Por la zona de alto índice de delincuencia, se necesitará personal policial perenne ante cualquier contingencia.

En la figura 20, se muestra el esquema entre ambas alternativas analizadas, la cual se realizará una evaluación comparativa basada en criterios cuantitativos y cualitativos:

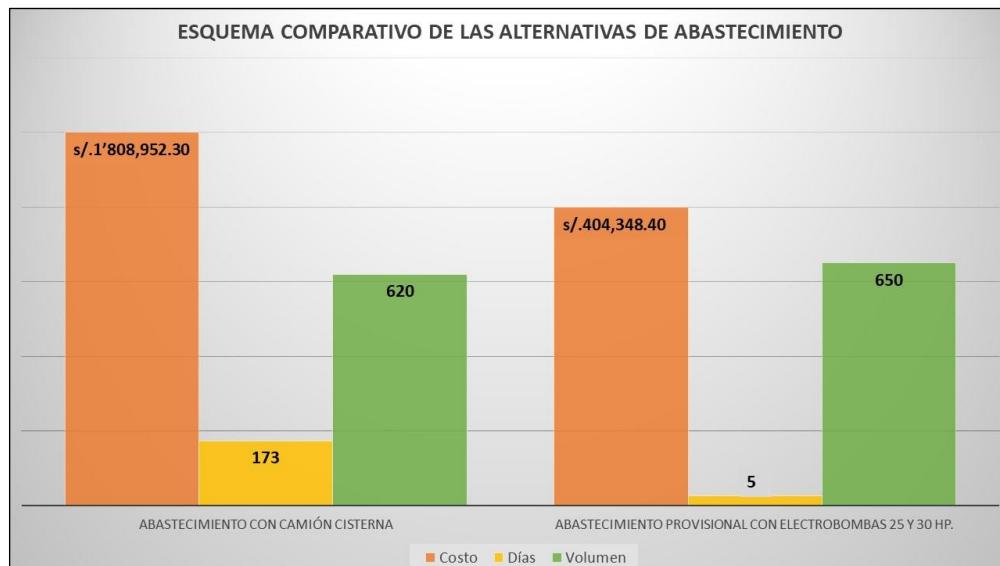


Figura 20. Esquema comparativo entre las alternativas de solución de abastecimiento de agua potable

Fuente: Elaboración propia

Evaluación cuantitativa:

Considerando la misma demanda para ambas alternativas, el costo de la propuesta del abastecimiento con camiones cisternas (s/. 1'808,952.30) es mucho mayor con respecto al servicio actual (s/. 404,348.40). Esto quiere decir, que existe un ahorro de 78%; lo cual es justificable la elección del Sistema Provisional como alternativa por ser 4.5 veces menor con respecto al suministro con camiones cisternas.

Asimismo, con respecto a los días de afectación a la población, es notorio la disminución del tiempo con que se llevó a cabo la instalación del abastecimiento provisional (empalmes a la línea de impulsión del reservorio R-7, R-8 e instalación del By Pass provisional) hasta dejar operativo la fuente de abastecimiento con normalidad, con respecto a los 173 días que duraría la suspensión del servicio hasta su culminación de los trabajos de rehabilitación. Ahorrándose 97% en tiempo.

En comparación de volúmenes, se sumó la capacidad de los reservorios R-7 y R-8, obteniendo 650 m³. Lo cual, con el sistema provisional se aseguraría el mismo volumen mediante el bombeo de agua potable a cada reservorio. Sin embargo, con respecto al cálculo del abastecimiento con camiones cisternas se obtiene 620 m³. De este modo, no se cubriría la demanda al 100% con esta alternativa.

Evaluación cualitativa:

Respecto a la higiene, los camiones cisternas podrían presentar problemas de contaminación si es que no se realiza la desinfección adecuada. La contaminación por factores externos debería ser considerada en este punto.

El abastecimiento con camiones cisternas son costosas y requiere de mucha dedicación de tiempo para organizar y administrar este tipo de distribución, además que las cantidades de agua son limitadas. Esta alternativa costosa obliga a mayores esfuerzos en la vigilancia de la calidad del agua y requiere de una administración apropiada (de la flota de vehículos, choferes, combustible y en algunas oportunidades de las rutas de acceso a los lugares a abastecer).

Ambas alternativas benefician a los involucrados debido al servicio de agua potable. Sin embargo, la diferencia radica en que no todos los beneficiarios recibirán el suministro de igual modo. Ya que existe un déficit con la alternativa de abastecimiento con camión cisterna que no iguala o supera la demanda respecto a la capacidad de los reservorios.

La ergonomía es muy importante, el abastecimiento con camión cisterna requiere que el beneficiario tenga que cargar sus recipientes, trayendo consigo enfermedades como fatiga y lumbalgias. En el caso del abastecimiento provisional, la distribución de agua es normal, garantizando la buena salud de las personas.

4.2. Resultado 2: Aumento de caudal de llegada y menor tiempo de llenado de los reservorios R-7 y R-8.

Dado los rendimientos de caudal (Q) y altura dinámica total (ADT) de las electrobombas indicadas en la alternativa (recomendada por la supervisión) están por encima de lo que operaban en la CR-97 (caseta de rebombeo del reservorio R-6), tal como indican los detalles técnicos en los **anexos 9 y 10**, con lo cual se está mejorando el rendimiento de las electrobombas. Esto significa, que el caudal de entrada actual de agua al Reservorio R-7 ha aumentado a $Q = 20$ L/S bombeado desde el sistema provisional del reservorio R-6 por una (01) electrobomba centrífuga vertical de 30 HP, por lo que el tiempo de llenado del reservorio disminuye a 6.75 horas.

El mismo caso sucede con el caudal de entrada actual de agua al R-8, que ha sido mejorada y cuenta con $Q = 10$ L/s bombeado por una (01) electrobomba centrífuga vertical de 25 HP desde el sistema provisional del R-6; disminuyendo el tiempo de llenado del reservorio a 2.78 horas.

En la tabla 16, se detalla la comparación del sistema de bombeo de la CR-97 previo a la ejecución de trabajos y el sistema de abastecimiento provisional compuesta actualmente por 02 tanques de 25 m³, árbol hidráulico provisional y dos electrobombas, que simula el funcionamiento del reservorio R-6 suministrando de agua potable a los reservorios R-7 y R-8.

Tabla 16
Cuadro comparativo entre las fuentes de abastecimiento del reservorio R-6

Fuente de Abastecimiento / Descripción	CR-97 (Caseta de bombeo del reservorio R-6) (Antes)	Sistema de abastecimiento provisional del reservorio R-6 (Actual)
Bombeo al reservorio R-7	02 Electrobombas TVC 25 HP (funcionamiento alternado)	02 Electrobombas Multietapica Vertical 30 HP (Se usará la otra bomba en caso de alguna contingencia no prevista)
Bombeo al reservorio R-8	02 Electrobombas multicelulares de 20 y 15 HP (funcionamiento alternado)	02 Electrobombas Multietapica Vertical 25 HP (Se usará la otra bomba en caso de alguna contingencia no prevista)
Caudal y tiempo de llenado del reservorio R-7	Q= 10.75 L/s T _{llenado} = 14.21 hrs	Q= 20 L/s T _{llenado} = 7.65 hrs
Caudal y tiempo de llenado del reservorio R-8	Q= 6.9 L/s T _{llenado} = 4.02 hrs	Q= 10 L/s T _{llenado} = 2.78 hrs
% de aumento de caudal	En el reservorio R-7: $Q = \frac{20}{10.75} - 1 = 86\%$ En el reservorio R-8: $Q = \frac{10}{6.9} - 1 = 45\%$	
% disminución tiempo de llenado	En el reservorio R-7: $Q = \frac{7.65}{14.21} - 1 = 46\%$ En el reservorio R-8: $Q = \frac{2.78}{4.02} - 1 = 31\%$	

Fuente: Elaboración Propia.

Se aprecia en la figura 21 el nuevo esquema de abastecimiento con los tiempos de llenado disminuidos en 46 % y 31 % del reservorio R-7 y R-8 respectivamente.

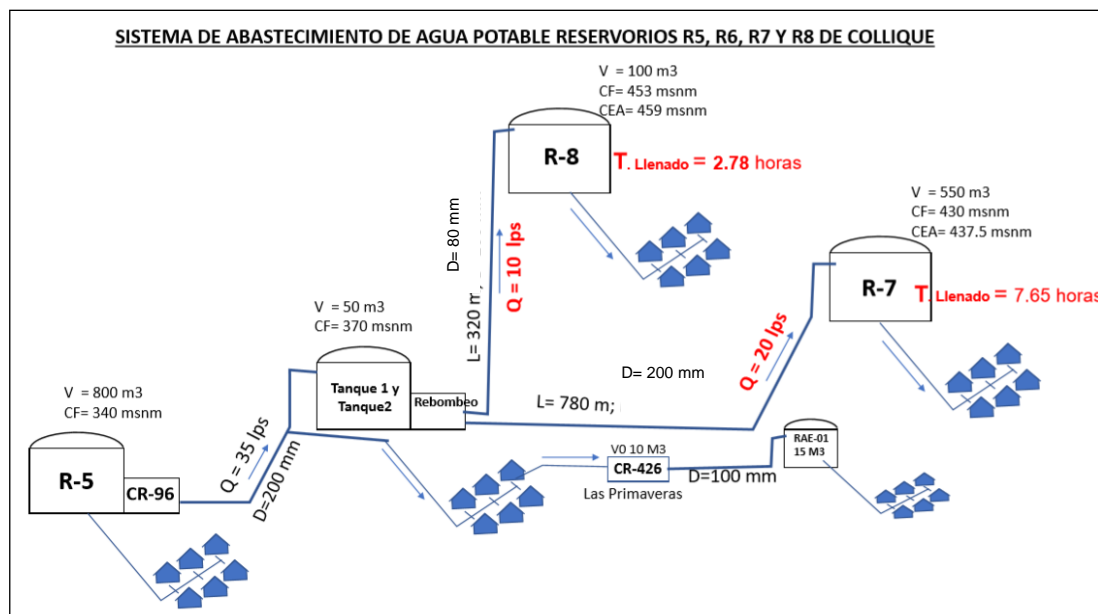


Figura 21. Esquema de funcionamiento actual con el sistema de abastecimiento de agua potable
Fuente: Elaboración propia

Además, las electrobombas indicadas no exceden la potencia contratada del tablero del medidor de las bombas que es de 50 KW, tal como se detalla en la tabla 17.

Tabla 17

Cuadro de cargas del medidor del tablero provisional

Cto.	Descripción	PI (Kw)	FD	MD (Kw)
1	01 bomba de 30 HP hacia R-7	25.70	1	25.70
2	01 bomba de 25 HP hacia R-8	21.40	1	21.40
3	Tomacorriente para mantenimiento	1	1	1
4	Alumbrado árbol hidráulico temporal	0.5	1	0.5
Total				48.60

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se logró determinar que la mejor propuesta entre las alternativas presentadas es el sistema de abastecimiento provisional con electrobombas de 25 y 30 HP, que tendrá como objetivo dotar de agua potable a la población y a los reservorios R-7 y R-8, durante la ejecución de los trabajos de demolición y rehabilitación del reservorio R23 (Collique R-6 – CR97).
- Con la alternativa de solución seleccionada, se mejoraría y se aseguraría el caudal de abastecimiento, y se reduciría el tiempo de llenado de los reservorios R-7 y R-8 en relación a su funcionamiento anterior. De esta manera, se asegura la continuidad del servicio de abastecimiento de agua potable por bombeo hacia ambos reservorios y por gravedad a la población.
- Se elaboró un análisis comparativo de costo – beneficio entre las alternativas de abastecimiento con camión cisterna y el sistema provisional con bombas. En el cual, se realizó una evaluación entre los resultados de ambas propuestas, indicando que la mejor alternativa de solución para el abastecimiento de los reservorios R7 y R-8 es el sistema de abastecimiento provisional con electrobombas de 25 y 30 HP; debido a su bajo costo, mayor eficiencia y con el menor tiempo de afectación hacia la población y a los reservorios. Obteniéndose como resultado de la evaluación los siguientes montos:
Abastecimiento con camión cisterna: s/. 1,808,952.30
Sistema de Abastecimiento Provisional: s/. 404,348.40
Se evidencia que el costo- beneficio del sistema de abastecimiento implementado es mucho menor al costo del abastecimiento con camión cisterna si se hubiera optado por esta alternativa.

- Los rendimientos en relación de caudal de bombeo (Q) y altura dinámica total (ADT) de las electrobombas elegidas en la propuesta, son superiores a los equipos que operaban en la CR-97; con lo cual se estaría mejorando el rendimiento a un 86%, reduciendo el tiempo de llenado del reservorio en 46% con respecto al R-7. Y con respecto al R-8, el rendimiento aumenta en un 45% y el tiempo de llenado del reservorio se reduce en un 31%. Además, las electrobombas no exceden la potencia de la demanda máxima de funcionamiento prevista en el tablero general instalada en la CR-97.
- Se identificaron las siguientes ventajas y desventajas de la propuesta del sistema de abastecimiento provisional. Entre las principales ventajas se mencionan: su fácil instalación con la intervención de personal calificado, su disponibilidad inmediata en el mercado, su bajo costo, su fiabilidad y eficiencia para el suministro de agua. Por otro lado, la desventaja más importante es que la zona presenta un alto índice delincriminal, por lo cual debe considerarse la vigilancia durante las 24 horas del día ante cualquier contingencia. Otra desventaja importante es que los trabajos deberán incluir la asignación de personal técnico calificado para el control y operación manual del sistema propuesto, quien deberá tener constante comunicación con los operadores de los reservorios R-7 y R-8 para llevar a cabo el correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento provisional instalado.
- La propuesta de alternativa de abastecimiento que se formula en el presente documento, mantiene la filosofía de funcionamiento anterior; es decir, su operación se mantiene de forma manual y no presenta ningún tipo de automatización en la propuesta seleccionada. Se precisa que el nuevo sistema de abastecimiento provisional (02 tanques de 24 m³, árbol hidráulico y dos electrobombas) simula el funcionamiento del

reservoirio R-6, suministrando de agua potable a los reservoirios R-7 y R-8 como se hacía previamente antes de la ejecución de los trabajos.

- El Expediente Técnico aprobado por el Contratante, no contempla la intervención y/o implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable durante la ejecución de la demolición y posterior construcción del Reservoirio 23 (Collique R-6), por lo cual la selección de la alternativa de abastecimiento para los reservoirios R-7 y R-8, se implementó durante la ejecución de los trabajos generándose una variación de obra. Dicha variación comprende el suministro de equipos, materiales, accesorios y mano de obra para las instalaciones hidráulicas y eléctricas del sistema de abastecimiento provisional seleccionado, precisando que se formó parte del equipo profesional que seleccionó y que posteriormente supervisó la ejecución, implementación y funcionamiento del sistema desde el inicio hasta la actualidad.
- Se logra un precedente aplicativo y funcional de un tipo de sistema de abastecimiento que servirá como metodología, pudiéndose replicar para otros proyectos con similares características y condiciones de funcionamiento.

5.2. Recomendaciones

- El sistema de abastecimiento provisional seleccionado puede ser utilizado en condiciones similares a las descritas en el presente trabajo, dado que se ha evidenciado su eficiencia y funcionamiento, sugiriéndose que dicha propuesta puede ser replicada en proyectos con similar problemática como una alternativa de solución.
- Las electrobombas Turbina Vertical Centrifuga (TVC) de 25 y 30 HP seleccionadas en el sistema de abastecimiento provisional han mostrado su eficiencia para el abastecimiento de agua potable hacia los reservoirios R-7 y R-8, por lo cual es sugerible

mencionar que dicho tipo de electrobombas puede ser utilizada en sistemas de abastecimiento de agua potable similares al descrito en el presente trabajo o como propuesta en un sistema de impulsión de agua potable.

- Del análisis comparativo costo – beneficio se logró demostrar que el sistema de abastecimiento provisional seleccionado en el presente trabajo (02 tanques de 25 m³, árbol hidráulico provisional y dos electrobombas), tiene un menor costo en relación a un sistema de abastecimiento mediante los camiones cisterna, por lo cual se recomienda el uso y/o implementación del sistema de abastecimiento provisional seleccionado en futuros proyectos en donde se pueda tener una similar problemática a la descrita en el presente trabajo.
- Se sugiere analizar los costos ante cualquier situación similar de abastecimiento provisional, para optar por la mejor alternativa que cumpla y satisfaga los intereses del proyecto, brindando mayor eficacia en su funcionamiento y menor afectación posible a la población.
- Las bombas funcionan durante la mayor parte del día, y a veces funcionan sin interrupción. Por tal motivo, se sugiere realizar mantenimiento periódico preventivo, con el fin de prevenir posibles problemas y de este modo aprovechar su máximo rendimiento y alargar la vida útil. De esta manera, se disminuye las probabilidades de fallas que perjudiquen el rendimiento de las bombas y se reducirá los gastos a largo plazo por la buena gestión del equipo. Asimismo, se debe medir el voltaje y el amperaje de las bombas que están operando en el R-06 y tomar las lecturas correspondientes a fin de verificar el punto de operación de las electrobombas verticales.

- Con el fin de realizar de la mejor manera la manipulación de los equipos de bombeo, incluyendo los accesorios y válvulas del sistema de abastecimiento, es imprescindible la capacitación al personal técnico que estará a cargo del funcionamiento y de la operatividad del sistema provisional. Por otro lado, el efectivo de seguridad deberá estar entrenado, capacitado y apto para salvaguardar el bienestar de los equipos, materiales y accesorios del sistema provisional.
- Implementar la metodología BIM para la elaboración de expediente técnicos, a fin de evitar omisiones y disminuir las deficiencias técnicas en las diversas especialidades que conforman un expediente técnico de obra.
- El presente trabajo de suficiencia profesional tiene en su contenido información técnica que podrá ser utilizada como manual por entidades estatales, privadas, estudiantes y demás que investiguen acerca del abastecimiento provisional de agua potable propuesto.
- WaterCAD es una solución para modelación hidráulica y análisis de calidad de agua para sistemas de distribución de agua. La mayoría de profesionales confían en WaterCAD como una herramienta que les permite ahorrar recursos y soportar la toma de decisiones con respecto a su infraestructura hidráulica. Por ello, se recomienda utilizar esta herramienta como software de diseño y modelación de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua y afines.

REFERENCIAS

1. Agüero, R. (2004). Guía para el Diseño y Construcción de Reservorios Apoyados. Lima.
2. Agüero, R. (2009). Agua Potable y Saneamiento en Localidades Rurales del Perú. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales.
3. d., M. M. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones: Almacenamiento de Agua para Consumo Humano. Lima.
4. Gonzales, E. P. (2018). Hiraulica Basica. Historia, conceptos previos y ecuaciones. Mexico: Gema Alín Martínez Ocampo.
5. Mc Ghee, T. J. (1999). Abastecimiento de agua y Alcantarillado. Santa Fé de Bogota: MCGRAW HILL.
6. MVCS, M. d. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones: Almacenamiento de agua para consumo humano. Lima.
7. MVCS, M. d. (2018). Norma Tecnico de Diseño: Opciones Tecnologicas para Sistemas de Saneamiento en el Ambito Rural. Lima.
8. Pittman, R. A. (1997). Agua Potable para Poblaciones rurales. Lima: Asociacion Servicios Educativos Rurales.
9. Publicas, M. d. (2004). Reglamentos Tecnicos de diseño para sistemas de agua potable . La Paz.
10. RNE, R. N. (2006). NORMA OS.100.

ANEXOS

Anexo N°1. Lotes y Paquetes para el financiamiento del proyecto Lima Norte II

LOTE	PAQUETE	FINANCIAMIENTO
1	Paquete A: Obras Generales de Agua Potable (Redes Primarias, Rehabilitación de Reservorios, Estaciones de Bombeo Pozos y Automatización)	JICA
	Paquete B-1: Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado Sectores: 348A, 348B, 349A, 349B.	
	Paquete B-2.1: Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado Sectores: 346, 351.	
2	Paquete B-2.2: Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado Sectores: 347, 350.	BIRF/SEDAPAL
	Paquete B-3: Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado	

LOTE	PAQUETE	FINANCIAMIENTO
	Sectores: 83A, 84A, 84B, 85A, 85B, 85C.	
3	Paquete B-4: Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado Sectores: 83B, 212A, 212B.	KFW
	Paquete B-5: Redes Secundarias de Agua Potable y Alcantarillado Sectores: 213, 259, 345, 368A, 369A, 370	
4	Paquete C: Adquisición de equipos de Operación y Mantenimiento: Vehículos	
5	Paquete C: Adquisición de equipos de Operación y Mantenimiento: Correlador con accesorios (radios) Medidor de Rueda Detector Acústico de Fugas de Agua Detector de Metales Geófonos	

LOTE	PAQUETE	FINANCIAMIENTO
	Taladro Herramientas, varias	
6	Paquete C: Adquisición de equipos de Operación y Mantenimiento: Pre localizadores (móviles) Captación de datos	JICA
7	Paquete C: Adquisición de equipos de Operación y Mantenimiento: Plataforma de la estación de trabajo, incluyendo CAD/GIS	
8	Paquete C: Adquisición de equipos de Operación y Mantenimiento: Equipo de limpieza a chorro (Hydro Jet) para limpieza de alcantarillado Mini limpieza a chorro (mini Hydro Jet) con vehículo. Equipo de limpieza a chorro (Hydro Jet), 8,50 m3. Equipo de limpieza a chorro (Hydro Jet), 6 m3.	

LOTE	PAQUETE	FINANCIAMIENTO
	<p>Tanque cisterna, capacidad 16 m3.</p> <p>Tanque cisterna, capacidad de 8 a 10 m3.</p> <p>Boquillas 15° para limpieza a chorro (Hydro Jet).</p> <p>Boquillas 35° para limpieza a chorro (Hydro Jet).</p>	
9	<p>Paquete C:</p> <p>Adquisición de equipos de Operación y Mantenimiento:</p> <p>Computadoras y software.</p>	
10	<p>Paquete C:</p> <p>Adquisición de equipos de Operación y Mantenimiento:</p> <p>Unidad de Inspección por TV para agua potable (equipo más unidad) - 03</p> <p>Unidad de Inspección por TV para alcantarillado (equipo más unidad) - 03</p>	

Anexo N°2. Variaciones de Obra – Lote 1

VARIACIÓN APROBADA	DESCRIPCIÓN	APROBACIÓN	CAUSAL
N°01	CAMBIOS DE LAS CARACTERISTICAS TÉCNICAS DEL ESTUDIO DE RADIOPROPAGACION	Resolución G. G 167-2018-GG del 07.06.18	Hechos que por su naturaleza son imprevisibles al momento de formularse las bases de licitación o celebrarse el contrato
N°02	MONITOREO ARQUEOLÓGICO CALLAO	Denegado con Carta N° 343-2018 LNII-CI-LOTE1-FESG del 13.11.18	
N°03	BY-PASS DE RESERVORIOS R-02, R-06, R-07, R-14, R-16, R-17	Acuerdo de Directorio N° 089-021-2018 del 07.11.2018	Deficiencias en el expediente técnico de obra
N°04	EQUIPAMIENTO HIDRÁULICO Y ELÉCTRICO EN RESERVORIOS, POZOS Y CÁMARAS	Acuerdo de Directorio N° 099-021-2018 del 04.12.2018	No hace mención
N°05	VARIACIÓN DE CANTIDADES DE LOS INSTRUMENTOS DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN	Resolución de Gerencia General N° 087-2019-GG del 20.02.2019	Diferencias entre las especificaciones técnicas, planos y lista de cantidades
N°06	ACONDICIONAMIENTO Y REHABILITACION DE LOS POZOS P-716 Y P-687	Acuerdo N° 015-007-2019, adoptado en la Sesión de Directorio N° 007-2019 de fecha 04.03.2019	Deficiencias en el expediente técnico de obra
N°07	INTERFERENCIAS DE GAS NATURAL Y ENERGÍA ELÉCTRICA NO CONTEMPLADAS EN EL EXPEDIENTE	Acuerdo N° 080-018-2019, adoptado en la Sesión de Directorio N° 018-2019 de	Deficiencias en el expediente técnico de obra

VARIACIÓN APROBADA	DESCRIPCIÓN	APROBACIÓN	CAUSAL
	TÉCNICO - SECTORES 348 Y 349	fecha 05.08.2019	
N°08	REHABILITACIÓN DE REDES EXISTENTES DE AGUA POTABLE (PVC - ITINTEC) SECTOR 349	Acuerdo N° 092-019-2019, adoptado en la Sesión de Directorio N° 019-2019 de fecha 26.08.2019	Deficiencias en el expediente técnico de obra
VARIACIÓN DE INGENIERIA DE VALOR N° 01	POR REINGENIERIA DE CIMENTACIÓN DE LOS RESERVORIOS RES 02, RES 06, RES 14, RES 16, RES 17 y RES 20	Resolución de Gerencia General N° 393-2019-GG del 12.09.2019	Deficiencias en el expediente técnico de obra
N° 10	"IMPLEMENTACIÓN DEL NUEVO SISTEMA DE COMUNICACIONES EN FRECUENCIAS DE 23 GHZ Y 400 MHZ"	Resolución de Gerencia General N° 614-2019-GG del 31.12.2019	Deficiencias en el expediente técnico de obra
N° 11	"MAYORES METRADOS Y MENORES METRADOS" integrado por el presupuesto por mayores metrados N° 01 y presupuesto por menores metrados N° 01	Resolución de Gerencia General N° 615-2019-GG del 31.12.2019	Deficiencias en el expediente técnico de obra
N° 12	"Partidas nuevas procedentes de la lista de cantidades N° 01 al 11.09.2019 e instrucciones al Contratista"	Acuerdo N° 002-001-2020, adoptado en la Sesión de Directorio N° 01-2020 de fecha 06.01.2020	Errores, omisiones o deficiencias del Expediente Técnico de obra
N° 13	"VARIACION DE OBRA POR MAYORES Y MENORES METRADOS E INSTRUCCIONES DEL CONTRATANTE"	Resolución de Gerencia General N° 272-2020-GG del 09.09.2020	Errores, omisiones o deficiencias del Expediente Técnico de obra

Anexo N°3. Ampliaciones de Plazo – Lote 1

PRORROGAS APROBADAS				
N°	Resolución	Comunicación al Contratista	Plazo (días)	Causal
1	Resolución de Gerencia General de SEDAPAL N° 037-2019-GG del 08.02.19	Comité de Inspección comunica aprobación de prórroga de plazo, con Carta N° 017-2019-LNII-CI-LOTE 1-RHES del 15.02.19	85	Demora en la aprobación de la Variación de Obra N°01, que ha originado la necesidad de prórroga del plazo de terminación de la obra.
2	Resolución de Gerencia General de SEDAPAL N° 003-2020-GG del 03.01.2020	El contratante, comunica la resolución de prórroga de plazo, mediante la carta N° 0010-2020-EPE de fecha 03.01.2020	218	Por la aprobación de la Variación de Obra N° 08 "Rehabilitación de Redes existentes de agua potable (PVC-ITINTEC) en el sector 349".

Anexo N°4. Absoluciones de consultas del Expediente Técnico referentes al reservorio R-23 (Collique R-6)

<p>CONSULTA N° 60</p> <p>Referencia : Suministro de Agua</p> <p>Descripción de la Consulta.</p> <p>Confirmar que la partida de obras provisionales del número de partida 01.01.06 al 01.01.09 se puede aplicar en todos los sectores de la obra.</p>
<p>RESPUESTA</p> <p>Las unidades indicadas 01.01.06 al 01.01.09 han sido previstas para los reservorios Cerro Choclo I, Cerro Choclo II, Nueva Esperanza y los Ángeles R1 y R2. Se debe prever esta partida para el reservorio Patria Nueva</p> <p>La mayor parte de los reservorios están fuera de servicio y no necesitan actuaciones adicionales (Villa Sol, Villa del Norte, Parque del Naranjal, Cueto Fernandini, Olivos de Pro, Confraternidad R1, Confraternidad R2, Comité Aposte, Puerta de Pro, Río Santa, Pro, Santa Luísa, Virgen de las Nieves, Virgen del Rosario, Jazmines del Naranjal y Rosario del Norte)</p> <p>Reservorio Márquez. Este reservorio tiene una rehabilitación estructural importante, además las conducciones de subida y bajada se van a renovar, por tanto el reservorio va a quedar fuera de servicio durante un tiempo. La planificación de sus obras para respetar el abastecimiento debe ser el siguiente: Ejecución de la línea primaria de abastecimiento al reservorio Márquez desde el reservorio Cerro Oquendo, correspondiente a la línea C-22, ejecutada en HFD DN 350/300/250. Ejecución de las cámaras (entrada y salida) de control del reservorio Márquez, ubicadas al pie del cerro, estas cámaras contienen el by pass del reservorio, además tienen caudalímetro y válvulas de control para poder abastecer al sector 259 desde Ramal Norte. Una vez abastecido Márquez a través del by-pass, se pueden iniciar las obras de reparación estructural del reservorio y posteriormente el resto de obras diseñadas</p> <p>Reservorio Collique R6 y Collique R7, se han previsto obras auxiliares durante su rehabilitación</p> <p>En caso sea necesario para otros reservorios, o algún otro trabajo complementario, el contratista lo solicitará al Ingeniero, con la debida diligencia, para su consideración, respetando los lineamientos establecidos en los documentos que conformen el contrato.</p>
<p>CONSULTA N° 269</p> <p>Referencia : Visita de campo fecha: 13/12/2016</p> <p>Descripción de la Consulta:</p> <p>Se ha observado en visita de campo que el reservorio Collique R-6 que se va a demoler, ubicado en la Interferencia del Jr. José C. Mariátegui y Calle Francisco de Zela, rebombee a otro reservorio y se encuentra operativo. Se solicita a SEDAPAL proporcionar el área de influencia y horario de abastecimiento de estos reservorios a fin de poder determinar y costear la cantidad de agua que se requerirá suministrar al área afectada durante la ejecución y puesta en servicio del reservorio, y que de acuerdo a lo indicado por SEDAPAL el área afectada tiene que abastecerse. Respecto a este caso y otros similares que se presenten ¿Cómo se va a pagar el suministrar agua a la población y en que partida?</p>
<p>RESPUESTA</p> <p>Ver respuesta a consulta N° 60.</p>

Anexo N°5. Carta del Equipo de Operación y Mantenimiento de redes – Comas (EOMR-C) enviada al Equipo de Proyectos Especiales (EPE), precisando la aprobación de la alternativa N°2.



Equipo Operación y Mantto de Redes Comas

Memorando N° 1662 2019-EOMR-C

A : Guillermo Quezada Távara
Jefe Equipo Proyectos Especiales

Asunto : Propuesta de alternativas de abastecimiento de agua potable durante la rehabilitación de los reservorios R-6 Collique y R-1 Vipol Naranjal

Referencia : Memorando N° 2049-2019-EPE (Registros N° 115449 y 115500)

Fecha : Comas, 28 de agosto del 2019



En atención al documento en referencia, el día 15.08.2019 a las 14:00 horas se llevó a cabo la reunión de trabajo en el auditorio del Centro de Servicios Comas, con el personal de la contratista Consorcio Saneamiento Lima Norte Lote 1, del Consorcio Supervisor Oquendo Lote 1, del Coordinador Técnico del EPE, EOMASBA y del EOMR-C.

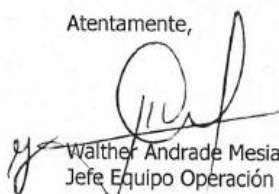
Tanto el contratista así como la Supervisión expuso las alternativas de abastecimiento alternativo durante el proceso de rehabilitación de los reservorios R-6 Collique, encaminada a mantener el servicio de agua potable a la población y/o generar el menor impacto posible en el abastecimiento de agua; así mismo, cuando se intervenga al reservorio R-1 Vipol Naranjal.

Al respecto, para el caso del reservorio apoyado R-6 Collique – Comas, sector 349, lugar donde funciona la estación de bombeo CR-97, para abastecer a los reservorios R-7 y R-8 Collique, se presentaron tres alternativas. Luego de la exposición y el análisis técnico de estas alternativas, tanto el EOMASBA y el EOMR-C concordaron que la Alternativa N° 2 "Tanque de agua y electrobomba Booster" era la más conveniente.

Así mismo, con relación al reservorio apoyado R-1 Vipol Naranjal – San Martín de Porres, sector 213, la única propuesta de abastecimiento alternativo contó con la conformidad del EOMASBA y del EOMR-C.

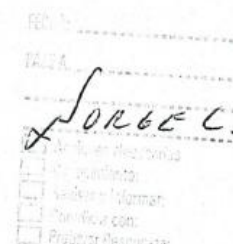
La recomendación formulada por el EOMASBA y el EOMR-C, es que las alternativas propuestas para los reservorios R-6 Collique y R-1 Vipol Naranjal sean desarrolladas con datos y precisiones técnicas y en una próxima reunión de trabajo sean validados antes del inicio de los trabajos de rehabilitación en ambas estructuras de almacenamiento.

Atentamente,



Walther Andrade Mesia
Jefe Equipo Operación y Mantenimiento de Redes Comas (e)

c.c.- EOMASBA/Arch.-



Anexo N°6. Carta enviada a la Supervisión por parte del Equipo de Proyectos Especiales (EPE), precisando la aprobación de la alternativa N°2.



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

Carta N° 1419 - 2019-EPE

Lima, 09 de setiembre de 2019

Señores
Consortio Supervisor Oquendo Lote 1
Calle Los Diamantes MZ D, Lote 46, Tercer Piso, Urb. Chavín II
San Martín de Porres

Atención : Alfredo Acruta Sánchez
Jefe de Supervisión Lote 1

Asunto : Abastecimiento de Agua Potable durante la rehabilitación de los reservorios R23 (R-6 Collique), R24 (R-7 Collique), R-8 Collique y R18 (R-1 Vipol Naranjal)

Referencia: a) Carta N°431-2019-CSO1/JS-S de fecha 07.08.2019 (Reg. 115449)
b) Carta N°433-2019-CSO1/JS-S de fecha 08.08.2019 (Reg. 115500)
c) Memorando N° 1662-2019-EOMR-C recibida el 02.09.2019
d) Carta N°515-2019-CSO1/JS-S de fecha 02.09.2019 (Reg. 127045)
e) Carta N°521-2019-CSO1/JS-S de fecha 05.09.2019 (Reg. 128611)
f) Contrato de Servicios de Consultoría N° 047-2019-SEDAPAL
g) Contrato de Obra a Precios Unitarios N° 01-2017-CW-55000/JICA-SEDAPAL.

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, con relación a los documentos de la referencia a) y b), a través de los cuales nos hicieron llegar alternativas de abastecimiento provisional de agua potable durante la rehabilitación de los reservorios R23 (R-6 Collique), R24 (R-7 Collique), R-8 Collique y R18 (R-1 Vipol Naranjal), los mismos que fueron trasladados al Equipo Operación y Mantenimiento Redes Comas (EOMR-C), y que mereciera una reunión técnica entre las partes el pasado 15.08.2019 en las instalaciones del EOMR-C con la participación de personal del Equipo Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Bombeo de Agua (EOMASBA).

Sobre el particular, mediante documento de la referencia c), cuya copia adjuntamos, el EOMR-C nos precisa las alternativas que cuentan con la aprobación del EOMR-C y el EOMASBA, y que fueran analizadas en la reunión antes indicada, la que involucra la utilización de tanques de agua y electrobombas boosters, y bajo dicha precisión técnica nos han remitido, con los documentos de la referencia d) y e), información técnica para su implementación.

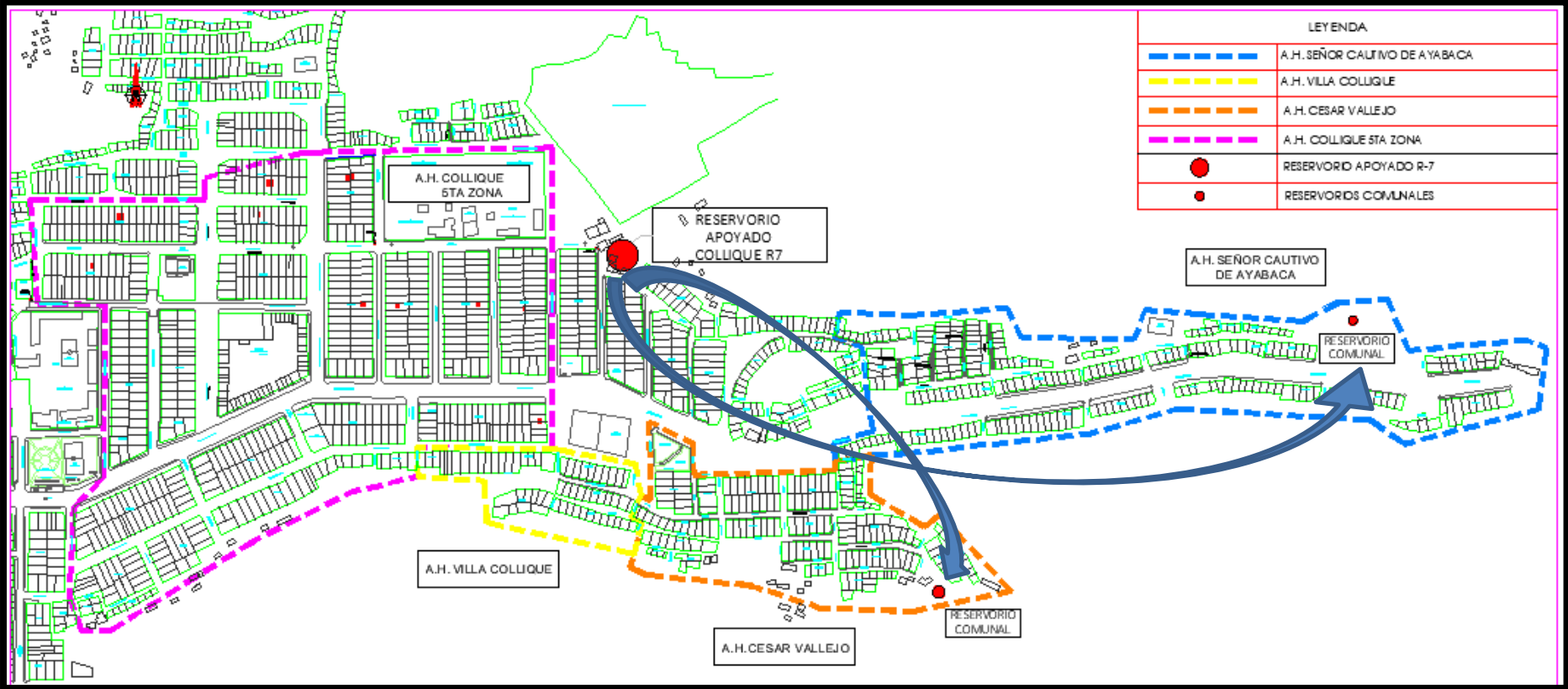
Sobre esto último, les comunicamos que en los próximos días se estará programando una reunión en conjunto con los profesionales del EOMR-C y el EOMASBA, que les confirmaremos oportunamente, a fin que presenten y/o expliquen los detalles técnicos del abastecimiento provisional a fin de obtener de dichos equipos la conformidad correspondiente.

Sin otro particular, es propicia la ocasión para expresar mi consideración y estima personal.

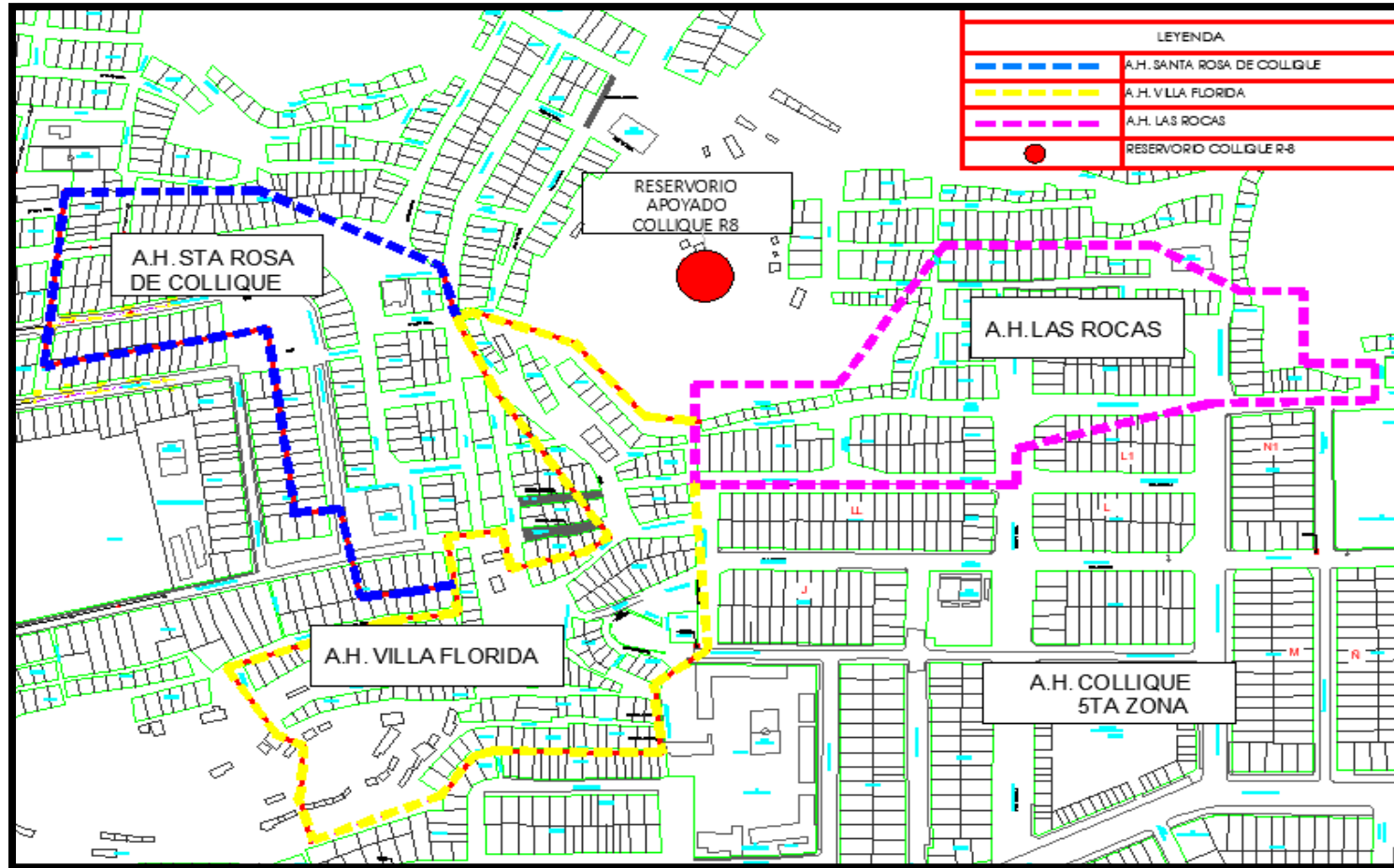
Atentamente,




Anexo N°7. Área de influencia de abastecimiento del reservorio R-7




Anexo N°8. Área de influencia de abastecimiento del reservorio R-8



Anexo N°9. Hoja técnica de la empresa Hidrostral indicando los detalles técnicos de la electrobomba de 25 HP seleccionada para puesta en obra.

		DESCRIPCIÓN No. HR15
		OFERTA No. VSL-063-19 ITEM No. 1
BOMBA IMPORTADA TABLA TÉCNICA		
MARCA	SALMSON	TIPO / BOMBA MULTIETÁPICA VERTICAL
MODELO DE EQUIPO	ELECTROBOMBA NEXIS-V2208-FGE/K/60-25HP	
CÓDIGO	HB5SM0307	
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA BOMBA
Líquido a bombear:	Agua limpia	Caudal (lps): 10.0
Viscosidad:	1	A.D.T. (mca): 117.0
Temperatura fluido (°C):	20	Eficiencia (%): 66.0
Gravedad específica:	1	Potencia absorbida (Hp): 23.6
Porcentaje de sólidos (%):	-	Potencia absorbida máxima (Hp): 23.6
Nivel de pH:	7	Velocidad de operación (rpm): 3,500
Temperatura ambiente (°C):	25	NPSH requerido (m): 6.0
Altitud (msnm):	Maximo 1000 msnm	Consumo de aire (scfm): -
Caudal (lps):	10.0	Presión de aire (psi): -
A.D.T. (mca):	117.0	Stroke por minuto (spm): -
NPSH disponible (m):	-	
DATOS BOMBA		MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Procedencia:	Francia	Carcasa: Acero inoxidable AISI 304
Montaje:	Vertical	Impulsor: Acero inoxidable AISI 304
Configuración de la bomba:	Monoblock	Eje de bomba: Acero inoxidable AISI 316L
Diámetro de succión:	DN50	Bocina: Carburo de tungsteno
Diámetro de descarga:	DN50	Estator: -
Tipo de conexión:	Brida redonda	Rotor: -
Velocidad (rpm):	3.500	Cámara de bombeo: -
		Diafragma(s): -
SELLO DE LA BOMBA		Cabezal: -
Tipo de sello:	Mecánico	Engranajes: -
Marca:	Burgmann o similar	Rodillos: -
Configuración:	Cartucho	Mangueras: -
Materiales:	Carbón / Carburo de silicio / EPDM	Asientos: -
		Válvulas: -
ACCIONAMIENTO		SISTEMA DE TRANSMISIÓN
Tipo:	Motor eléctrico	Tipo: -
Marca:	WEG	Marca: -
Modelo:	Alta eficiencia	Modelo: -
Potencia nominal (Hp):	25	
Velocidad nominal (rpm):	3,530	BASE ESTRUCTURAL
Tipo de montaje:	Vertical	Modelo: -
Aislamiento:	F	Material: -
Frame:	160M	Guardacople: -
Voltaje:	220/380/440 V	
Fases:	3 (trifásico)	
Frecuencia (Hz):	60	
OBSERVACIONES		
Embalaje caja de madera <input checked="" type="checkbox"/> SI		
NOTA: NO INCLUYE PRUEBAS DE LABORATORIO, NI CERTIFICADO DE PRUEBAS(CURVA CERTIFICADA). DE REQUERIR ALGUNO DE ESTOS SERVICIOS, CLIENTE LO DEBE SOLICITAR.		

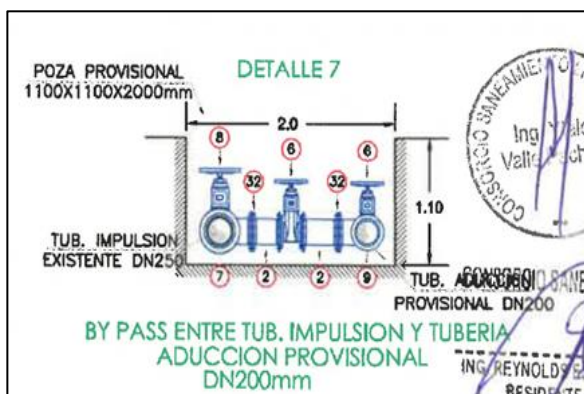
Anexo N°10. Hoja técnica de la empresa Hidrostral indicando los detalles técnicos de la electrobomba de 30 HP seleccionada para puesta en obra.

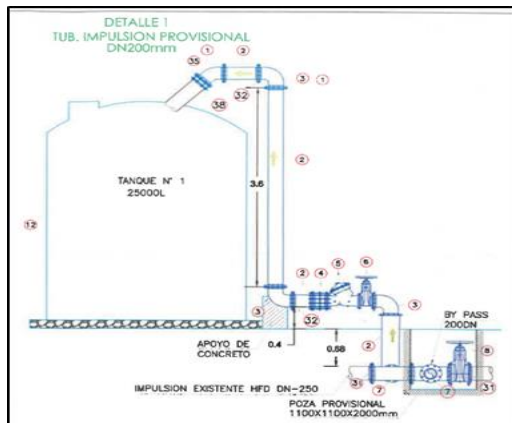
		DESCRIPCIÓN No. HR15
OFERTA No. VSL-064-19 ITEM No. 1		
BOMBA IMPORTADA TABLA TÉCNICA		
MARCA	SALMSON	TIPO / BOMBA MULTIETÁPICA VERTICAL
MODELO DE EQUIPO	ELECTROBOMBA NEXIS-V5204/2-OGE/K/60-30HP	
CÓDIGO	HB55M0263	
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE		CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA BOMBA
Líquido a bombear:	Agua limpia	Caudal (lps): 20.0
Viscosidad:	1	A.D.T. (mca): 78.0
Temperatura fluido (°C):	20	Eficiencia (%): 75.0
Gravedad específica:	1	Potencia absorbida (Hp): 27.7
Porcentaje de sólidos (%):	-	Potencia absorbida máxima (Hp): 28.8
Nivel de pH:	7	Velocidad de operación (rpm): 3,500
Temperatura ambiente (°C):	25	NPSH requerido (m): 5.0
Altitud (msnm):	Maximo 1000 msnm	Consumo de aire (scfm): -
Caudal (lps):	20.0	Presión de aire (psi): -
A.D.T. (mca):	72.0	Stroke por minuto (spm): -
NPSH disponible (m):	-	
DATOS BOMBA		MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Procedencia:	Francia	Carcasa:
Montaje:	Vertical	Impulsor:
Configuración de la bomba:	Monoblock	Eje de bomba:
Diámetro de succión:	DN80	Bocina:
Diámetro de descarga:	DN80	Estator:
Tipo de conexión:	Brida redonda	Rotor:
Velocidad (rpm):	3,500	Cámara de bombeo:
		Diafragma(s):
		Cabezal:
		Engranajes:
		Rodillos:
		Mangueras:
		Asientos:
		Válvulas:
SELLO DE LA BOMBA		SISTEMA DE TRANSMISIÓN
Tipo de sello:	Mecánico	Tipo:
Marca:	Burgmann o similar	Marca:
Configuración:	Cartucho	Modelo:
Materiales:	Carbón / Carburo de silicio / EPDM	
ACCIONAMIENTO		BASE ESTRUCTURAL
Tipo:	Motor eléctrico	Modelo:
Marca:	WEG	Material:
Modelo:	Alta eficiencia	Guardacople:
Potencia nominal (Hp):	30	
Velocidad nominal (rpm):	3,535	
Tipo de montaje:	Vertical	
Aislamiento:	F	
Frame:	160L	
Voltaje:	220/380/440 V	
Fases:	3 (trifásico)	
Frecuencia (Hz):	60	
OBSERVACIONES		
Embalaje caja de madera <input checked="" type="checkbox"/> SI		
NOTA: NO INCLUYE PRUEBAS DE LABORATORIO, NI CERTIFICADO DE PRUEBAS(CURVA CERTIFICADA). DE REQUERIR ALGUNO DE ESTOS SERVICIOS, CLIENTE LO DEBE SOLICITAR.		

Anexo N°11. Panel fotográfico: Proceso constructivo del Sistema de Abastecimiento Provisional



Fotografía N° 01 02, 03 y 04: Se aprecia el proceso de instalación de los tanques de 25 m3, árbol hidráulico, electrobombas y By Pass, para el sistema de abastecimiento provisional del Reservorio Collique R-6, el cual va a bombear agua potable hacia los reservorios Collique R-7 y Collique R-8.





Fotografía N° 07, 08, 09 y 10: Se aprecia el proceso de instalación del By Pass entre la tubería de Impulsión que viene del Reservorio Collique R-5 hacia la Tubería de Aducción del Reservorio Collique R-6 y la derivación hacia los dos tanques provisionales de 25 m³ cada uno.



Fotografía N° 11, 12 y 13: Se aprecia el proceso de instalación del árbol hidráulico hacia la Línea de Impulsión Existente DN 80 mm que bombea agua hacia el Reservorio Collique R-8 utilizando el Sistema de Abastecimiento Provisional del Reservorio Collique R-6.



Fotografía N° 14, 15 y 16: Se aprecia el proceso de instalación del árbol hidráulico hacia la línea de impulsión existente DN 200 mm que bombea agua hacia el Reservorio Collique R-7 utilizando el Sistema de Abastecimiento Provisional del Reservorio Collique R-6.



Fotografía N° 17, 18 y 19: Se aprecia que el Sistema de Abastecimiento Provisional del Reservorio Collique R-6 está instalado y en funcionamiento, el cual bombea agua hacia el Reservorio Collique R-7 mediante el empalme de la línea de impulsión existente DN 200 mm y hacia el Reservorio Collique R-8 mediante el empalme de la línea de impulsión existente DN 80 mm utilizando el Sistema de Abastecimiento Provisional del Reservorio Collique R-6. El personal de la Supervisión estuvo en todo momento acompañando la ejecución de los trabajos antes mencionados.



Fotografía N° 20 y 21: Se aprecia al personal técnico capacitado para el funcionamiento y operatividad del sistema provisional. Asimismo, el personal de seguridad está presente desde el primer día que comenzaron los trabajos para la implementación del sistema de abastecimiento provisional del reservorio R-23 Collique R-6.





Fotografía N° 22, 23 y 24: Se aprecia el Sistema de Abastecimiento Provisional del Reservorio Collique R-6 en funcionamiento, durante los trabajos de desmontaje del árbol hidráulico existente de la CR-97, demolición de reservorio y construcción del nuevo reservorio y caseta.