

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS

REDISEÑO DEL SISTEMA DE CUBICACIÓN CERTIFICADO CON CAPACIDAD DE 15000 GAL/HORAS PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS TANQUES PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Autor:

Bach. Gonzales Atencio Jose Jonathan

Orcid: https://orcid.org/0000-0001-7543-408X

Asesor:

Mg. Vives Garnique Juan Carlos

Orcid: https://orcid.org/0000-0003-0988-9881

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú 2022

REDISEÑO DEL SISTEMA DE CUBICACIÓN CERTIFICADO CON CAPACIDAD DE 15000 GAL/HORAS PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS TANQUES

Aprobación o	del Jurado
Mg. Vives Garnio Ases	
- M. D. i. G	
Mg. Rojas Corone Presidente del J	
Mg. Alvarado Silva Carlos Alexis	Mg. Vives Garnique Juan Carlos
Secretario del Jurado de tesis	Vocal del Jurado de tesis

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primordialmente a DIOS por guiarme y darme la sabiduría necesaria y enfrentar todo tipo de obstáculos que sobrellevé. A mis PADRES por su bondad infinita y el apoyo incondicional que me brindaron a cada momento de este camino profesional. A mis HERMANOS y toda mi familia en general que estuvo en las buenas y en las malas.

A todos ellos se los debo y por el esfuerzo que tengo de superarme cada día, deseo lograr grandes cosas en esta nueva vida profesional.

Gonzales Atencio Jose Jonathan

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

A mis padres por haberme dado la vida y por llenar el transcurso de mis días con amor, esperanza y bondad.

A mis hermanos por ser mi apoyo en estos últimos años hacia mi carrera profesional.

A mi compañera de vida por su paciencia, comprensión y darme el coraje por seguir adelante.

Agradecer a mi asesor, el Mg., por toda la colaboración brindada durante la elaboración de esta tesis. También hacer mención al Mg. Por su tiempo, dedicación e incondicional y desinteresado apoyo.

Agradezco a todos los profesionales de la empresa que me ayudaron y contribuyeron a este proyecto.

Gonzales Atencio Jose Jonathan

REDISEÑO DEL SISTEMA DE CUBICACIÓN CERTIFICADO CON CAPACIDAD DE 15000 GAL/HORA PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS TANQUES.

REDESIGN OF THE CERTIFIED CUBICATION SYSTEM WITH A CAPACITY OF 15,000 GAL/HOUR TO OPTIMIZE THE INSPECTION TIME OF TANK VEHICLES.

Gonzales Atencio, Jose Jonathan¹.

RESUMEN

La empresa S & H Ingenieros S.R.L., se encuentra ubicada en Predio Los Arenales Sub Lote B-1C en el distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque. Ellos cuentan con un problema asociado a la demora del trabajo de inspección de vehículos tanques. A través de medidores volumétricos calibrados de 500 galones, se llena el vehículo tanque mediante caída de agua por gravedad, una vez completada la capacidad del vehículo, el agua empleada para el proceso de cubicación es devuelta a un tanque de almacenamiento que posee una capacidad de 12 100 galones con la ayuda de bombas centrifugas, las mismas que son empleadas para llenar los medidores. Este proceso es para un vehículo tanque con capacidad de 15 000 galones suele tardar hasta 4 horas. Con la intención de optimizar este tiempo, se plantea un rediseño centrado en mejorar una de las tres líneas de llenado y descarga, específicamente la línea auxiliar que trabaja con una bomba centrífuga de 3HP, los cálculos arrojaron una diminución de pérdidas en esta línea de 22.72m a 5.33m. Y para tener un mejor control de llenado de los medidores y el tanque, además de optimizar la mano de obra, se implementó un sistema eléctrico de electroniveles. La inversión total fue de S/10,000, el cual es totalmente accesible para la empresa, además de que el TIR hallado fue de 38%, valor bastante favorable que indica que la inversión puede ser recuperada en el mismo año. Por último, se implementó un plan de mantenimiento centrado en las bombas que tiene como finalidad incrementar la vida útil de estas máquinas.

Palabras Clave: Medidor, bomba centrífuga, tanque, optimización, tiempo.

¹ Adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email gatenciojose@crece.uss.edu.pe y registro ORCID https://orcid.org/0000-0001-7543-408X

ABSTRACT

The company S & H Ingenieros S.R.L., is located in Predio Los Arenales Sub Lote B-1C in the district of Pimentel, province of Chiclayo and department of Lambayeque. They have a problem associated with the delay of the tank vehicle inspection work. Through calibrated volumetric meters of 500 gallons, the tank vehicle is filled by falling water by gravity, once the capacity of the vehicle is completed, the water used for the cubing process is returned to a storage tank that has a capacity of 12 100 gallons with the help of centrifugal pumps, the same ones that are used to fill the meters. This process for a 15,000 gallons tank vehicle typically takes up to 4 hours. With the intention of optimizing this time, a redesign is proposed focused on improving one of the three filling and discharge lines, specifically the auxiliary line that works with a 3HP centrifugal pump, the calculations showed a reduction of losses in this line of 22.72ma 5.33m. And to have a better control of the filling of the gauges and the tank, in addition to optimizing the workforce, an electrical system of electronic levels was implemented. The total investment was S / 10,000, which is fully accessible to the company, in addition to the fact that the IRR found was 38%, a fairly favorable value that indicates that the investment can be recovered in the same year. Finally, a maintenance plan focused on the pumps was implemented with the aim of increasing the useful life of these machines.

Keywords: Meter, centrifugal pump, tank, optimization, time.

ÍNDICE

I. INT	RODUCCIÓN	14
1.1.	Realidad Problemática	14
1.1.1.	Problemática internacional	14
1.1.2.	Problemática nacional	14
1.1.3.	Problemática local	15
1.2.	Antecedentes de estudio	16
1.2.1.	Internacional	16
1.2.2.	Nacional	17
1.2.3.	Local	18
1.3.	Teorías relacionadas al tema	18
1.3.1.	Hidráulica	18
1.3.2.	Sistema hidráulico	19
1.3.3.	Elementos de un sistema hidráulico	19
1.3.4.	Tuberías hidráulicas	20
1.3.5.	Bomba hidráulica	20
1.3.6.	Tipos de bombas hidráulicas	21
1.3.7.	Bomba de agua centrifuga	21
1.3.8.	Partes de una bomba centrífuga	21
1.3.9.	Principio de funcionamiento de un sistema de bombeo	22
1.3.10.	Diseño y cálculo de un sistema de bombeo	22
1.2.1.1.	Volumen de una cisterna	22
1.2.1.2.	Cálculo de caudal	23
1.2.1.3.	Velocidad del agua que transita por una tubería	23
1.2.1.4.	Pérdidas en tuberías	24
1.2.1.5.	Altura geométrica total	24

1.2.1.6.	Carga neta de aspiración (NPSH)	25
1.2.1.7.	Rendimiento volumétrico	25
1.3.11.	Cavitación y golpe de ariete en una bomba	25
1.3.12.	Vehículos tanques	27
1.3.13.	Definición de términos	27
1.3.14.	Normativa vigente	28
1.4.	Formulación del problema	28
1.5.	Justificación e importancia del estudio	29
1.5.1.	Justificación ambiental	29
1.5.2.	Justificación económica	29
1.5.3.	Justificación social	29
1.5.4.	Justificación técnica	29
1.6.	Hipótesis	29
1.7.	Objetivos	29
1.7.1.	Objetivo general	29
1.7.2.	Objetivos específicos	30
II. MA	TERIALES Y MÉTODO	31
2.1.	Tipo y Diseño de Investigación	31
2.2.	Población y muestra	31
2.3.	Variables y operacionalización	31
2.3.1.	Variable Independiente	31
2.3.2.	Variable Dependiente	31
2.3.3.	Operacionalización de Variables	33
2.4.	Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	34
2.4.1.	Abordaje metodológico	34
2.4.1.1.	Analítico	34

2.4.1.2.	Deductivo34
2.4.1.3.	Inductivo34
2.4.2.	Técnicas e instrumentos
2.4.3.	Procedimientos para la recolección de datos
2.5.	Procedimiento de análisis de datos
2.6.	Criterios éticos
2.7.	Criterios de rigor científico
III. RE	SULTADOS38
3.1. agua	Proposición del nuevo sistema de transmisión de potencia para el bombeo de
3.1.1.	Sistema actual de bombeo
3.1.2.	Materiales del sistema actual de bombeo44
3.1.3.	Nuevo sistema de bombeo
3.1.4.	Materiales del nuevo sistema de bombeo
3.2. de inspe	Disminuir gastos en el proceso de suministro y descarga de agua en el organismo cción de S&H Ingenieros S.R.L
3.3.	Optimizar el tiempo de proceso de llenado y descarga de agua del organismo de
inspecci	ón de vehículos tanques de la empresa S&H Ingenieros S.R.L
3.3.1.	Parámetros del sistema actual de bombeo
3.3.2.	Parámetros del nuevo sistema de bombeo65
3.3.3.	Mejora del recurso humano74
3.4.	Realizar los ensayos realizados durante la verificación
3.5.	Evaluar los costos del nuevo diseño y elaboración de plan de mantenimiento. 96
3.5.1.	Inversión96
3.5.2.	VAN y TIR97
3.5.3.	Plan de mantenimiento98

3.5. Discusión de resultados	99
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
4.1. Conclusiones	100
4.2. Recomendaciones	101
5. REFERENCIAS	102
ANEXOS	104
ÍNDICE DE FIGURAS	
Figura 1: Fundamentos de una prensa hidráulica	19
Figura 2: Elementos de un sistema de bombeo	20
Figura 3: Tubería PVC	20
Figura 4: Bomba hidráulica y sus partes	22
Figura 5: Cavitación	26
Figura 6: Golpe de ariete	27
Figura 7: Vehículo cisterna	27
Figura 8: Placa de bomba centrífuga de 5 HP	38
Figura 9: Placa de bomba centrífuga de 3 HP	39
Figura 10: Placa de bomba auxiliar centrífuga 3 HP	39
Figura 11: Circuito de bombeo del actual sistema de cubicación	40
Figura 12: Circuitos de bombas centrífugas	41
Figura 13: Llenado del tanque de almacenamiento	42
Figura 14: Llenado del medidores y salidas hacia el vehículo tanque	43
Figura 15: Nuevo sistema de bombeo	46
Figura 16: Instalación de bombas del nuevo sistema de bombeo	46
Figura 17: Instalación de calibradores del nuevo sistema de bombeo	47
Figura 18: Circuito de llenado de medidores – Línea Auxiliar Bomba 3 HP	52

Figura 19: Circuito de llenado de medidores – Línea de la Bomba 5.5 HP 57
Figura 20: Circuito de llenado de medidores – Línea de la Bomba 3 HP 60
Figura 21: Circuito de llenado de tanque-Línea auxiliar de la Bomba 3 HP 63
Figura 22: Circuito de llenado de tanque- Línea de la Bomba 3 HP
Figura 23: Circuito de llenado de medidores – Línea nueva auxiliar bomba 3 HP 67
Figura 24: Circuito de llenado de un medidor de 500 gal – Línea nueva de la Bomba 5.5 HP.
Figura 25: Circuito de llenado de un medidor de 500 gal – Línea nueva de la Bomba 3 HP
Figura 26: Circuito de llenado de tanque – Línea auxiliar nueva de la Bomba 3 HP 72
Figura 27: Circuito de llenado de tanque – Línea nueva auxiliar de la Bomba 3 HP 73
Figura 28: Conexión eléctrica de una bomba centrífuga con electroniveles
ÍNDICE DE DIAGRAMAS
Diagrama 1: Caja Negra para variables
Diagrama 2: Procedimiento para la recolección de datos
Diagrama 3: Procedimiento para el análisis de datos
Diagrama 4: Organigrama de la empresa75
ÍNDICE DE TABLAS
Tabla 1: Operacionalización de variables33
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Tabla 3: Materiales y accesorios del actual sistema de bombeo
Tabla 4: Materiales y accesorios del actual sistema de bombeo
Tabla 34: Tabla comparativa de pérdidas de potencia de la línea actual con la línea nueva

Tabla 5: Pérdidas primarias en la línea auxiliar de 3''	55
Tabla 6: Parámetros de la tubería de 2'' (línea auxiliar)	55
Tabla 7: Pérdidas primarias en la línea auxiliar de 2''	55
Tabla 8: Pérdidas secundarias en la línea auxiliar de 3''	56
Tabla 9: Pérdidas secundarias en la línea auxiliar de 2''	56
Tabla 10: Pérdidas primarias en la línea de la Bomba de 5.5 HP	59
Tabla 11: Pérdidas secundarias en la línea de la bomba de 5.5 HP	59
Tabla 12: Pérdidas primarias en la línea de 3'' de la bomba de 3 HP	62
Tabla 13: Pérdidas secundarias en la línea de 3'' de la bomba de 3 HP	62
Tabla 14: Parámetros de la tubería de 3'' - Bomba 3 HP (auxiliar)	63
Tabla 15: Pérdidas primarias en la línea auxiliar de 3'' – Bomba 3 HP	64
Tabla 16: Pérdidas secundarias en la línea auxiliar de 3'' – Bomba 3 HP	64
Tabla 17: Parámetros de la tubería de 3'' para llenado de tanque - Bomba 3 HP	65
Tabla 18: Pérdidas primarias en la línea de 3'' para el llenado de tanque – Bom	ıba 3 HP
	65
Tabla 19: Pérdidas secundarias en la línea de 3'' para el llenado – Bomba 3 HP	65
Tabla 20: Pérdidas primarias en la línea nueva auxiliar de 3''	68
Tabla 21: Pérdidas secundarias en la nueva línea auxiliar de 3''	68
Tabla 22: Parámetros de la nueva línea de 3'' - Bomba centrífuga 5.5 HP	69
Tabla 23: Pérdidas primarias en la nueva línea de la Bomba Centrífuga de 5.5 HF	° 69
Tabla 24: Pérdidas secundarias en la línea de la bomba de 5.5 HP	70
Tabla 25: Parámetros de la nueva línea de 3'' - Bomba centrífuga 5.5 HP	70
Tabla 26: Pérdidas primarias en la nueva línea de 3''de la bomba de 3 HP	71
Tabla 27: Pérdidas secundarias en la nueva línea de 3'' de la bomba de 3 HP	71
Tabla 28: Parámetros de la nueva tubería de 3'' - Bomba 3 HP (auxiliar)	72
Tabla 29: Pérdidas primarias en la nueva línea auxiliar de 3'' – Bomba 3 HP	72

Tabla 30: Pérdidas secundarias en la nueva línea auxiliar de 3'' – Bomba 3 HP	73
Tabla 31: Parámetros de la nueva tubería de 3'' para llenado de tanque - Bomba 3 H	P. 73
Tabla 32: Pérdidas primarias en la nueva línea de 3'' para el llenado de tanque – Bon HP	
Tabla 33: Pérdidas secundarias en la nueva línea de 3'' para el llenado – Bomba 3 H.	P. 74
Tabla 35: Cuadro comparativo del sistema antes y después del rediseño	95
Tabla 36: Precios unitarios de los elementos a implementar	96
Tabla 37: VAN y TIR del nuevo sistema de bombeo	97
Tabla 38: Esquema del plan de mantenimiento	98

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Problemática internacional

A nivel internacional, ya sea industrial o residencial, el abastecimiento de agua es ineficiente, los reservorios de agua no suministran el caudal requerido y esto es debido en su mayoría de casos a una presión inadecuada. En los últimos años se ha optado por la optimización de operaciones hidráulicas con la finalidad de satisfacer las distintas demandas de uso (Zegarra Pino, 2019).

A nivel mundial, es necesario la implementación de nuevas tecnologías para el tratamiento y manejo de agua, esto con la intención de poder abastecer un reservorio de almacenamiento y distribuir eficazmente el fluido mediante redes que cuente con la presión idónea y el caudal requerido (Zegarra Pino, 2019).

Países como Canadá, Estados Unidos y otros de Europa, están realizando proyectos asociados al diseño y ejecución de sistemas de bombeo estacionarios con control automatizado. El empleo de estas tecnologías permite que exista una mejor eficiencia, confiabilidad y disponibilidad de los sistemas de bombeo. El avance tecnológico actual logra disminuir las pérdidas en los procesos productivos industriales (Alvarado Quiliche, 2018).

1.1.2. Problemática nacional

En Tarapoto, empresas como Construcción y Administración SA, presentan problemas en los trabajos de riegos de carreteras en donde emplean camionetas cisternas, debido a que estos vehículos no cuentan con una motobomba adecuada para los procesos de succión y llenado de agua. Esta ineficiencia del sistema de potencia genera que se utilice mangueras y recurso humano, aumentando así costos de operación (Grández Noriega, 2018).

En ciudades de Lima como Puente Piedra, sus tanques de almacenamiento son llenados mediante gravedad y sistemas de bombeo. Este último requiere de un pago mensual por consumo de energía eléctrica y con el fin de lograr un ahorro y por su modelo de operación básica y deficiente, las horas de bombeo para el almacenamiento son limitadas generando que los reservorios no lleguen a su nivel máximo de llenado (Zegarra Pino, 2019).

El sector minero peruano, en los trabajos de extracción de mineral, emplea mucha agua, la cual al finalizar los procesos se convierte en aguas residuales. La Minera Aurífera Retamas ubicada en la ciudad de Trujillo tiene un problema latente asociado al colapso del sistema de bombeo de aguas residuales como producto del incremento de caudal por el

aumento de actividades mineras que afecta la baja capacidad de bombeo (Alvarado Quiliche, 2018).

De manera general en el Perú, los sectores productivos como la minería, agroindustria, petróleo, textil, entre otros, cuentan con sistemas de bombeo cada vez más eficientes, llegando a utilizan en ciertos casos, tecnología de punta para el control y manejo de todo tipo de agua (Alvarado Quiliche, 2018).

1.1.3. Problemática local

A nivel local, se ha detectado que existe un alto porcentaje de gasto adicional por consumo de energía eléctrica debido al mal control y deficiente uso del bombeo de agua. La falta de monitoreo ocasiona que se encienda un sistema hidráulico en tiempo no debidos y por periodos largos (Rios Llúncor & Carranza Díaz Yover, 2018).

La empresa S & H Ingenieros S.R.L., se encuentra ubicada en Predio Los Arenales Sub Lote B-1C en el distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque. Ellos cuentan con un problema asociado a la demora del trabajo de inspección de vehículos tanques. A través de medidores volumétricos calibrados de 500 galones, se llena el vehículo tanque mediante caída de agua por gravedad, una vez completada la capacidad del vehículo, el agua empleada para el proceso de cubicación es devuelta a un tanque de almacenamiento que posee una capacidad de 12 100 galones con la ayuda de bombas centrifugas, las mismas que son empleadas para llenar los medidores. Este proceso para un vehículo tanque con capacidad de 15 000 galones suele tardar hasta 4 horas.

Es así que durante enero a junio del 2021 se realizaron 286 reportes (anexo 15) de los cuales se tomó uno de manera aleatoria y que se ha colocado en el anexo 14 el cual se realizó la evaluación el 19 de junio del 2021 a un vehículo cisterna con placa TDY – 979 de marca Tras SA, vehículo de 3 ejes y de un compartimiento de una capacidad del tanque cisterna de 41 639,5 litros o de 11 000 galones, este cumple con todos los requisitos de construcción del tanque según la normas NMP 023 y donde tiene un recuperador de vapor, a su vez también cumple con los requisitos del dispositivo de descarga y de los dispositivos de indicación de nivel, este vehículo ingreso a las 06 horas 02 minutos y salió a las 09 horas 40 minutos, teniendo un promedio de tiempo de 03:38 horas.

Es así según los reportes en campo me indican que el tiempo que tardan en realizar el proceso de llenado de 15 000 galones demoras alrededor de 4 horas, donde los consumos eléctricos son elevados y el trabajo de personal mayor, pudiendo mejorar y optimizando recursos para mejorar los rendimientos de la empresa.

1.2. Antecedentes de estudio

1.2.1. Internacional

(Dong & Sun, 2018) Hicieron un modelo mejorado de un sistema de bombeo con varilla de bombeo y la optimización de sus parámetros. Teniendo en cuenta el impacto del flujo de fluido en la bomba, se presentó un modelo SRPS con un nuevo modelo de límites, que fue un modelo acoplado fluido-sólido con las interacciones entre superficies transmisión, vibración longitudinal de la sarta de varillas, movimiento del émbolo y flujo de fluido. Se adoptó un algoritmo uniforme en lugar del algoritmo de iteración mixta para los submodelos de vibración de la sarta de varillas de fondo de pozo y transmisión de superficie. La comparación de respuesta dinámica se ejecutó entre el modelo mejorado y el modelo actual, y los resultados mostraron un error de cálculo en la carga de la bomba y en la plenitud de la bomba debido que el progreso del flujo de fluido en la bomba (PFFP) se ignoró. Después de la optimización, se mejoró el llenado de la bomba en un 25,2%, se extendió la vida útil y la tasa de ahorro de energía llegó a un 12,9%.

(Vishnu Kalaiselvan, Subramaniam, Shanmugam, & Hanigovszki, 2016) Realizaron una revisión completa de las iniciativas de mejora de la eficiencia energética en sistema de bombeo centrífugo. Teniendo como foco de investigación el alto consumo energético de una bomba de agua, plantearon un proyecto asociado a la selección de componentes, técnicas de control y dimensionamiento de un sistema óptimo de bombeo. Los resultados arrojaron que la mejor opción para tener un control general de la bomba y su utilización es por medio de variadores de velocidad, ya que estos permiten ahorrar entre el 30% y 50% de la energía con un diseño de conexiones eficiente con relación a los componentes y sistemas de bombeo.

(Al-Weali, y otros, 2016) Ejecutaron el diseño y evaluación de un sistema óptimo de bombeo solar de agua para zonas rurales. Con la intensión de encontrar una solución a la problemática sobre la falta de energía eléctrica para zonas de agricultura, proyectaron un sistema óptimo de bombeo de agua mediante el empleo de energía fotovoltaica, a través de cálculos en ingeniería detallaron la eficiencia energética del sistema, y mediante cálculos financieros demostraron la rentabilidad del proyecto. Los cálculos arrojaron una potencia de 450 W como potencia mínima para la operación de una bomba centrífuga y para una bomba que trabaja en el campo la potencia mínima hallada fue de 950 W. El COE óptimo encontrado para el sistema de bombeo con energía fotovoltaica fue de US \$ 0,4743/kWh.

1.2.2. Nacional

(Zegarra Pino, 2019) Llevo a cabo una investigación asociada a modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito de Puente Piedra, Provincia de Lima. Tras notar la realidad sobre el desabastecimiento de agua potable en la zona, se planteó una solución basada en datos asociados a la demanda, sistema de operación, tipos, componentes, clasificación y en el Reglamento Nacional de Edificaciones en Obras de Saneamiento. Los resultados arrojaron un caudal máximo de 38.53 l/s dividido en 2 periodos, de 5 am a 7 pm un caudal de 18.53 l/s empleando una bomba de 20 HP y de 7 pm a 5 pm un caudal de 20 l/s con una potencia de 22 HP. El modelo de operación seleccionado fue un modelo de operación mixto que permitió abastecer agua las 24 horas del día.

(Grández Noriega, 2018) Realizó una investigación basada en un sistema de bombeo de agua para mejorar el proceso de succión y riego de los vehículos cisternas de la empresa Construcción y Administración SA – Bagua 2018 en Moyobamba, Perú. El proyecto se basó en el diseño de sistema de abastecimiento de agua empleando bomba ariete y en el estudio de la fuente para dicho sistema. A través del método de aforo y estudio de calidad de agua para el consumo, se llevaron a cabo cálculos de mecánica de fluidos en donde se halló diferentes caudales (litros/minuto) según el diámetro y longitud de la tubería de alimentación y de la tubería de elevación. Los datos arrojaron un caudal de alimentación máximo de 31.2 l/min en una tubería de 3" y 1.871 l/m para el caudal de elevación en una tubería de 4" (para una altura de 9.87 m), mientras que para el depósito de alimentación se asignó las medidas de 60x60x70 cm. La investigación concluyó que el caudal obtenido cumple con la demanda de agua de la población.

(Alvarado Quiliche, 2018) Diseñó un sistema de bombeo estacionario automático para evacuación de 72 litros por segundo de aguas subterráneas en la Minera Aurífera Retamas en Trujillo, Perú. El incremento de actividades mineras provoco que el sistema de bombeo que evacúa las aguas residuales colapse, frente a esto se planteó un sistema de 72 l/s ubicado en el centro de la mina. Frente al nuevo caudal dimensionado se seleccionó dos electrobombas horizontales de 500 HP en 4.16 kV, dos variadores de frecuencia en media tensión, una celda de llegada de 10 kV con interruptor y una celda de salida de 4.16 kV de 3 interruptores y un sistema automatizado para la operación. El proyecto arrojo una inversión capaz de ser recuperada al quinto mes de operaciones con un TIR mayor al 251%.

1.2.3. Local

(Medina Ilatoma, 2018) Ejecutó el diseño de un sistema de bombeo automatizado para mejorar el suministro de agua en el Hospital Regional de Lambayeque. Durante visitas al hospital se corroboró la falta de abastecimiento de agua en periodos cortos y para la solución de esta situación problemática se planteó el diseño de un sistema de bombeo automatizado de agua de pozo tubular. Primero se dimensionó las características físicas de la perforación del pozo tubular, datos como una profundidad de perforación de 110 m, un diámetro de perforación de 20 pulg (0 a 10 m) y de 18 pulg (10 a 110 m), diámetro del encamisado de 12 pulg (0 a 110 m), longitud total del filtro 96 (diám 12 pulg x 1/4 pulg) y la longitud de la tubería ciega de 82 m (diám 12 pulg x 6 mmLAC), segundo, se encontró el cual de bombeo (20 litros/s), la altura dinámica (68 m), la potencia del motor 31.25 HP, longitud de columna (50 m) y el nivel del piso terminado (41.61 msnm) y por último se halló la velocidad en la tubería de 4 pulg, la cual fue de 2.19 m/s, las pérdidas primarias (14.15 m) y las pérdidas secundarias (2.55 m), con los valores hallados se seleccionó una nueva electrobomba de 30 HP autosumergible. El sistema de automatización estuvo compuesto por un sensor mecánico de electronivel, un relé de control de nivel, un variador de velocidad, un guardamotor y un relé térmico de 28 a 40 A. El proyecto requirió de una inversión total de 119,540.80 soles y arrojo un TIR del 12%.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Hidráulica

La hidráulica es una rama de la Mecánica que estudia el movimiento y equilibrio de los fluidos con relación a los problemas que se presentan naturalmente como riesgos, saneamientos, abastecimientos, conducciones, etc. La hidráulica estudia los líquidos como si fueran fluidos óptimos y eso permite la aplicación de las leyes de la Mecánica, entonces, la hidráulica se convierte en una ciencia semiempírica y aplicada. Existen dos divisiones de estudio dentro de la hidráulica, está la hidrostática que estudia las condiciones de equilibrio de los fluidos, también conocida como estática de fluidos, y la hidrodinámica, encargada de analizar el movimiento de estos líquidos (Quirion, 2002).

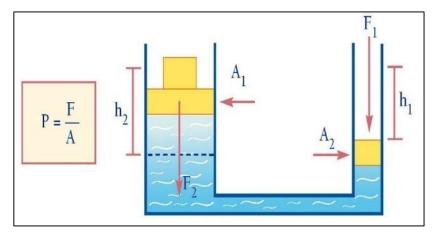


Figura 1: Fundamentos de una prensa hidráulica

Fuente: Youphysics, 2017

1.3.2. Sistema hidráulico

El circuito hidráulico es un sistema cerrado que transporta líquido. Es un sistema en el cual todos sus elementos y componentes están interconectados generalmente por tuberías y separadas por las mismas. La finalidad de estos sistemas es controlar la presión del fluido o su flujo (Ingemecanica, 2019).

1.3.3. Elementos de un sistema hidráulico

Un circuito hidráulico está formado principalmente por los siguientes equipos y accesorios (Quirion, 2002):

- Depósito: Encargado de almacenar y contener el fluido.
- Bomba: Impulsa el fluido con la finalidad de hacerlo transitar a través del circuito.
- Válvulas direccionales: Son accesorios que brinda la opción de controlar manualmente el flujo y recorrido del líquido.

- Filtros: Accesorios que limpian o purifican el fluido para evitar daños a los mismos equipos del sistema o al usuario.

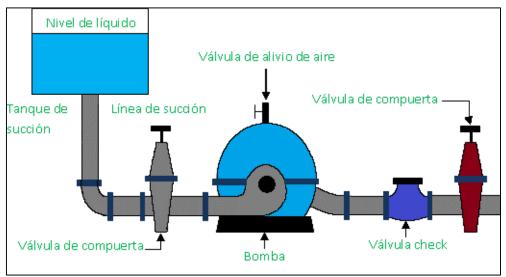


Figura 2: Elementos de un sistema de bombeo

Fuente: Calameo, 2017

1.3.4. Tuberías hidráulicas

Son conductos que tiene la función de transportar agua u otros líquidos. Para su fabricación se emplea diversos materiales como acero inoxidable, fierro negro, PVC, sus dimensiones principales son el diámetro interior, su espesor y su longitud, las cuales dependen de los requerimientos del sistema (González Monroy, 2015).



Figura 3: Tubería PVC
Fuente: Tubinox, 2017

1.3.5. Bomba hidráulica

Son equipos que transmiten la energía que generan a través de un motor a un fluido incomprensible, con la finalidad de llevar a cabo desplazamientos de su masa. Las bombas hidráulicas tienen un principio de funcionamiento basado en la teoría de Bernoulli, la cual

relaciona de manera directa la energía de un fluido con su altura piezométrica y velocidad (SONDAGUA, 2017).

1.3.6. Tipos de bombas hidráulicas

Las bombas hidráulicas pueden dividirse en (Ecured.cu, 2020):

- Bombas centrífugas: En este tipo de Turbomáquina hidráulicas el movimiento del líquido sigue un recorrido perpendicular al eje del rodete de impulsión.
- Bombas axiales: El fluido transita por los espacios de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro.
- Bombas helicocentrífugas: La trayectoria del líquido se da en diferente dirección a comparación de las bombas axiales o centrífugas.

1.3.7. Bomba de agua centrifuga

Es una máquina rotodinámica que tiene como función convertir la energía mecánica en velocidad y posteriormente a eso, en presión. Es la Turbomáquina más utilizada en la actualidad para proveer agua a presión en cualquier sistema industria o residencial. Una bomba de agua centrífuga también se le puede denominar como generadora (Fluideco, 2017).

1.3.8. Partes de una bomba centrífuga

Los elementos de una bomba centrífuga son los siguientes (Fluideco, 2017):

- Motor eléctrico: Dependiendo de la potencia del sistema, un motor eléctrico se encarga de inyectar la energía mecánica a la máquina.
- Eje: Es un elemento generalmente de acero que conecta el sistema mecánico con el rodete de propulsión.
- Rodete. Constituido por álabes, es un elemento que gira en su propio eje y se encarga de aumentar la velocidad y la presión del fluido circundante.
 - Boca de aspiración: Espacio por donde ingresa el fluido de manera directa.

Boca de impulsión: Espacio donde sale el fluido con una presión y velocidad elevada.

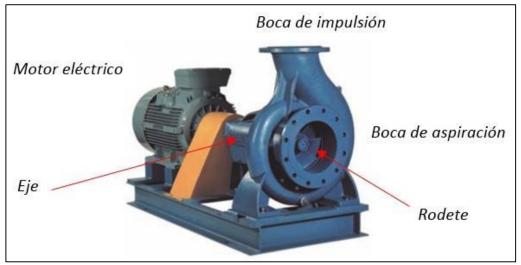


Figura 4: Bomba hidráulica y sus partes

Fuente: iagua.es, 2018

1.3.9. Principio de funcionamiento de un sistema de bombeo

El agua está almacenada en un tanque o piscina y a través de tuberías conectadas a la boca de aspiración de una bomba centrífuga, dicho fluido es succionado y transita por el rodete de la turbomáquina, el cual aumenta considerablemente su velocidad y presión. El fluido sale disparado por el área de impulsión y recorre nuevamente por tuberías en donde hay presencia de distintas válvulas, filtros y otros accesorios dependiendo de la trayectoria del sistema o del uso final.

1.3.10. Diseño y cálculo de un sistema de bombeo

Para las distintas ecuaciones asociada a la mecánica de fluidos se empleó el libro de (Mott, 2004).

1.2.1.1. Volumen de una cisterna

El volumen de una cisterna se halla dependiendo de la forma geométrica de su tanque, aunque generalmente es una mezcla de distintas figuras. El volumen de un rectángulo se halla de la siguiente manera:

$$V = l * a * h$$

Donde:

 $V = Volumen (m^3)$

l = Largo(m)

a = Ancho(m)

h = Altura(m)

El volumen de una circunferencia se halla con la ecuación:

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Donde:

 $V = Volumen (m^3)$

r = Radio(m)

El volumen de un cilindro se halla con la ecuación:

$$V = \pi r^2 h$$

Donde:

 $V = Volumen (m^3)$

r = Radio(m)

h = Altura(m)

1.2.1.2. Cálculo de caudal

El caudal se puede hallar de dos formas:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

 $Q = \text{Caudal } (m^3/\text{s})$

 $V = Volumen (m^3)$

t = Tiempo(s)

Y:

$$Q = A * v$$

Donde:

 $Q = Caudal (m^3/s)$

 $A = \text{Área}(m^2)$

v = Velocidad (m/s)

1.2.1.3. Velocidad del agua que transita por una tubería

Las velocidades mínimas del agua dentro de una tubería no deben ser menores a 0.5 m/s, para evitar problemas de sedimentación, ni máximos a 5 m/s (para evitar la generación de fenómenos abrasivos).

La fórmula para utilizar es la siguiente:

$$V = \frac{354 * Q}{D^2}$$

Donde:

V = Velocidad del agua (m/s)

D = Diámetro interior de la tubería (mm)

Q = Caudal de agua que circula por la tubería (m^3/s)

1.2.1.4. Pérdidas en tuberías

Para el cálculo de pérdidas en tuberías se emplea el método de "Hazen Williams":

$$hf = (10.679/C^{1.852}) x (L/D^{4.87}) x Q^{1.852}$$

Donde:

hf = Pérdida de carga (m)

L = Longitud de la tubería (m)

D = Diámetro interno (m)

 $Q = Caudal (m^3/s)$

C = Coeficiente de fricción Hazen-Williams (ver Anexo 1)

1.2.1.5. Altura geométrica total

La altura geométrica total es el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba. Es la suma de la carga de succión más la carga de impulsión. La HGT se halla de la siguiente manera:

$$HGT = HGS + HGD$$

Donde:

HGT = Altura geométrica total (m)

HGS = Altura geométrica de succión (m)

HGD = Altura geométrica de descarga (m)

La altura geométrica de succión es la diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente o captación, afectado por la pérdida de carga en el lado de la succión. La altura geométrica de succión se halla con la siguiente fórmula:

Altura geométrica en descarga es la diferencia de elevación entre el nivel máximo de las aguas en el sitio de llegada y el eje de las bombas más la pérdida de carga del lado de la tubería de impulsión. La ecuación para hallar la altura geométrica de descarga es:

Hgs = altura de descarga + perdidas en descarga

1.2.1.6. Carga neta de aspiración (NPSH)

Es la carga de aspiración total, determinada en la succión de la bomba, menos la presión de vapor del líquido a la temperatura que circula, ambas expresadas en metros.

$$NPSH = h_a - \frac{P_V}{\rho g}$$

$$NPSH = \left(\frac{P_3 - P_V}{\rho g} + \frac{V_3^2}{2g\alpha_3} + z_3\right) = \frac{P_1 - P_V}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g\alpha_1} + Z_1 - \frac{\sum F_a}{g}$$

1.2.1.7. Rendimiento volumétrico

El rendimiento volumétrico se halla de la siguiente manera:

$$\eta_v = \frac{Q_{real}}{Q_{teorico}}$$

Donde:

 η_v = Rendimiento volumétrico

 Q_{real} = Caudal que comprime la bomba (m^3/s)

 $Q_{teorico}$ = Caudal teórico según sus dimensiones (m^3/s)

1.3.11. Cavitación y golpe de ariete en una bomba

La cavitación o también conocido como aspiraciones en vacío, es un efecto hidrodinámico que se da cuando el agua o cualquier otro líquido transita en alta velocidad por una arista afilada, generando una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli. Puede pasar que se llegue a la presión de vapor del líquido de tal manera que las moléculas que lo constituyen cambian de manera inmediata a burbujas de vapor, formándose así, cavidades. Las burbujas se desplazan a zonas de mayor presión e implosionan (el vapor vuelve al estado líquido de manera rápida, aplastándose bruscamente las burbujas), produciendo una estela de gas y un daño al metal de la superficie en la que crea este fenómeno (Quilinox, 2020).

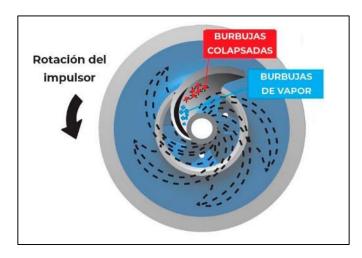


Figura 5: Cavitación Fuente: Quilinox, 2020

El golpe de ariete se produce debido a que el fluido es ligeramente elástico (aunque suele considerarse como un fluido no compresible). En consecuencia, cuando se cierra bruscamente una válvula en el extremo de una tubería, las partículas de fluido que se han detenido son empujadas por las que vienen detrás con alta velocidad y que se mantienen aún en movimiento. Esto genera una sobrepresión que se desplaza por el conducto a una velocidad que generalmente es mayor que la velocidad del sonido. Esta sobrepresión trae como consecuencia la compresión livianamente del fluido, reduciendo su volumen, y la dilatación ligeramente de la tubería. Cuando todo el fluido que circulaba en la tubería se ha detenido, termina el impulso que la comprimía y, por consiguiente, ésta tiende a expandirse. Por otro lado, la tubería que había aumentado su ancho ligeramente tiende a regresar a su dimensión habitual, estos efectos generan otra onda de presión en el sentido opuesto. El fluido hace su recorrido en dirección opuesta, pero al estar la válvula cerrada, se origina una depresión con respecto a la presión normal de la tubería. Al reducirse la presión, el fluido puede pasar a estado gaseoso formando burbujas mientras que la tubería se contrae. Al alcanzar el otro extremo de la tubería, si la onda no se disipa, se reflejará siendo mitigada progresivamente por la propia resistencia a la compresión del fluido y la dilatación de la tubería (Ortiz Masek, 2006).

Si el cierre o apertura de la válvula es brusco, es decir, si el tiempo de cierre está por debajo al tiempo que tarda la onda en transitar la tubería ida y vuelta, la sobrepresión máxima se halla de la siguiente manera (Ortiz Masek, 2006):

$$c \times \frac{V_o}{g}$$

Donde:

c = Velocidad de la onda (m/s)

 V_o = Velocidad media del fluido (m/s)

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

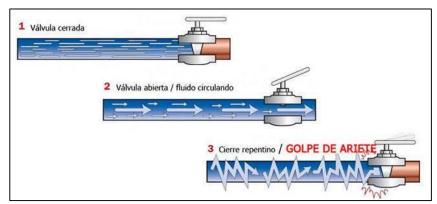


Figura 6: Golpe de ariete

Fuente: Aristegui.info, 2018

1.3.12. Vehículos tanques

También conocido como camión cisterna es un vehículo de motor que tiene la finalidad de transportar mercancías líquidas o gases, a través de caminos que conecta un lugar con otro. Los vehículos tanques tienen un espacio de almacenamiento aislado, presurizado, etc., dependiendo del material a cargar (Fuso, 2017).



Figura 7: Vehículo cisterna

Fuente: Anida.pe, 2017

1.3.13. Definición de términos

• <u>Hidráulica</u>: Área de la mecánica que estudia el movimiento y equilibrio de los fluidos.

- <u>Filtro de agua:</u> Elimina o disminuye las impurezas del agua a través de un proceso físico, químico o biológico.
- <u>Fluido</u>: Sustancia que se deforma de manera continua por consecuencia de la aplicación de fuerzas o presiones.
- Rodete: Rotor ubicado en una bomba de agua que tiene como función impulsar el fluido.
 - Succión: Extracción de un líquido o sustancia.
- <u>Trayectoria:</u> Recorrido que sigue algún elemento o cuerpo para desplazarse de un lugar a otro.
 - <u>Impulsión:</u> Aumento de presión o velocidad que se gana con alguna fuerza externa.
- <u>Válvula</u>: Dispositivo que tiene la función de abrir o cerrar el paso de un fluido por una tubería.
 - Presión: Fuerza que aplica un sólido, líquido o gas sobre un área.
- <u>Turbomáquina:</u> Máquina que poseen como elemento principal un rodete por el cual transita fluido de manera continua.
- <u>Velocidad lineal:</u> Recorrido de algún cuerpo sobre una trayectoria recta en una unidad de tiempo.
 - PVC: Plástico obtenido del cloruro de vinilo, significa Policloruro de vinilo.

1.3.14. Normativa vigente

Existe una normativa peruana asociada al uso y requerimientos de vehículos y vagones tanques la cual es la NORMA METROLÓGICA PERUANA NMP 023 2017 y tiene como objetivo especificar los requisitos metrológicos y técnicos aplicables a vagones tanques y vehículos cisterna que transportan productos líquidos derivados del petróleo sometidos a presión atmosférica siempre que estos sean utilizados en transacciones comerciales. Además de medio de transporte, se utiliza como tanques de medición en los compartimientos tiene una sola medida a su capacidad nominal.

No se aplica a vehículos y vagones tanques que transporten agua, gas licuado de petróleo (GLP), leche, aceite vegetal para consumo, residuos entre otros.

En el **Anexo 2** se muestra la portada de esta Normativa.

1.4. Formulación del problema

¿Cuáles serán las nuevas características y elementos del sistema de cubicación con capacidad de 15 000 galones/hora que optimizará los tiempos de inspección en los vehículos tanques?

1.5. Justificación e importancia del estudio

1.5.1. Justificación ambiental

El rediseño del sistema de cubicación certificado con capacidad de 15 000 galones/hora no solo busca optimizar el tiempo de inspección de vehículos tanques, sino que también de manera indirecta espera disminuir las pérdidas de fluido que se generan actualmente en los trabajos de llenado del tanque de almacenamiento hacia los medidores volumétricos y de la descarga del vehículo tanque hacia el tanque de almacenamiento. Con este proyecto se espera cuidar un recurso muy importante como lo es el agua.

1.5.2. Justificación económica

El nuevo sistema de cubicación con capacidad de 15 000 galones/hora disminuirá el tiempo que tarda la inspección certificada de vehículos tanques. Esto generará que al día se realicen más trabajos asociados a dicha actividad. A más trabajos ejecutados, más ingresos económicos para la empresa, y más beneficios económicos para los trabajadores.

1.5.3. Justificación social

La empresa al realizar más trabajos de inspección certificada de la capacidad volumétrica de vehículos tanques, generará mayores ingresos y esto le permitirá brindar mejores beneficios económicos para sus empleados. Beneficios económicos que se convertirán en bienestar un social en el entorno empresa – empleados y en el entorno empleado – familia.

1.5.4. Justificación técnica

Esta investigación presenta una innovación en el diseño actual de un sistema de cubicación existente. Un rediseño que contará con un mejor análisis para la selección de las bombas centrífugas y a la vez, servirá como un antecedente matemático para futuros sistemas de cubicación que tengan como característica de trabajo un tiempo bajo de operación.

1.6. Hipótesis

El rediseño del sistema de cubicación certificado con capacidad de 15 000 galones/hora optimizará el tiempo de inspección de vehículos tanques. Reduciendo el tiempo actual que demora el proceso en un 50%.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Rediseñar el sistema de cubicación certificado con capacidad de 15 000 galones/hora para optimizar el tiempo de inspección de vehículos tanques en la empresa S&H Ingenieros.

1.7.2. Objetivos específicos

- Proponer el sistema de transmisión de potencia para el bombeo de agua de la empresa S&H Ingenieros S.R.L.
- Disminuir gastos en el proceso de suministro y descarga de agua en el organismo de inspección de S&H Ingenieros S.R.L.
- Optimizar el tiempo de proceso de llenado y descarga de agua del organismo de inspección de vehículos tanques de la empresa S&H Ingenieros S.R.L.
 - Realizar los ensayos realizados durante la verificación.
 - Evaluar los costos del nuevo diseño y elaboración de plan de mantenimiento.

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo: Aplicada

Diseño: Cuasi-experimental

La investigación es de tipo Aplicada ya que busca el empleo de conocimiento y tecnologías de la información para dar solución a una problemática técnica y económica existente.

2.2. Población y muestra

Población: Todos los sistemas de bombeo de agua.

Muestra: Sistema de bombeo de agua para la cubicación certificada de vehículos tanques.

2.3. Variables y operacionalización

2.3.1. Variable Independiente

• Rediseño del sistema de cubicación.

2.3.2. Variable Dependiente

• Optimización de tiempo de inspección.

Para un mejor entendimiento en el **Diagrama 2** se detalla una representación de Caja Negra para variables.

Diagrama 1: Caja Negra para variables

VARIBLES INDEPENDIENTES

Rediseño del sistema de cubicación



REDISEÑO DEL SISTEMA DE CUBICACIÓN DE 15 000 GAL/HORAS

VARIBLES DEPENDIENTES



Optimización de tiempo de inspección.

DIMENSIONES

- Capacidad de cubicación (galones)
- Potencia de bombeo (W).

DIMENSIONES

- Dimensiones de las tuberías (m)
- Potencia de bombeo (W)
- Tiempo de llenado (hr)

2.3.3. Operacionalización de Variables

Tabla 1: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
VARIABLE INDEPENDIENTE					
Rediseño del sistema de cubicación	Es la capacidad de almacenamiento que tiene un vehículo tanque o cisterna.	Capacidad de cubicación	Volumen	m^3	Análisis documental NORMA METROLÓGICA PERUANA NMP 023 2017.
	Son las características naturales del agua, como la densidad o peso específico.	Eficiencia de bombeo	Eficiencia	%	Análisis documental (Quirion, 2002).
VARIABLE DEPENDIENTE					
Ontiminación de tiener de	Son las medidas de una tubería y se miden en metros o pulgadas (longitud,	Dimensiones de las tuberías	$D = r \times 2$	m	Análisis documental (Mott, 2004)
Optimización de tiempo de	espesor, diámetro, etc.)	Tiempo de llenado	Tiempo	S	
inspección.	Es la potencia necesaria que tendrá la bomba centrífuga para hacer circular el agua por todo el circuito.	Eficiencia de bombeo	Eficiencia	%	Análisis documental (Mott, 2004)

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Abordaje metodológico

2.4.1.1. Analítico

La estructura de estudio se divide de manera uniforme con la intención de obtener posibles soluciones a las distintas problemáticas que se presenten en el transcurso del avance de la investigación. Es por esto, se necesita tener conocimiento sobre los riesgos que involucra hacer este tipo de investigaciones.

En este trabajo de investigación se dimensionará los tramos actuales del recorrido del agua del sistema de cubicación, se contará los accesorios que forman parte de dicho sistema y los parámetros de operación, esto con el objetivo de tener un análisis completo del circuito de bombeo que se emplea para certificar la capacidad de almacenamiento de vehículos tanques.

2.4.1.2. Deductivo

Se investigará trabajos anteriores a este como investigaciones, artículos científicos, revistas científicas, libros, etc., que nos brinden una idea sobre mecánica de fluidos, turbomáquinas y sistemas de bombeo. Además, se llevará a cabo una revisión detallada de los diseños de sistemas óptimos de llenado y sustracción de agua.

2.4.1.3. Inductivo

La metodología de investigación usada para el desarrollo del presente trabajo nos permitirá obtener toda la información necesaria para solucionar la problemática hallada con respecto a la ineficiencia del sistema de cubicación actual de la empresa S & H Ingenieros S.R.L.

2.4.2. Técnicas e instrumentos

A continuación, se detalla una tabla donde se mencionan las técnicas e instrumentos utilizados en el presente trabajo de investigación:

Técnica de recolección de datos

Instrumento de recolección de datos

Entrevista

Técnica enfocada en el dialogo entre una persona que realiza preguntas y otra, que las contesta. Por lo general los entrevistados son conocedores de un tema en específico.

Cuestionario

Cuestionario constituido por 6 preguntas, las cuales serán respondidas por los trabajadores de la empresa S & H Ingenieros S.R.L. (Ver **Anexo 3**).

Observación

Permite conocer, identificar y registrar datos o situaciones.

Guía de observación

Ficha que se utilizará para registrar textualmente de manera ordenada todos los datos e información recolectada en campo y se utiliza una ficha de reporte en campo (Ver **Anexo 12**).

Análisis de documentos

Sirve para identificar cualquier documento importante y extraer la información más valiosa del mismo.

Ficha de análisis documental

Es un instrumento que contendrá toda la información obtenida de los distintos documentos revisados.

Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.3. Procedimientos para la recolección de datos

Para la recolección de datos se programó un procedimiento, el cual tendrá el siguiente esquema de realización:

Diagrama 2: Procedimiento para la recolección de datos

Etapa 1: Programación de visitas

Programación de las visitas que se llevaran a cabo en la empresa S & H Ingenieros S.R.L.

Etapa 6: Evaluación de la posible solución

Se identifica la posible solución frente a la problemática encontrada y se generá un análisis de la misma, apoyandose en el software Solidworks para el dibujo.

Etapa 2: Ejecución de las visitas

Ejecución de las visitas a la empresa S & H Ingenieros S.R.L.

Etapa 5: Identificación de la problemática

Se identifica cual es la realidad problemática, mediante el uso de la guia de observacion in situ.

Etapa 3: Entrevistas

Se aplican los cuestionarios a los trabajadores de la empresa S & H Ingenieros S.R.L.

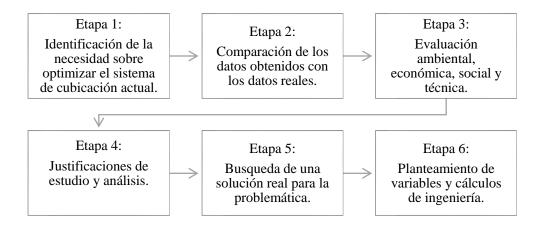
Etapa 4: Observación y análisis de documentos

Se analiza el "¿Por qué el sistema actual de cubicación es ineficiente?" y se refuerza buscando información sobre el tema.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

El procedimiento para el análisis de datos tiene el siguiente orden:

Diagrama 3: Procedimiento para el análisis de datos



Para la validación de los instrumentos a utilizar, se realizó mediante un juicio de tres (3) expertos, quienes evaluaron y puntualizaron los instrumentos para poder ser aplicados en la presente investigación (Ver **Anexo 13**)

2.6. Criterios éticos

Para el desarrollo de la presente investigación se tendrá en cuenta principios éticos plasmados en el Código de Ética de la Universidad Señor de Sipán y el Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú.

Código de Ética de la Universidad Señor de Sipán (USS)

Este documento (ver **Anexo 4**) detalla los criterios éticos y principios a tener en cuenta al momento de usar información de otros autores, así mismo muestra las políticas antiplagio. A continuación, se transcriben el primer artículo de este valioso código:

"Artículo 1. ° Finalidad: La finalidad del Código de Ética para la Investigación de la Universidad Señor de Sipán S.A.C. (en adelante Código de Ética) es garantizar que el proceso de investigación se efectúe en el marco de los principios éticos que establecen las normas vigentes."

Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP)

Este documento (ver **Anexo 5**) menciona los principios éticos que tiene que tener en cuenta un ingeniero para la competencia y el buen desarrollo de la profesión en relación con

sus colegas, ambiente, sociedad y público. A continuación, se menciona un artículo valioso de este código de ética:

"Artículo 14. ° Los ingenieros están al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas profesionales.

Los ingenieros deben reconocer y hacer suyos los principios que el Colegio de Ingenieros del Perú desarrollo en su Estatuto en aplicación al ejercicio profesional."

2.7. Criterios de rigor científico

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se tomará en cuenta los criterios de aplicabilidad, confiabilidad, fiabilidad, objetividad y validez.

Aplicabilidad: Los resultados a obtener en esta investigación pueden ser antecedentes de otros estudios.

Confiabilidad: La metodología de investigación permite resolver la problemática de manera cuantitativa a través del diseño óptimo de una máquina confiable.

Fiabilidad: La entrevista generada posee una cualidad de fiable que permite obtener resultados reales y creíbles.

Objetividad: La problemática de esta investigación demuestra la realidad tal cual.

Validez: Las variables de investigación presentan un estudio viable que logra definir los parámetros de diseño.

III. RESULTADOS

3.1. Proposición del nuevo sistema de transmisión de potencia para el bombeo de agua

3.1.1. Sistema actual de bombeo

Para poder rediseñar el sistema de cubicación es necesario conocer el circuito actual de bombeo. Como se menciona en el ítem "1.1.3. Problemática local", la empresa cuenta con un tanque de almacenamiento de 12 100 galones, los cuales a través de 2 bombas centrífugas (5.5 HP y 3 HP) más una bomba centrífuga auxiliar (3 HP), llenan los medidores calibrados, 2 de 500 galones y 2 auxiliares, uno de 100 galones y otro de 50 galones, estos últimos comparten la misma bomba de 3 HP. Una vez terminado el trabajo, que por lo general demora 4 horas para un vehículo tanque de 15 000 galones, la bomba auxiliar de 3 HP (siempre) acompañada de una bomba centrífuga de 3 HP (que suele llenar un calibrador de 500 galones) succionan el agua de retorno, es decir, retiran el agua del vehículo tanque y lo llevan nuevamente hacia el tanque de almacenamiento. Para que esto sea posible hay un juego de válvulas y acoples. A continuación, se muestran las placas de las bombas centrífugas.

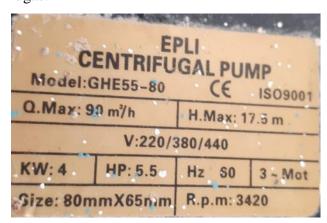


Figura 8: Placa de bomba centrífuga de 5 HP



Figura 9: Placa de bomba centrífuga de 3 HP



Figura 10: Placa de bomba auxiliar centrífuga 3 HP

Fuente: Propia, 2020

Para una mejor representación del sistema actual se ha diseñado mediante software de dibujo mecánico el circuito de bombeo que detalla las conexiones tanto de las centrífugas como de los medidores y el tanque.

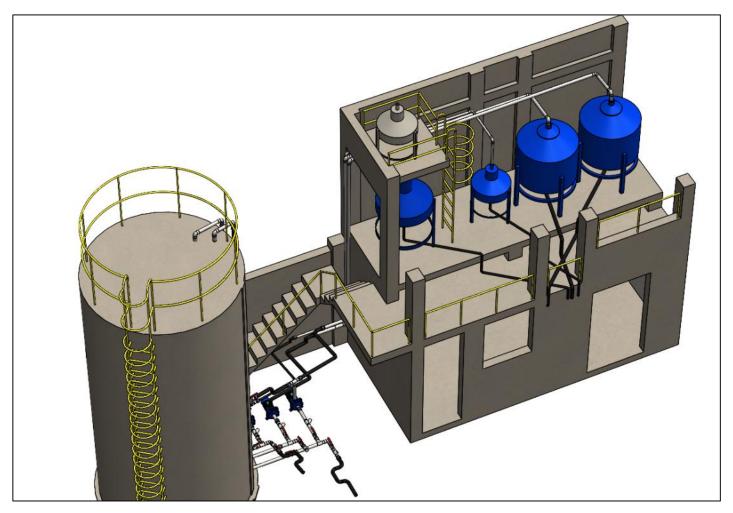


Figura 11: Circuito de bombeo del actual sistema de cubicación

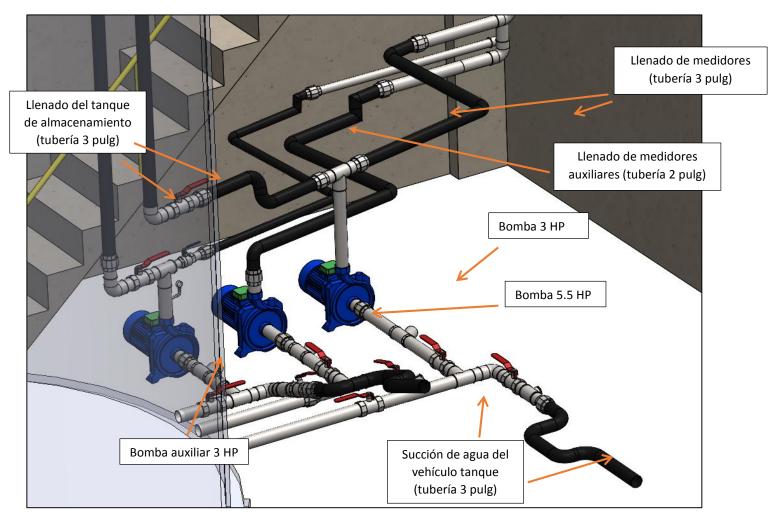


Figura 12: Circuitos de bombas centrífugas

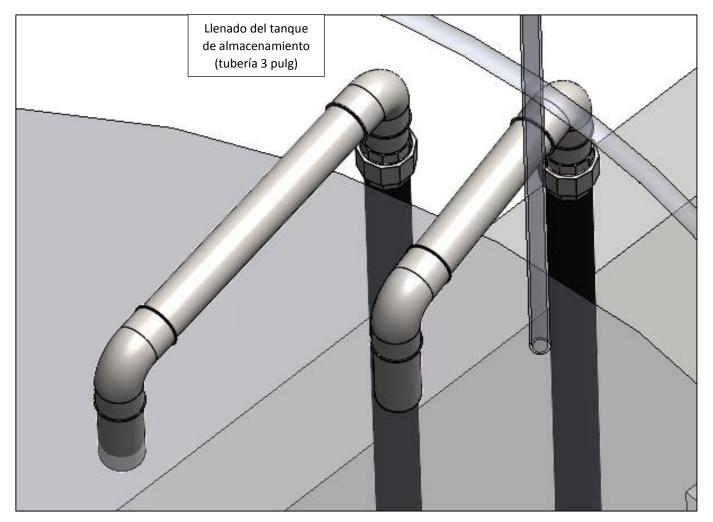


Figura 13: Llenado del tanque de almacenamiento

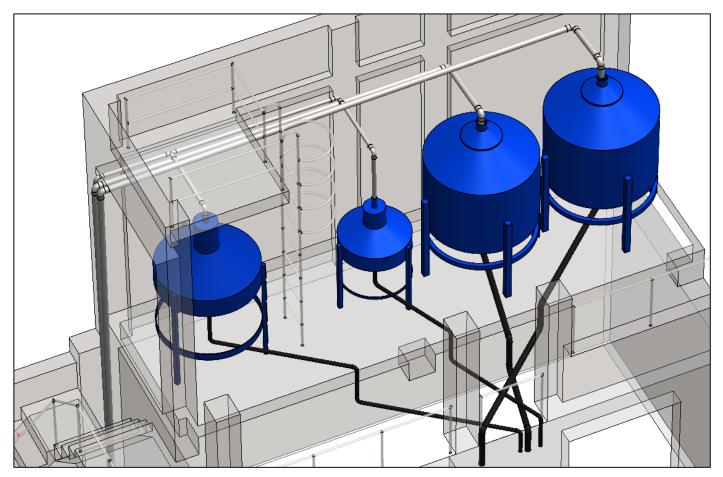


Figura 14: Llenado del medidores y salidas hacia el vehículo tanque

3.1.2. Materiales del sistema actual de bombeo

A continuación, se muestra una tabla con los materiales del actual sistema de bombeo:

Tabla 3: Materiales y accesorios del actual sistema de bombeo

Sistema principal	Subsistema	Elementos	Cantidad			
• •		Unión universal 3". Acero inox	1			
		Niple 3" Acero Inox 5 cm	5			
	Succión de agua del	Filtro de Acero Inox 3"	1			
	tanque de	Niple para manómetro 3" 12.5 cm	1			
	almacenamiento	Tee Acero Inox 3"	1			
Succión de	annacenannento	Niple 3" Acero inox 15 cm	1			
agua -		Válvula globo Acero Inox 3"	1			
Línea		Manómetro	1			
auxiliar		Unión universal Acero Inox 3"	1			
auxiliai		Niple 3" Acero Inox 3" 5 cm	4			
	Succión de agua del	Niple para válvula Acero inox 3"	1			
	vehículo tanque	12 cm	_			
	vemento tanque	Válvula globo Acero inox''	1			
		Codo 90° Acero inox 3''	1			
		Manguera plástica 3"				
		Tee Acero Inox 3"	2			
		Niple Acero Inox 3" 20 cm para	1			
		manómetros 0.5 pulg	_			
		Reducción 3" a 2" Acero Inox	1			
	Llenado de	Válvula globo Acero Inox 1	1			
	medidores	•				
Llenado de						
agua –						
Línea		-				
auxiliar						
	I lamada da tamawa	-				
	Llenado de tanque de almacenamiento					
	de affilacenamiento					
		<u> </u>				
		<u> </u>				
		<u>=</u>				
Succión de						
agua –	Succión de agua del	*				
Bomba 5.5	tanque de	Niple 2" Acero Inox 5 cm Unión Universal Acero Inox 2" Manómetro 1 Niple 0.5" Acero Inox 2" 1 Codo 90° Acero Inox 2" 5 Tubería Acero Inox 2" 1 Codo 90° Acero Inox 2" 1 Codo 90° Acero Inox 3" Niple 3" Acero Inox 5 cm Unión Universal Acero Inox 3" 2 Válvula Acero Inox" 1 Manguera 3" plástica 1 Niple 3" Acero Inox 50 cm 1 Unión universal Acero Inox 3" 2 Niple 3" Acero Inox 5 cm 5 Filtro Acero Inox 5 cm 5 Filtro Acero Inox 3" 1 Niple 3" Acero Inox 5 cm 5 Filtro Acero Inox 3" 1 Niple 3" Acero Inox 15 cm 7 Tee Acero Inox 3" 1 Válvula Acero Inox 3" 2 Niple para válvula Acero Inox 3"				
HP	almacenamiento					
		12 cm	1			
		Tapón macho Acero Inox 3"	1			
		Codo 90° Acero Inox 3''	1			
		Codo you rivero mon 5	1			

		Niple 3" Acero Inox 70 cm	1
Llenado de		Niple 3" Acero Inox 3" 5 cm	1
agua —	Llenado de	Unión Universal Acero Inox 1	2
Bomba 5.5	medidores	Codo 90°C Acero Inox 3"	4
HP	medidores	Tubería 3" Acero Inox	1
		Manguera plástica 3"	1
		Filtro Acero Inox 3"	1
		Niple 3" Acero Inox 5 cm	2
	Cuación de eque del	Tee Acero Inox 3"	1
	Succión de agua del	Válvula Acero Inox 3"	2
	tanque de almacenamiento	Unión Universal Acero Inox	1
Cuasión da	aimacenaimento	Niple 3" Acero Inox 30 cm	2
Succión de		Niple Acero Inox 50 cm	1
agua – Bomba 3		Niple 3" Acero Inox 1 m	1
HP		Niple 3" Acero Inox 5 cm	4
111		Niple para válvula Acero Inox 3"	1
	Suggión de egue del	12 cm	1
	Succión de agua del vehículo tanque	Válvula Acero Inox 3''	1
	vemeulo tanque	Codo 90°C Acero Inox 3''	1
		Unión universal Acero Inox 3"	1
		Manguera de plástico 3"	1
		Niple 3" Acero Inox 50 cm	1
		Tee Acero Inox 3"	1
		Niple 3" Acero Inox 5 cm	4
	Llenado de	Unión universal Acero Inox 3"	3
	medidores	Codo 90°C Acero Inox 3"	3
Llenado de	medidores	Niple 3" Acero Inox 15 cm	1
agua –		Niple 3" Acero Inox 30 cm	1
Bomba 3		Válvula globo Acero Inox 3"	1
HP	-	Manguera plástica 3"	1
		Niple 3" Acero Inox 5 cm	1
	Llenado de tanque	Unión universal Acero Inox 3"	2
	de almacenamiento	Codo 90°C Acero Inox 3''	4
		Tubería 3" Acero Inox	1
		Manguera de plástico 3''	1

En el **Anexo 6** se muestra cada subsistema con sus componentes del actual circuito de bombeo del Sistema de Cubicación.

3.1.3. Nuevo sistema de bombeo

Después de revisar el sistema actual de bombeo que se emplea para la inspección de vehículos tanque, se propone un nuevo sistema que consiste en reemplazar el tramo de salida de 2" de la bomba auxiliar por un tramo de 3", también en llenar por completo del tanque de almacenamiento por el cual sería de 18 000 galones y además de agregar un tercer calibrador de 500 galones en vez de los galones de 100 y 50 galones. También se modificará las distancias de llegada de la tubería hacia cada calibrador.

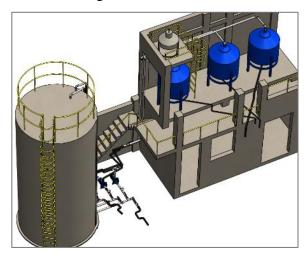


Figura 15: Nuevo sistema de bombeo

Fuente: Propia, 2021

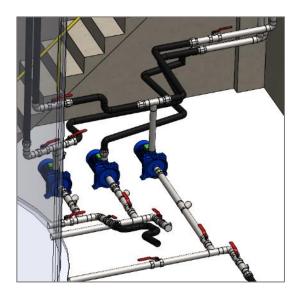


Figura 16: Instalación de bombas del nuevo sistema de bombeo

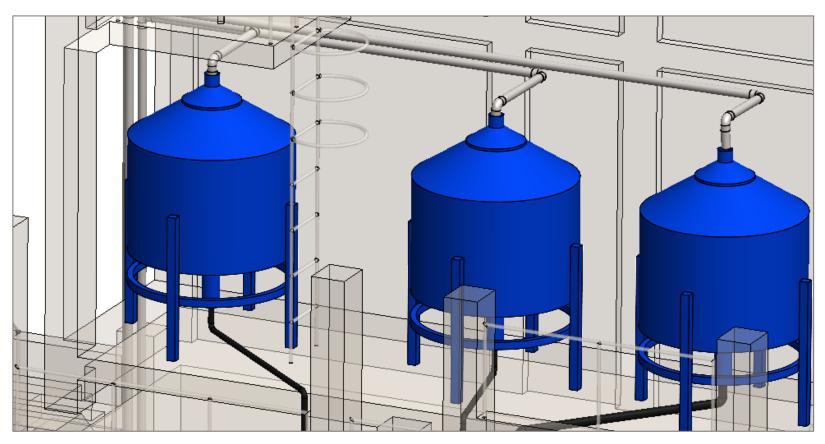


Figura 17: Instalación de calibradores del nuevo sistema de bombeo

3.1.4. Materiales del nuevo sistema de bombeo

A continuación, se muestra una tabla con los materiales del actual sistema de bombeo:

Tabla 4: Materiales y accesorios del actual sistema de bombeo

Sistema	Subsistema	Elementos	Cantidad	
principal				
		Unión universal 3" Acero inox	1	
		Niple 3" Acero Inox 5 cm	5	
	Succión de agua	Filtro de Acero Inox 3"	1	
	9	Niple para manómetro 3" 12.5 cm	1	
	del tanque de almacenamiento	Tee Acero Inox 3"	1	
Succión de	annacenamiento	Niple 3" Acero inox 15 cm	1	
agua -		Válvula globo Acero Inox 3"	1	
Línea		Manómetro	1	
auxiliar		Unión universal Acero Inox 3"	1	
	C	Niple 3" Acero Inox 3" 5 cm	4	
	Succión de agua	Niple para válvula Acero inox 3" 12 cm	1	
	del vehículo	Válvula globo Acero inox''		
	tanque	Codo 90° Acero inox 3"	1	
		Manguera plástica 3"		
		Tee Acero Inox 3"	2	
		Niple Acero Inox 3" 20 cm para	1	
		manómetros 0.5 pulg		
	Llenado de	Válvula globo Acero Inox 3''	1	
Llenado de	medidores	Niple 3" Acero Inox 5 cm	1	
agua –		Unión Universal Acero Inox 3"	1	
Línea		Codo 90° Acero Inox 4''	4	
auxiliar		Tubería Acero Inox 3"	1	
	I lanada J-	Codo 90° Acero Inox 3''	3	
	Llenado de	Niple 3" Acero Inox 5 cm	4	
	tanque de	Unión Universal Acero Inox 3"	2	
	almacenamiento	Válvula globo Acero Inox 3"	1	

		Manguera 3" plástica	1
		Niple 3" Acero Inox 50 cm	1
		Unión universal Acero Inox 3"	2
		Niple 3" Acero Inox 5 cm	5
		Filtro Acero Inox 3"	1
Succión de	0 1/ 1	Niple 3" Acero Inox 15 cm	3
agua –	Succión de agua	Tee Acero Inox 3"	1
Bomba 5.5	del tanque de	Válvula Acero Inox 3"	2
HP	almacenamiento	Niple para válvula Acero Inox 3" 12 cm	1
		Tapón macho Acero Inox 3"	1
		Codo 90° Acero Inox 3''	1
		Niple 3" Acero Inox 70 cm	1
		Niple 3" Acero Inox 3" 5 cm	1
Llenado de		Unión Universal Acero Inox 1	2
agua –	Llenado de	Codo 90°C Acero Inox 3"	4
Bomba 5.5	medidores	Tubería 3" Acero Inox	1
HP		Manguera plástica 3''	1
		Filtro Acero Inox 3"	1
		Niple 3" Acero Inox 5 cm	2
	G '/ 1	Tee Acero Inox 3"	1
	Succión de agua	Válvula Acero Inox 3"	2
	del tanque de	Unión Universal Acero Inox	1
Succión de	almacenamiento	Niple 3" Acero Inox 30 cm	2
agua –		Niple Acero Inox 50 cm	1
Bomba 3		Niple 3" Acero Inox 1 m	1
HP		Niple 3" Acero Inox 5 cm	4
	G '/ 1	Niple para válvula Acero Inox 3" 12 cm	1
	Succión de agua	Válvula Acero Inox 3"	1
	del vehículo	Codo 90°C Acero Inox 3''	1
	tanque	Unión universal Acero Inox 3"	1
		Manguera de plástico 3"	1
		Niple 3" Acero Inox 50 cm	1

Llenado de	Llenado de	Tee Acero Inox 3"	1
agua –	medidores	Niple 3" Acero Inox 5 cm	4
Bomba 3		Unión universal Acero Inox 3"	3
HP		Codo 90°C Acero Inox 3"	3
		Niple 3" Acero Inox 15 cm	1
		Niple 3" Acero Inox 30 cm	1
		Válvula globo Acero Inox 3"	1
		Manguera plástica 3''	1
		Niple 3" Acero Inox 5 cm	1
	Llenado de	Unión universal Acero Inox 3"	2
	tanque de	Codo 90°C Acero Inox 3''	4
	almacenamiento	Tubería 3" Acero Inox	1
		Manguera de plástico 3"	1

En el **Anexo 7** se muestra el subsistema actualizado de la descarga de la línea auxiliar para el llenado de medidores.

3.2. Disminuir gastos en el proceso de suministro y descarga de agua en el organismo de inspección de S&H Ingenieros S.R.L.

Para tener la cuantificación de la disminución de gastos económicos en el suministro y descarga de agua, primero, se detalla la siguiente tabla comparativa de pérdidas de potencia del sistema actual y el sistema nuevo.

Tabla 5: Tabla comparativa de pérdidas de potencia de la línea actual con la línea nueva

Líneas	Pérdidas primarias	Pérdidas secundarias		
Llenado del vehículo tanque				
Línea actual auxiliar bomba 3 HP	6.03m	16.69m		
Nueva línea auxiliar bomba 3 HP	0.73m	4.6m		
Línea actual bomba 5.5 HP	2.58m	12.7m		
Línea nueva bomba 5.5 HP	2.62m	12.7m		
Línea actual bomba 3 HP	1.14m	5.06m		
Línea nueva bomba 3 HP	1.01m	5.06m		
Llenado	del tanque de almacena	amiento		
Línea actual auxiliar bomba 3 HP	1.13m	4.6m		
Nueva línea auxiliar bomba 3 HP	1.13m	4.6m		
Línea actual bomba 3 HP	1.14m	4.6m		
Línea nueva bomba 3 HP	1.14m	4.6m		

Debido a que las pérdidas de potencia de la línea auxiliar disminuyeron se puede reemplazar por una bomba centrífuga de menor capacidad. Esto también impacta en el consumo eléctrico, ya que la bomba estará menos tiempo encendida cumpliendo la misma labor.

Las pruebas llevadas a cabo en las nuevas líneas mostraron que el consumo del agua es factible para el proceso.

3.3. Optimizar el tiempo de proceso de llenado y descarga de agua del organismo de inspección de vehículos tanques de la empresa S&H Ingenieros S.R.L.

Para poder optimizar el tiempo de llenado y descarga de agua es necesario conocer los parámetros actuales de la instalación de bombeo del sistema de cubicación. Las pérdidas de potencia intervienen de manera directa en las 4 horas que demora todo el proceso de cubicación.

Como se detalla en la Figura 12, el sistema de cubicación cuenta con 3 líneas de bombeo, entonces, los parámetros se hallarán para cada línea, tanto en el proceso de llenado del vehículo tanque a través de los medidores (agua succionada del tanque de almacenamiento), como en el proceso de retorno del agua (succionada del vehículo tanque hacia el tanque de almacenamiento). Cabe mencionar que la línea que trabaja con la Bomba de 5.5 HP solo hace trabajo de llenado de vehículo tanque, no participa en el proceso de retorno del agua (ver Figura 12).

3.3.1. Parámetros del sistema actual de bombeo

LLENADO DEL VEHÍCULO TANQUE

Para el cálculo de parámetros del circuito de llenado de vehículo tanque se considera tanto los elementos de succión de agua como los elementos del mismo llenado. En este proceso participan las 3 bombas, la bomba centrífuga auxiliar de 3 HP, la bomba centrífuga de 5.5 HP y la bomba centrífuga de 3 HP.

Parámetros del circuito de la bomba auxiliar de 3 HP

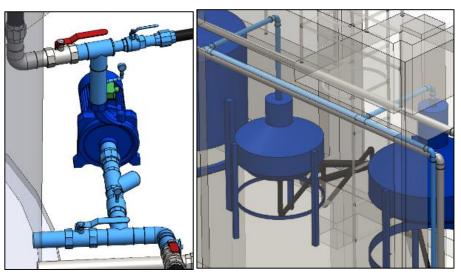


Figura 18: Circuito de llenado de medidores - Línea Auxiliar Bomba 3 HP

Velocidad del fluido

La velocidad del fluido dentro de la tubería y el área de la misma son valores que determinan el caudal, para evitar fallas en las cañerías existen valores de velocidades permisibles según el material del conducto.

La velocidad del fluido se halla despejando la ecuación del caudal:

$$\frac{Q}{A} = v$$

Donde:

 $Q = \text{Caudal } (m^3/s)$

 $A = \text{Área}(m^2)$

v = Velocidad del fluido: 5 m/s (velocidad permisible en una tubería de acero, ver Anexo 8)

La bomba auxiliar de 3 HP indica un caudal entre 250 a 1000 l/m (ver Figura 9), para el cálculo respectivo se tomará un valor promedio de 500 l/m $(0.0083 \ m^3/s)$.

Para poder hallar el área se debe emplear el radio nominal de la tubería, el diámetro de la tubería es de 3", es decir 76.2 mm. El área es el siguiente:

$$A = \pi r^2 = \pi (38.1)^2 = 4560.37 \text{ mm}^2 = 0.00456 \text{ m}^2$$

Y por consiguiente la velocidad del fluido en la línea auxiliar es de:

$$v = \frac{0.0083 \, m^3/s}{0.00456 \, m^2} = 1.82 \, m/s$$

La velocidad del fluido está en el rango adecuado tomando en cuenta que las tuberías y accesorios de todo el sistema de bombeo actual son de acero (galvanizado e inoxidable).

Pérdidas en las tuberías

Las pérdidas primarias se generan por las longitudes de las tuberías y se halla de la siguiente manera empleando la ecuación de Darcy:

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

Donde:

 h_p = Pérdidas primarias (m)

f = Coeficiente de rozamiento

L = Longitud total de la tubería (m)

D = Diámetro de la tubería (m)

v = Velocidad del fluido (m/s)

 $g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2 (g)$

El coeficiente de rozamiento (f) depende del Número de Reynols (Re), la Rugosidad relativa de la pared del tubo (ε) y el diámetro de la tubería (D). El coeficiente de rozamiento se puede hallar con la ecuación de Swamme-Jain:

$$f = 0.25 \left[\log_{10} \left[\frac{\varepsilon}{3.7 D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right] \right]^{-2}$$

El número de Reynols se halla de la siguiente forma:

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

Donde:

Re = Número de Reynols

 ρ_{agua} = Densidad del agua a temperatura ambiente: 997 kg/ m^3

 μ = Viscosidad dinámica del agua a temperatura ambiente: 0.001 Pa.s (Cengel & Boles, 2007).

$$Re = \frac{1.82 \times 0.0762 \times 997}{0.001} = 138267.948$$

Si el Re es menor a 2000, es un flujo Laminar, cuando está entre 2000 y 4000 es un flujo de transición, y mayor a 4000 es un flujo turbulento. Para nuestro caso el agua que recorre la tubería tiene un régimen turbulento.

La rugosidad relativa se expresa con la siguiente ecuación:

$$\frac{\varepsilon}{D}$$

Donde:

 ε = Rugosidad del acero: 0.046 mm (ver **Anexo 9**)

Entonces la rugosidad relativa de la tubería de 3" de acero será el siguiente:

$$\frac{0.046 \ mm}{76.2 \ mm} = 6.037 \times 10^{-4}$$

Y el coeficiente de rozamiento será:

$$f = 0.25 \left[\log_{10} \left[\frac{0.046}{3.7 \times 76.2} + \frac{5.74}{(138267.948)^{0.9}} \right] \right]^{-2}$$
$$f = 0.0284$$

Con los datos obtenidos se hallarán las pérdidas en cada tramo de la conexión. Para la ecuación planteada por Darcy solo cambiará la longitud dependiendo del tramo:

$$h_p = (0.0284) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(1.82)^2}{2(9.8)}$$

El primer tramo de la línea auxiliar que emplea una Bomba Centrífuga de 3 HP (ver Figura 12, 14 y 15), tiene las siguientes longitudes y generan las siguientes pérdidas de potencia:

Tabla 6: Pérdidas primarias en la línea auxiliar de 3"

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión del fluido 3"	0.795	0.05
Descarga del fluido 3''	0.25	0.02

Debido a la reducción del diámetro de la tubería en la descarga de la bomba centrífuga (Ver **Anexo 6**), este circuito para el llenado de medidores posee un tramo largo de 2". Los parámetros para este tramo son los siguientes:

Tabla 7: Parámetros de la tubería de 2" (línea auxiliar)

Diámetro (m)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	Re	f
0.0508	0.0083	4	207405.21	0.025

El caudal en esta sección se mantiene, pero al reducir el área la velocidad aumenta, a pesar de que sigue estando dentro del rango permisible (ver **Anexo 8**) la reducción está originando cavitación y debido a la cercanía de dicha conexión a la bomba, está generando un daño a dicha turbomáquina y a las mismas tuberías. El aumento brusco de la velocidad del fluido genera mayor pérdida de presión. Ahora, las pérdidas de potencia en este tramo de 2" son:

Tabla 8: Pérdidas primarias en la línea auxiliar de 2"

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Llenado de l	los 13.95	5 96
medidores 2"	13.75	3.70

Las pérdidas primarias totales en la línea auxiliar de llenado de los medidores son de 6.03 m.

Las pérdidas secundarias son generadas por los accesorios de la conexión hidráulica (codos, Tee, válvulas, etc.). La ecuación general de las pérdidas en accesorios es la siguiente:

$$h_s = k \left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

Donde:

k = Coeficiente de pérdida del accesorio (ver **Anexo 10**)

En la línea de 3" (succión de la bomba) la ecuación queda de la siguiente manera:

$$h_s = k \left(\frac{(1.82)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Los accesorios del primer tramo de la línea auxiliar que emplea una Bomba Centrífuga de 3 HP (ver Figura 12, 14 y 15), son los siguientes y generan las siguientes pérdidas de potencia:

Tabla 9: Pérdidas secundarias en la línea auxiliar de 3"

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	1	0.9	0.1521
Tee	2	1.8	0.6084
Válvula globo	1	10	1.69
Reducción	1	0.5	0.3042

Ahora, en la línea de 2" (descarga de la bomba) la ecuación queda de la siguiente manera:

$$h_s = k \left(\frac{(4)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Tabla 10: Pérdidas secundarias en la línea auxiliar de 2"

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	5	0.9	3.85
Válvula globo	1	10	8.55
Tee	1	1.8	1.54

Las pérdidas en las uniones son despreciables. Las pérdidas secundarias en la línea 2'' son de 13.94 m y agregándole las pérdidas secundarias de la línea de 3'' el total arroja un valor de 16.69 m.

Sumando las pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida de carga en las instalaciones de bombeo de la línea auxiliar de llenado de medidores (medidor de 50 gal y 100 gal) para el sistema de cubicación es de 22.72 m.

Parámetros del circuito de la bomba de 5.5 HP

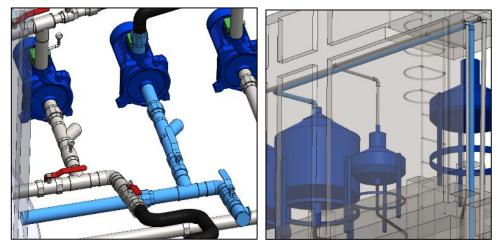


Figura 19: Circuito de llenado de medidores – Línea de la Bomba 5.5 HP

Velocidad del fluido

La velocidad del fluido se halla despejando la ecuación del caudal:

$$\frac{Q}{A} = v$$

Donde:

 $Q = \text{Caudal } (m^3/s)$

 $A = \text{Área}(m^2)$

v = Velocidad del fluido: 5 m/s (velocidad permisible en una tubería de acero, ver

Anexo 8)

La bomba de 5.5 HP indica un caudal máximo de 90 m3/h (ver Figura 8), para el cálculo respectivo se tomará un valor promedio de 50 m3/h $(0.014 \ m^3/s)$.

El área de la tubería en este subsistema es la misma que en la succión de la línea auxiliar.

$$A = \pi r^2 = \pi (38.1)^2 = 4560.37 \ mm^2 = 0.00456 \ m^2$$

Entonces la velocidad del fluido en este tramo es de:

$$v = \frac{0.014 \, m^3/s}{0.00456 \, m^2} = 3.07 \, m/s$$

La velocidad del fluido está en el rango adecuado (ver Anexo 8).

Pérdidas en las tuberías

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

Donde:

 h_p = Pérdidas primarias (m)

f = Coeficiente de rozamiento

L = Longitud total de la tubería (m)

D = Diámetro de la tubería (m)

v = Velocidad del fluido (m/s)

 $g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2 (g)$

El coeficiente de rozamiento se halla con la ecuación de Swamme-Jain:

$$f = 0.25 \left[\log_{10} \left[\frac{\varepsilon}{3.7 D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right] \right]^{-2}$$

El número de Reynols se halla de la siguiente forma:

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

Donde:

Re = Número de Reynols

 ρ_{aqua} = Densidad del agua a temperatura ambiente: 997 kg/ m^3

 $\mu=$ Viscosidad dinámica del agua a temperatura ambiente: 0.001 Pa.s (Cengel & Boles, 2007).

$$Re = \frac{3.07 \times 0.0762 \times 997}{0.001} = 233232.198$$

El agua que recorre la tubería tiene un régimen turbulento.

La rugosidad relativa se expresa con la siguiente ecuación:

$$\frac{\varepsilon}{D}$$

Donde:

 ε = Rugosidad del acero: 0.046 mm (ver **Anexo 9**)

Entonces la rugosidad relativa de la tubería de 3" de acero será el siguiente:

$$\frac{0.046 \ mm}{76.2 \ mm} = 6.037 \times 10^{-4}$$

Y el coeficiente de rozamiento será:

$$f = 0.25 \left[\log_{10} \left[\frac{0.046}{3.7 \times 76.2} + \frac{5.74}{(233232.198)^{0.9}} \right] \right]^{-2}$$
$$f = 0.028$$

Con los datos obtenidos se hallarán las pérdidas en cada tramo de la conexión. Para la ecuación planteada por Darcy solo cambiará la longitud dependiendo del tramo:

$$h_p = (0.028) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(3.07)^2}{2 (9.8)}$$

Tabla 11: Pérdidas primarias en la línea de la Bomba de 5.5 HP

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión del	1.68	0.3
fluido 3''	1.00	0.3
Descarga del	1.4.4	2.55
fluido 3''	14.4	2.55

Las pérdidas secundarias son generadas por los accesorios de la conexión hidráulica (codos, Tee, válvulas, etc.). La ecuación general de las pérdidas en accesorios es la siguiente:

$$h_s = k \left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

Donde:

k = Coeficiente de pérdida del accesorio (ver **Anexo 10**)

En la línea de 3" (succión de la bomba) la ecuación queda de la siguiente manera:

$$h_s = k \left(\frac{(3.07)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Los accesorios de la línea que emplea una Bomba Centrífuga de 5.5 HP (ver Figura 12, 14 y 15), son los siguientes y generan las siguientes pérdidas de potencia:

Tabla 12: Pérdidas secundarias en la línea de la bomba de 5.5 HP

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	5	0.9	2.1638
Tee	1	1.8	0.8655

Sumando las pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida de carga en las instalaciones de bombeo de la línea que trabaja con la bomba de 5.5 HP para el llenado del medidor de 500 gal para el sistema de cubicación es de 15.49 m.

Parámetros del circuito de la bomba de 3 HP

2

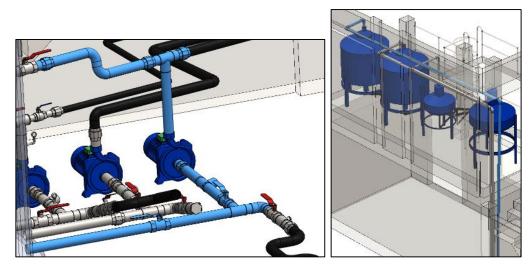


Figura 20: Circuito de llenado de medidores – Línea de la Bomba 3 HP

Fuente: Propia, 2021

Velocidad del fluido

La velocidad del fluido se halla despejando la ecuación del caudal:

$$\frac{Q}{A} = v$$

Donde:

 $Q = \text{Caudal } (m^3/s)$

 $A = \text{Área}(m^2)$

v = Velocidad del fluido: 5 m/s (velocidad permisible en una tubería de acero, ver

Anexo 8)

La bomba centrífuga de 3 HP indica un caudal entre de 250 y 1000 l/min (ver Figura 8), para el cálculo respectivo se tomará un valor promedio de 500 l/min $(0.0083 \ m^3/s)$.

El área de la tubería en este subsistema es la misma que en la succión de la línea auxiliar y la línea que funciona con la bomba de 5.5 HP.

$$A = \pi r^2 = \pi (38.1)^2 = 4560.37 \text{ mm}^2 = 0.00456 \text{ m}^2$$

Entonces la velocidad del fluido en este tramo es de:

$$v = \frac{0.0083 \, m^3/s}{0.00456 \, m^2} = 1.82 \, m/s$$

La velocidad del fluido está en el rango adecuado (ver Anexo 9).

Pérdidas en las tuberías

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

Donde:

 h_p = Pérdidas primarias (m)

f = Coeficiente de rozamiento

L = Longitud total de la tubería (m)

D = Diámetro de la tubería (m)

v = Velocidad del fluido (m/s)

 $g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2 (g)$

El coeficiente de rozamiento se halla con la ecuación de Swamme-Jain:

$$f = 0.25 \left[\log_{10} \left[\frac{\varepsilon}{3.7 D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right] \right]^{-2}$$

El número de Reynols se halla de la siguiente forma:

$$Re = \frac{v D \rho}{u}$$

Donde:

Re = Número de Reynols

 ρ_{agua} = Densidad del agua a temperatura ambiente: 997 kg/ m^3

 μ = Viscosidad dinámica del agua a temperatura ambiente: 0.001 Pa. s (Cengel & Boles, 2007).

$$Re = \frac{1.82 \times 0.0762 \times 997}{0.001} = 138270.1385$$

El agua que recorre la tubería tiene un régimen turbulento.

La rugosidad relativa se expresa con la siguiente ecuación:

$$\frac{\varepsilon}{D}$$

Donde:

 ε = Rugosidad del acero: 0.046 mm (ver **Anexo 9**)

Entonces la rugosidad relativa de la tubería de 3" de acero será el siguiente:

$$\frac{0.046 \ mm}{76.2 \ mm} = 6.037 \times 10^{-4}$$

Y el coeficiente de rozamiento será:

$$f = 0.25 \left[\log_{10} \left[\frac{0.046}{3.7 \times 76.2} + \frac{5.74}{(138267.948)^{0.9}} \right] \right]^{-2}$$
$$f = 0.0284$$

Con los datos obtenidos se hallarán las pérdidas en cada tramo de la conexión. Para la ecuación planteada por Darcy solo cambiará la longitud dependiendo del tramo:

$$h_p = (0.0284) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(1.82)^2}{2(9.8)}$$

Tabla 13: Pérdidas primarias en la línea de 3" de la bomba de 3 HP

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión del fluido 3"	2.15	0.14
Descarga del fluido 3"	15.91	1

Las pérdidas secundarias son generadas por los accesorios de la conexión hidráulica (codos, Tee, válvulas, etc.). La ecuación general de las pérdidas en accesorios es la siguiente:

$$h_{s} = k \left(\frac{v^{2}}{2g} \right)$$

Donde:

k = Coeficiente de pérdida del accesorio (ver **Anexo 10**)

En la línea de 3" (succión de la bomba) la ecuación queda de la siguiente manera:

$$h_s = k \left(\frac{(1.82)^2}{2(9.8)} \right)$$

Los accesorios de la línea que emplea una Bomba Centrífuga de 3 HP (ver Figura 12, 14 y 15), son los siguientes y generan las siguientes pérdidas de potencia:

Tabla 14: Pérdidas secundarias en la línea de 3" de la bomba de 3 HP

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	7	0.9	1.065
Tee	2	1.8	0.6084
Válvula globo	2	10	3.38

Sumando las pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida de carga en las instalaciones de bombeo de la línea que trabaja con la bomba de 3 HP para el llenado de medidores (medidor de 500 gal) para el sistema de cubicación es de 5.05 m.

LLENADO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Para el cálculo de parámetros del circuito de llenado del tanque de almacenamiento se considera tanto los elementos de succión de agua como los elementos del mismo llenado. En este proceso participan la bomba centrífuga auxiliar de 3 HP y la bomba centrífuga de 3 HP.



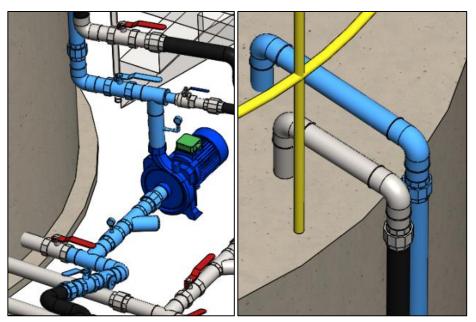


Figura 21: Circuito de llenado de tanque—Línea auxiliar de la Bomba 3 HP Fuente: Propia, 2021

Empleando las ecuaciones mencionadas anteriormente, se identifica los parámetros de este primer subsistema de llenado del tanque de almacenamiento.

Los parámetros para este tramo son los siguientes:

Tabla 15: Parámetros de la tubería de 3" - Bomba 3 HP (auxiliar)

Diámetro (m)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	Re	f
0.0762	0.0083	1.82	138270.1	0.0284

Empleando la ecuación de pérdidas primarias, obtenemos los siguientes resultados:

$$h_p = (0.0284) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(1.82)^2}{2 (9.8)}$$

Tabla 16: Pérdidas primarias en la línea auxiliar de 3" – Bomba 3 HP

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión 3"	11	0.69
Llenado del tanque 3"	6.95	0.44

Las pérdidas primarias totales en la línea auxiliar de llenado para el tanque de almacenamiento son de 1.13 m.

Las pérdidas secundarias son generadas por los accesorios de la conexión hidráulica (codos, Tee, válvulas, etc.). La ecuación general de las pérdidas en accesorios es la siguiente:

$$h_s = k \left(\frac{(1.82)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Y entonces:

Tabla 17: Pérdidas secundarias en la línea auxiliar de 3'' – Bomba 3 HP

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas
			secundarias (m)
Codo 90°	4	0.9	0.61
Válvula	2	10	2.20
globo	2	10	3.38
Tee	2	1.8	0.61

Sumando las pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida de carga en las instalaciones de bombeo de la línea auxiliar de llenado del tanque de almacenamiento para el sistema de cubicación es de 5.73 m.

Parámetros del circuito de la bomba de 3 HP

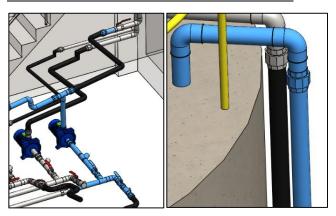


Figura 22: Circuito de llenado de tanque-Línea de la Bomba 3 HP

Los parámetros para este tramo son los siguientes:

Tabla 18: Parámetros de la tubería de 3" para llenado de tanque - Bomba 3 HP

Diámetro (m)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	Re	f
0.0762	0.0083	1.82	138270.1385	0.0284

Empleando la ecuación de pérdidas primarias, obtenemos los siguientes resultados:

$$h_p = (0.0284) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(1.82)^2}{2 (9.8)}$$

Tabla 19: Pérdidas primarias en la línea de 3" para el llenado de tanque – Bomba 3 HP

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión 3"	11.5	0.73
Llenado del tanque 3"	6.65	0.42

Las pérdidas primarias totales en la línea auxiliar de llenado del tanque de almacenamiento son de 1.14 m.

Las pérdidas secundarias son generadas por los accesorios de la conexión hidráulica (codos, Tee, válvulas, etc.). La ecuación general de las pérdidas en accesorios es la siguiente:

$$h_s = k \left(\frac{(1.82)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Y entonces:

Tabla 20: Pérdidas secundarias en la línea de 3" para el llenado – Bomba 3 HP

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	4	0.9	0.61
Válvula globo	2	10	3.38
Tee	2	1.8	0.61

Sumando las pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida de carga en las instalaciones de bombeo de la línea auxiliar de llenado del tanque de almacenamiento para el sistema de cubicación es de 5.74 m.

3.3.2. Parámetros del nuevo sistema de bombeo LLENADO DEL VEHÍCULO TANQUE

Los parámetros de succión no han cambiado para ninguna de las tres líneas que llenan el vehículo tanque a través de los medidores. Lo único que ha cambiado ha sido la línea de descarga de la línea auxiliar y las distancias de los medidores, variando la longitud de las tuberías.

Parámetros del circuito de la bomba auxiliar de 3 HP

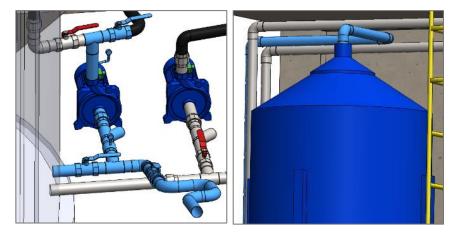


Figura 23: Circuito de llenado de medidores — Línea nueva auxiliar bomba 3 HP Fuente: Propia, 2021

Velocidad del fluido

La velocidad del fluido en este tramo sigue siendo la misma:

$$A = \pi r^2 = \pi (38.1)^2 = 4560.37 \ mm^2 = 0.00456 \ m^2$$

$$v = \frac{0.0083 \ m^3/s}{0.00456 \ m^2} = 1.82 \ m/s$$

Pérdidas en las tuberías

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

Donde:

 h_p = Pérdidas primarias (m)

f = Coeficiente de rozamiento

L = Longitud total de la tubería (m)

D = Diámetro de la tubería (m)

v = Velocidad del fluido (m/s)

 $g = Aceleración de la gravedad 9,8 m/s^2 (g)$

El coeficiente de rozamiento se puede hallar con la ecuación de Swamme-Jain:

$$f = 0.25 \left[\log_{10} \left[\frac{\varepsilon}{3.7 D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right] \right]^{-2}$$

Donde:

 ε = Rugosidad del acero: 0.046 mm (ver **Anexo 9**)

D = Diámetro de la tubería (m)

Re = Número de Reynols

El número de Reynols sigue siendo el mismo: 138267.948 (régimen turbulento).

Con los datos obtenidos se hallarán las pérdidas en cada tramo de la conexión. Como se indica, en esta línea solo cambio el tramo de descarga.

$$h_p = (0.0284) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(1.82)^2}{2 (9.8)}$$

Tabla 21: Pérdidas primarias en la línea nueva auxiliar de 3"

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión del fluido 3"	0.795	0.05
Descarga del fluido 3''	10.78	0.68

Las pérdidas primarias totales en la nueva línea auxiliar de llenado del nuevo medidor de 500 galones son de 0.73 m.

Pérdidas en accesorios.

$$h_s = k \left(\frac{(1.82)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Los accesorios de la nueva línea auxiliar conectados a la salida de la Bomba Centrífuga de 3 HP (ver Figura 12, 14 y 15), son los siguientes y generan las siguientes pérdidas de potencia:

Tabla 22: Pérdidas secundarias en la nueva línea auxiliar de 3"

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	1	0.9	0.1521
Tee	2	1.8	0.6084
Válvula globo	2	10	3.38

Las pérdidas secundarias en esta nueva línea auxiliar de llenado para un medidor nuevo de 500 galones de 4.5968 m. Sumando las pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida

de carga en las instalaciones de bombeo de esta nueva línea auxiliar de llenado de medidores (nuevo medidor de 500 galones) para el sistema de cubicación son de 5.33 m.

Parámetros del circuito de la bomba centrífuga de 5.5 HP

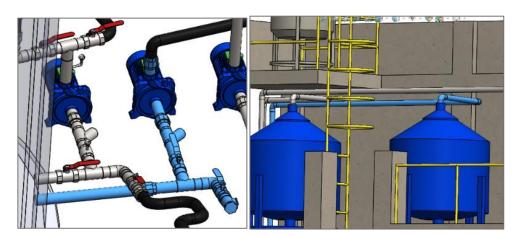


Figura 24: Circuito de llenado de un medidor de 500 gal – Línea nueva de la Bomba 5.5 HP

Fuente: Propia, 2021

Los parámetros del sistema del circuito de la bomba de 5.5 HP se mantienen, ya que no hubo modificación más que la longitud de la tubería de descarga.

Tabla 23: Parámetros de la nueva línea de 3" - Bomba centrífuga 5.5 HP

Diámetro (m)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	Re	f
0.0762	0.0083	3.07	233226.74	0.028

Pérdidas en las tuberías

$$h_p = (0.028) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(3.07)^2}{2 (9.8)}$$

Tabla 24: Pérdidas primarias en la nueva línea de la Bomba Centrífuga de 5.5 HP

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión del fluido 3"	1.68	0.3
Descarga del fluido 3"	13.1	2.32

Las pérdidas secundarias en este nuevo sistema de bombeo para esta línea se mantienen.

$$h_s = k \left(\frac{(3.07)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Los accesorios de la línea que emplea una Bomba Centrífuga de 5.5 HP (ver Figura 12, 14 y 15), son los siguientes y generan las siguientes pérdidas de potencia:

Tabla 25: Pérdidas secundo	rias en la línea	ı de la bomba de 5.5 HP
----------------------------	------------------	-------------------------

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	5	0.9	2.1638
Tee	1	1.8	0.8655
Válvula globo	2	10	9.6168

Sumando las nuevas pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida de carga en las instalaciones de bombeo de la línea que trabaja con la bomba centrífuga de 5.5 HP para el llenado del medidor de 500 gal para el sistema de cubicación es de 15.26 m.

Parámetros del circuito de la bomba de 3 HP

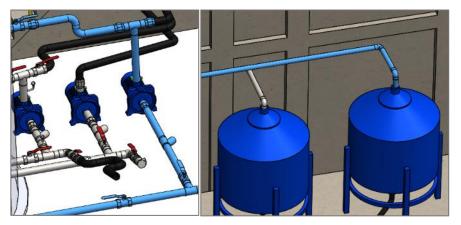


Figura 25: Circuito de llenado de un medidor de 500 gal – Línea nueva de la Bomba 3 HP

Fuente: Propia, 2021

Tabla 26: Parámetros de la nueva línea de 3" - Bomba centrífuga 5.5 HP

Diámetro (m)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	Re	f
0.0762	0.0083	1.82	138270.1385	0.0284

Los parámetros del sistema del circuito de la bomba centrífuga de 3 HP se mantienen, ya que no hubo modificación más que la longitud de la tubería de descarga.

Pérdidas en las tuberías

$$h_p = (0.0284) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(1.82)^2}{2 (9.8)}$$

Tabla 27: Pérdidas primarias en la nueva línea de 3"de la bomba de 3 HP

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión del fluido 3"	2.15	0.14
Descarga del fluido 3"	13.84	0.87

Las pérdidas secundarias en este nuevo sistema de bombeo para esta línea se mantienen.

$$h_s = k \left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

Donde:

k = Coeficiente de pérdida del accesorio (ver **Anexo 10**)

En la línea de 3" (succión de la bomba) la ecuación queda de la siguiente manera:

$$h_s = k \left(\frac{(1.82)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Los accesorios de la línea que emplea una Bomba Centrífuga de 3 HP (ver Figura 12, 14 y 15), son los siguientes y generan las siguientes pérdidas de potencia:

Tabla 28: Pérdidas secundarias en la nueva línea de 3" de la bomba de 3 HP

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	7	0.9	1.065
Tee	2	1.8	0.6084
Válvula globo	2	10	3.38

Sumando las pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida de carga en las instalaciones de bombeo de la línea que trabaja con la bomba de 3 HP para el llenado de medidores (medidor de 500 gal) para el sistema de cubicación es de 6.06 m.

LLENADO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Los parámetros y pérdidas del sistema de bombeo siguen siendo los mismos, no hubo ninguna modificación.

Parámetros del circuito de la bomba auxiliar de 3 HP

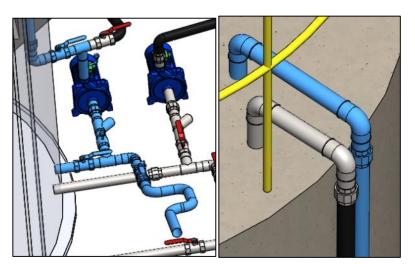


Figura 26: Circuito de llenado de tanque – Línea auxiliar nueva de la Bomba 3 HP

Fuente: Propia, 2021

Tabla 29: Parámetros de la nueva tubería de 3" - Bomba 3 HP (auxiliar)

Diámetro (m)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	Re	F
0.0762	0.0083	1.82	138270.1	0.0284

Pérdidas primarias.

$$h_p = (0.0284) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(1.82)^2}{2(9.8)}$$

Tabla 30: Pérdidas primarias en la nueva línea auxiliar de 3" – Bomba 3 HP

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión 3"	11	0.69
Llenado del	6 95	0.44
tanque 3''	0.55	0.11

Las pérdidas primarias totales en la línea auxiliar de llenado para el tanque de almacenamiento son de 1.13 m.

Pérdidas secundarias.

$$h_s = k \left(\frac{(1.82)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Tabla 31: Pérdidas secundarias en la nueva línea auxiliar de 3" – Bomba 3 HP

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	4	0.9	0.61
Válvula globo	2	10	3.38
Tee	2	1.8	0.61

Sumando las pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida de carga en las instalaciones de bombeo de la línea auxiliar de llenado del tanque de almacenamiento para el sistema de cubicación es de 5.73 m.

Parámetros del circuito de la bomba de 3 HP

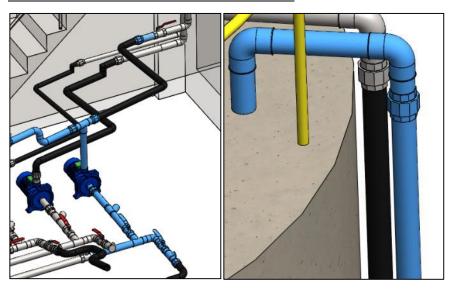


Figura 27: Circuito de llenado de tanque – Línea nueva auxiliar de la Bomba 3 HP Fuente: Propia, 2021

Tabla 32: Parámetros de la nueva tubería de 3" para llenado de tanque - Bomba 3 HP

Diámetro (m)	Caudal (m3/s)	Velocidad (m/s)	Re	f
0.0762	0.0083	1.82	138270.1385	0.0284

Pérdidas primarias

$$h_p = (0.0284) \frac{L}{(0.0762)} \frac{(1.82)^2}{2 (9.8)}$$

Tabla 33: Pérdidas primarias en la nueva línea de 3" para el llenado de tanque – Bomba 3 HP

Tramos	Longitud (m)	Pérdidas primarias (m)
Succión 3"	11.5	0.73
Llenado del tanque 3"	6.65	0.42

Las pérdidas primarias totales en la línea auxiliar de llenado del tanque de almacenamiento son de 1.14 m.

Pérdidas secundarias

$$h_s = k \left(\frac{(1.82)^2}{2 (9.8)} \right)$$

Y entonces:

Tabla 34: Pérdidas secundarias en la nueva línea de 3" para el llenado – Bomba 3 HP

Accesorio	Cantidad	k	Pérdidas secundarias (m)
Codo 90°	4	0.9	0.61
Válvula	2.	10	3.38
globo	2	10	3.30
Tee	2	1.8	0.61

Sumando las pérdidas totales primarias y secundarias, la pérdida de carga en las instalaciones de bombeo de la línea auxiliar de llenado del tanque de almacenamiento para el sistema de cubicación es de 5.74 m.

3.3.3. Mejora del recurso humano

Actualmente hay un total de 5 personas trabajando en todo el sistema de cubicación. Hay 2 asistentes encargados del sistema de bombeo de agua, un inspector que realiza la verificación del vehículo tanque, una secretaria y un jefe a cargo del área.

Diagrama 4: Organigrama de la empresa



Para la optimización del recurso humano solo se mantendrá a un asistente, al inspector, la secretaria y el jefe de área. Para hacer posible esto y ver que no es necesario la presencia de dos asistentes se mejorará el funcionamiento eléctrico de las bombas centrífugas y el control de llenado de los medidores. En la actualidad las bombas funcionan con pulsadores los cuales requieren de un seguimiento minucioso (e1 asistente se encarga de hacer esta labor), para reemplazar esto se propone un sistema eléctrico automatizado de bombas con electroniveles. Este sistema también servirá para controlar el llenado tanto de los medidores como del tanque de almacenamiento.

Se agrupará las 3 bombas de llenado del vehículo tanque como una sola, y las 2 bombas de 3 HP que se usan para llenar el tanque, también serán un solo grupo. Para el control de llenado y, encendido y apagado de las bombas se empleará electroniveles. Un sensor de nivel inferior estará colocado en el tanque de almacenamiento e indicará la cantidad mínima de agua requerida y otro sensor de nivel superior estará dentro del medidor y mostrará la cantidad máxima de agua que debe tener dicho medidor. Entonces, cuando sea momento de llenar el vehículo tanque, entrarán en operación las 3 bombas centrífugas, las cuales se irán deteniendo a medida que los electroniveles actúen, una vez terminada esta labor y sea hora de regresar el agua al tanque de almacenamiento, los electroniveles actuarán de la misma manera, pero ahora trabajando solo con las 2 bombas de 3 HP.

Los materiales para utilizar para este sistema eléctrico son:

- Contactor
- Relé térmico

- Interruptor monofásico
- Interruptor trifásico
- Selector de 3 niveles
- Electroniveles

A continuación, se detalla la conexión eléctrica de bombas con electronivel. La representación se hizo considerando una bomba, pero cabe recalcar que para nuestro serían 2 grupos, uno de 3 bombas y otro de 2 bombas.

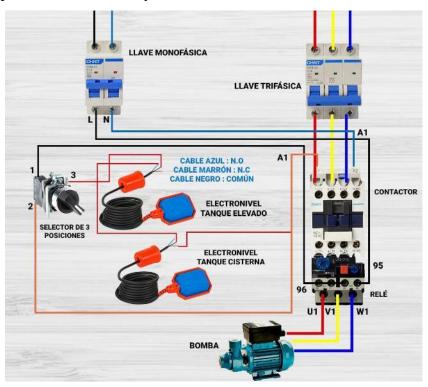


Figura 28: Conexión eléctrica de una bomba centrífuga con electroniveles

Fuente: Propia, 2021

De esta manera solo se necesitará un asistente que haga 3 cosas puntuales, encendido del sistema al inicio, hacer el cambio de llenado del tanque vehículo al llenado del tanque de almacenamiento y, por último, apagar el sistema de bombeo cuando haya finalizado todo.

3.4. Realizar los ensayos realizados durante la verificación.

Como principio de la verificación de vehículos tanques se sigue el procedimiento de acuerdo a lo establecido de la norma metrológica peruana.

Todo el personal involucrado en las actividades de inspección debe tener en cuenta lo siguiente:

- Realizar las actividades según lo establecido en los PETS (Procedimiento escrito de trabajo seguro).
- El plan de rutinas diarias em el "PR-MT-003 Pasos para el mantenimiento de equipos/instrumentos".
- Ejecutar las actividades evitando daño o deterioro en el vehículo tanque inspeccionado.

El jefe del OI

- a) Recibe solicitud presentada por el cliente (personalmente, por correo electrónico o vía telefónica)
 - b) Elaborar "FR-OP-001 Proforma del organismo de inspección".
- c) Especificar en la "Proforma del Organismo de inspección", la forma de pago y las condiciones de servicio.
 - d) Registrar las proformas no aceptadas ni la solicitud de estas.
 - e) Realizar la "FR-OP-002 Orden de trabajo"
 - El inspector
- a) Recibe la orden de trabajo (la cual es validada por el (*) *jefe* del Organismo de Inspección).
- b) Ordena al conductor estacionar el vehículo tanque en la plataforma a nivel, hace la revisión colocando el nivel de burbuja en las zonas donde se ubican los neumáticos del vehículo.
 - c) Coloca tacos de seguridad (según lo establecido en el FR-SST-048 PETS)
- d) Conecta a tierra el vehículo tanque de medición. Mediante el cable de puesta a tierra. (según lo establecido en el Pets correspondiente)
- e) Registra la fecha placa del tanque y la hora de ingreso del vehículo tanque en el "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
- f) Solicitar al conductor entregar los siguientes documentos (Los cuáles serán escaneados para guardarse en carpeta digital.)

		Requisitos	
Tipo de (*) (verificación)	Tarjeta de propiedad	Certificado de fabricación	Certificado de (*) (verificación) anterior
Inicial	X	X	
Periódica (posterior)	X		X
Extraordinaria (posterior)	X		X

g) Direcciona al conductor al área de espera, en donde permanecerá durante la verificación del tanque. Excepto cuando se necesite para el encendido del vehículo tanque (la suspensión del vehículo tanque sea neumática, para mover la unidad para retirar el agua que se utiliza para humedecer y/o cuando el inspector crea necesario su intervención).

1. IDENTIFICACION DE LA UNIDAD.

Registra el tipo de vehículo tanque, la marca, serie, capacidad nominal en (*) galones, numero de compartimientos, numero de ejes y año de fabricación del tanque de carga (*) Si fuera tanque semirremolque se registra placa, (*) del remolcador, así mismo el número de reporte de campo (*) y numero de proforma, lo cual se registra en el cuadro 1 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".

2. TIPO DE VERIFICACIÓN.

Especifica el tipo de verificación a realizar y el motivo de la verificación solo si fuera verificación inicial. De ser otro el motivo se especifica en el ítem correspondiente. (*) Los datos se registran en el cuadro 2 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".

3. CONDICIONES GENERALES.

Tanque De Medición Desgasificado.

Se realiza la apertura de la válvula API, de la válvula de emergencia y del recuperador de vapores.

Registra (*) en el cuadro 3.1 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación", si es conforme cuando El valor del LEL entregado por el detector de gases (*) sea igual a 0%; este valor garantiza la completa desgasificación del tanque.

NOTA: De ser NO CONFORME se detiene la verificación y se informa al jefe del OI. Presencia De Liquido Almacenado Entre Compartimientos (Revisión de mamparas, aplica para tanques de más de 1 compartimiento).

Retira los tapones superiores de la mampara.

Unta pasta detectora de combustible y agua a la varilla de metal.

Introduce la varilla de metal a cada orificio que hay encima del tanque entre las paredes de los compartimientos.

Verifica que no haya líquido almacenado y se registra en cuadro 3.2 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".

De existir líquido almacenado:

- Combustible: se procede a DETENER la verificación, se retira la unidad para reparación de mampara y se informa al jefe del OI.
- Agua: se retira el tapón que hay debajo del tanque entre mamparos para el vaciado completo del líquido siempre y cuando este no ocasione inundar el área de inspección.

Se retira los tapones inferiores de la mampara y permanecen abiertos para la revisión cuando los compartimientos se llenen; de caer líquido cuando se llenen los compartimientos seria indicativo de fuga interna a través de la mampara.

NOTA: De ser NO CONFORME se detiene la verificación y se informa al jefe del OI. INSPECCION INTERNA DEL COMPARTIMIENTO.

NOTA: Ingresa al tanque o compartimiento cuando el tanque recién haya sido construido, y aun no se le ha ingresado producto o por haberse realizado una modificación interna con previa desgasificación a la modificación. En el caso que el tanque haya tenido solo una modificación externa, no se realiza la inspección interna, o cuando los compartimientos no presenten rompeolas y se puedan inspeccionar desde la abertura de inspección.

NOTA: El inspector puede cambiar el orden de actividades descritas a continuación cuando crea conveniente y sin afectar el proceso correspondiente.

Revisa que no exista dentro del compartimiento madera muerta o cualquier otro cuerpo cuyo retiro o cambio podría modificar la capacidad del tanque.

- **3.3.2** Revisa que cada compartimiento tenga una forma tal que no se retenga aire durante el llenado ni líquido durante el vaciado, Ninguna estructura interna dificulta el llenado o vaciado completo ni crear espacios ocultos del compartimiento.
- **3.3.3.** Revisa que los rompeolas tengan no menos de 3 aberturas, una inferior, una superior y la tercera a lo largo de su plano horizontal con diámetro tal que permita la inspección del compartimiento. (solo para cisternas que presenten rompeolas)
- **3.3.4.** Revisa si presentan serpentines, calentadores y tubería de recuperación de vapor que no se puedan modificar o desmontar.

- **3.3.5.** Revisa que no se deban utilizar caños, molduras o tubos de ventilación y válvulas para cumplir con los requisitos antes mencionados.
- **3.3.6.** Revisa que el eje vertical de medición debe pasar lo más cerca posible del centro de las secciones horizontales del tanque.
- **3.3.7.** Revisa que la mesa de medición debe de ser de 150 mm x 150 mm y su espesor debe ser entre 4 mm y 6 mm.
- **3.3.8.** Revisa que el indicador del nivel de referencia cumple con el diseño y ubicación aprobado por INACAL.

Registra los resultados en el cuadro 3.3 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".

INSPECCION EXTERNA COMPARTIMIENTO.

Revisa que el o los dispositivos de descarga deben estar conectado a la parte más baja del cuerpo del tanque.

Revisa si existe la presencia de presencia de un dispositivo para recolectar el agua y las impurezas depositadas por el líquido contenido. (se permite solo para tanque es de construcción especial para aeropuertos)

Revisa que el tubo de descarga es lo más corto posible y tiene una pendiente suficiente hacia la válvula de cierre. Pendiente resultante de por lo menos 2°

Revisa que cada compartimiento debe tener una tubería de descarga independiente. Las tuberías deben identificarse claramente con el número correspondiente al compartimiento al que pertenecen.

Revisa que las válvulas de cierre deben ser de fácilmente accesibles y colocarse en la parte trasera o en el lado apropiado del tanque. Las tuberías de descarga, válvulas y sus conexiones no deben presentar fugas.

Revisa que cada compartimiento debe estar provisto de un dispositivo de cierre (manual o automático) separado en cada línea de descarga.

Revisa que cerca de la parte más baja de cada línea, se pueden instalar detectores de líquidos o mirillas, para verificar la vaciedad.

Revisa que la o las tuberías de descarga no deben ser flexibles y debe estar instalada rígidamente.

Registra los resultados en el cuadro 3.4 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".

INSPECCION DEL TANQUE.

- **3.5.1.** Revisar si el tanque está dividido en compartimientos, cada uno debe ser considerado como un tanque separado.
- **3.5.2.** Revisa que cada tanque debe estar compuesto de un cuerpo y dispositivos de descarga.
- **3.5.3.** Revisa que los compartimientos deben ser identificados en orden numérico ascendente, a partir del compartimiento más próximo a la cabina del vehículo y sus respectivas capacidades nominales deben indicarse.
- **3.5.4.** Revisa que la superficie del tanque no presenta abolladuras, perforaciones u otros que ocasionen fugas.
- **3.5.5.** Revisa el material del tanque tiene un coeficiente de dilatación lineal inferior a 33 x 10-6 °C-1. Esto se puede verificar en el certificado de fabricación del tanque, plaqueta de fabricación o declaración jurada del fabricante.
- **3.5.6.** Revisa que la capacidad de un tanque no debe desviarse en más de 10 % con respecto a la especificada en los documentos de diseño.
- **3.5.7.** Revisa que el domo debe estar montado en la parte superior del cuerpo, al cual debe estar soldado.
- **3.5.8.** Revisa que las líneas y dispositivos de ventilación cuya manipulación podría falsear el resultado de medición, deben ser protegidos contra manipulaciones imprudentes.
- **3.5.9.** Revisa que el sensor o los sensores de inclinación deben estar fijados rígidamente al tanque.
- **3.5.10.** El domo puede tener forma cilíndrica o paralelepipédica, con paredes laterales verticales.
- **3.5.11.** Registra los resultados en el cuadro 3.5 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
- 4. DETERMINACION DEL VOLUMEN RESIDUAL. (solo si la verificación es inicial)

Utiliza los medidores volumétricos pequeños, se ingresa un volumen no menor al volumen residual máximo permitido el cual se determina con la fórmula 1.

$$VRMP=0.00029*V_n+0.7...(1)$$

Donde:

VRMP=volumen residual máximo permitido

Vn=volumen nominal litros. Registra el volumen ingresado (Vi) en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".

4.2 Recoge el volumen mediante la válvula API del compartimiento dejando escurrir por 30 segundos el compartimiento.

Registra el volumen recogido (Vr) en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación". Para lo cual hará uso de los medidores de 1 L, 5 L, 10 L o de la probeta Graduada de 1000 mL

Si el volumen residual encontrado es menor o igual que el Volumen Residual Máximo Permitido es conforme al requisito 5.2.2.9.

$$Vi-Vr \le (0.00029*Vn+0.7) \dots (2)$$

Donde:

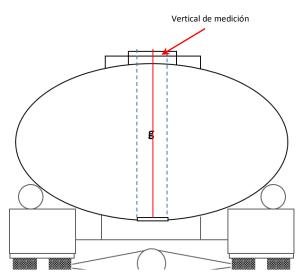
Vi=volumen ingresado en Litros.

Vr=volumen recogido litros.

Vn=volumen nominal litros.

5. DETERMINACION DE LA ALTURA TOTAL DEL COMPARTIMIENTO.

Utiliza la cinta de sondaje, para realizar la medición desde la mesa de medición hasta el borde superior.



De ser necesario utilizará el nivel de burbuja sobre la boca del Manhole como referencia para realizar la correcta medición de forma vertical.

b) El nivel de burbuja se coloca sobre el borde superior de la boca del Manhole, el cual



proyecta la altura de referencia logrando ubicar la cinta de sondaje de forma vertical para evitar mediciones de líneas no verticales.



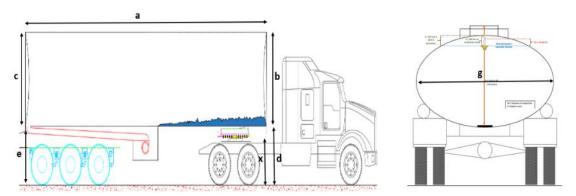
Borde sobre el cual se realiza la medición de las verticales

- **5.2** Registra los datos de la altura total del compartimiento (HV) en el cuadro 6 "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - 6. MOJADO DE LAS PAREDES INTERNAS DEL COMPARTIMIENTO.
 - **6.1.** Introduce la manguera en el primer compartimiento.
- **6.2.** Moja las paredes del o los compartimientos, llenando como mínimo un tercio de la capacidad nominal del compartimiento, para ello utiliza el agua contenida en los medidores volumétricos los cuales previamente han sido humedecidos, también se puede hacer uso mediante la manguera de presión si los compartimientos son pequeños y no poseen rompeolas.

- **6.3.** Verifica que la válvula a la salida del compartimiento que se encuentra comprendida entre dos válvulas se mantiene abierta y la otra del extremo cerrada, eliminando el aire encerrado en la tubería. (*)
- **6.4.** Garantiza el escurrimiento del agua de la manguera de carga. Se debe tener cuidado que las mangueras siempre se encuentren bien posicionadas y no se encuentren montadas.
- **6.5.** Verifica el cierre hermético de la boca de llenado (válvula API) cuando el tanque esta con agua.
- **6.6.** Dirige al chofer a la cabina del conductor para realizar el encendido del vehículo tanque, y generar movimientos de vaivén (delante- atrás) para humedecer por completo las paredes de los compartimientos cuando el compartimiento NO posee rompeolas. (*)
- **6.7.** Conecta el acople de descarga en la Válvula API del primer compartimiento, la cual se encuentra situada en la caja de válvulas.
- **6.8.** Realiza la descarga del o los compartimientos teniendo en cuenta el tiempo de escurrimiento de 30 segundos.
- a. De ser necesario ordena al conductor a mover la unidad para retirar el agua a su totalidad.

7. DIMENSIONES DEL TANQUE Y EXTREMIDADES.

Realiza la medición de las dimensiones del tanque de carga mediante el uso de la cinta métrica.



Registra las dimensiones en cuadro 5 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".

7.3. Realiza la medición mediante el uso de la cinta métrica y/o regla T y de ser necesario el nivel de burbuja de las distancias de las extremidades del tanque de carga vacío

al plano horizontal sobre el cual descansan las ruedas del vehículo tanque. Ver guía de uso de la cinta métrica y la regla T.

- **7.4.** Registra las mediciones en el cuadro 5 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - 8. DIMENSIONES Y PRESIONES DE LOS NEUMATICOS.
- **8.1.** Realiza la medición de las dimensiones de cada uno de los neumáticos cuando el tanque está vacío, con la cinta métrica o de ser necesario con la regla T y el nivel de mano, cuando el diseño del aro tenga una superficie sobresaliente como se muestra a continuación.
 - **8.2.** Registra las mediciones en el cuadro 4 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo



de verificación".

- **8.3.** Realiza la medición de presión a todos los neumáticos cuando el tanque este vacío incluyendo los ejes posteriores que cuenten con 4 ruedas la medición se realiza en psi.
- **8.4.** Registra las mediciones en el cuadro 4 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - **8.5.** Registra la especificación del neumático y la marca, ejemplo:
 - 11 R 22.5
 - 295 / 80 R 22.5
- **8.6.** Realiza la búsqueda en el catálogo de acuerdo con el fabricante, comparando los valores de presión y diámetro exterior.

*Datos extraídos del catálogo virtual del fabricante de la marca BRIDGESTONE:

0	n	Ţ	Ė		,					0
medida	tolas	presión máx. filbras x pulgadasi	tridice de carga	carga n neumá simples			locidad náx. (krryh)	ancho de flanta (pulgadas)	ancho max. (mm)	diametro e: (mm)
atos té	ecnic	OS 105	141/137	2.500	2.300	(I)	120	700	258	1.018
10.00 R 20	16	115	146/143	3.000	2.725	(L)	120	7.50	273	1.051
11.00 R 20	16	120	150/146	3.350	3.000	(L)	120	8.00	296	1.080
12.00 R 20	18	125	154/149	3.750	3.250	(L)	120	8.50	308	1.135
11.00 R 22	16	115	150/146	3.350	3.000	(L)	120	8.00	296	1.133
	16	115	146/143	3.000	2.725	(L)	120	8.25	272	1.049
11 R 22.5	10					17001	400	0.00	0.000	
	16	115	150/146	3.250	3.000	(L)	120	9.00	297	1,080
11 R 22.5		115 120	150/146	3.250 2.800	3.000 2.575	(1)	120	9.00 8.25	297	1.080
11 R 22.5 12 R 22.5	16		150/146 152/148			1000				

http://www.neumaticosmedica.com.ar/imagenes/catalogo_productosBRIDGESTONE.pdf

9. TEMPERATURA INICIAL DEL LIQUIDO Y DEL AMBIENTE

9.1. Introduce el vástago del termómetro de indicación digital en el termopozo del primer medidor volumétrico utilizado para la verificación.



Ubicación del termómetro en el termopozo del medidor volumétrico para realizar la medición de la temperatura del agua

- **9.2.** Realiza la lectura del termómetro (*), considerando el Tiempo de estabilización del instrumento. Ver guía de uso del termómetro.
- **9.3.** Registra la temperatura del agua en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
- **9.4.** Retira el termómetro del termopozo y realiza la lectura de la temperatura ambiente, considerando el tiempo de estabilización del instrumento.
- **9.5.** Registra la temperatura del ambiente en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - 10. LLENADO DEL PRIMER COMPARTIMIENTO.
- **10.1.** El orden de llenado de los compartimientos es del número menor (compartimiento más próximo a la cabina del conductor) al mayor.
- **10.2.** Realiza la determinación del volumen a llenar, para ello utiliza los medidores volumétricos bajo las siguientes condiciones en la que fueron calibrado dichos medidores

volumétricos: Tiempo de descarga, tiempo de escurrimiento, válvula totalmente abierta además de enrasar al volumen nominal de los medidores volumétricos; ver guía de uso de los medidores volumétricos.

- **10.3.** Registra el volumen leído de los medidores volumétricos en el cuadro de volumen leído del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
- **10.4.** Corrige cualquier error debido a la calibración, Si se retira o se agrega agua por corrección de volumen se debe registrar la cantidad de volumen y los medidores volumétricos pequeños utilizados.
- 11. DETERMINACION DE LA VAARIACION DE LA ALTURA DE REFERENCIA.
- a. Mide la altura de referencia desde la mesa de medición hasta el borde superior teniendo en cuenta lo mencionado en el punto 5.1 y .5.2.
- b. Registra la altura total del compartimiento (HLl), en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
- c. Si la variación es menor o igual que el mayor de los valores 2 mm y H/1000 entonces es conforme al requisito 5.2.2.3.

$$H_v - H_{ll} \le \left(2 \text{ mm y } \frac{H}{1000}\right) \dots (3)$$

Donde:

 H_{ν} = altura del compartimiento vacio.

 H_{ll} = altura del compartimiento lleno

H = altura de referencia.

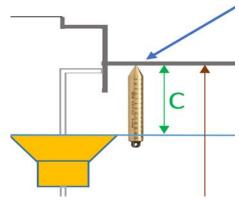
- 12. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DEL LÍQUIDO.
- **12.1.** Unta pasta detectora sobre la cinta de sondaje.
- **12.2.** Mide dos veces consecutivas la altura del líquido h1 y h2; la segunda de estas medidas (h2) será la medida principal; si la diferencia de ambas medidas es mayor a 1 mm, se procede a realizar otra toma de 2 muestras consecutivas.
- **12.3.** Registra la altura del líquido en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - 13. AJUSTE DEL INDICADOR DE REFERENCIA.

Realiza el ajuste del indicador de referencia al nivel del líquido.

13.2. Registra si realiza el ajuste del indicador en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".

14. DETERMINACIÓN DEL ESPACIO VACIO.

- **14.1.** Unta pasta detectora sobre la plomada de la cinta de sondaje.
- **14.2.** Ingresa la plomada al interior del tanque para el lado donde está ubicado el nivel de referencia.



- 14.3. Realiza la lectura del espacio vacío (C)
- **14.4.** Registra el espacio vacío en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
- **14.5.** Si la altura del espacio vacío resulta como máximo el 10% de la altura del compartimiento o 155 mm (el que sea menor) entonces es conforme al requisito **5.2.2.23**. (*Verificación posterior*)

$$C \le (10 \% \text{ H o } 155 \text{ mm}) \dots (4)$$

Donde:

C =altura del espacio vacio.

H = altura de referencia.

- 15. DETERMINACIÓN DE LA SENSIBILIDAD.
- **15.1.** Agrega con uno o varios medidores volumétricos estando el compartimiento lleno hasta su nivel de referencia, un volumen medido que permita variar la altura del líquido en exactamente 2,0 mm o 3,0 mm. **Se aplica la siguiente fórmula para estimar el volumen mínimo agregado:**

$$Va \ge \left\{ (Vn * 3.785412) * \frac{0.1}{100} \right\} L \dots (5)$$

Donde:

Va = volumen agregado en litros.

 V_n = volumen nominal en galones.

De ser necesario se puede ingresar más volumen para variar de 2,0 mm

o 3,0 mm

- **15.2.** Registra el volumen agregado (Va) en el cuadro de ensayos realizados del "FR/CB-OP-004 **Reporte de campo de verificación".**
 - 15.3. Mide la altura del líquido.
- **15.4.** Registra la variación del líquido (d) en el cuadro de ensayos realizados del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - **15.5.** *Determina la sensibilidad* (*) mediante la siguiente fórmula.

$$\Delta h = d x \frac{Vn}{(Va x 1000)} \dots (6)$$

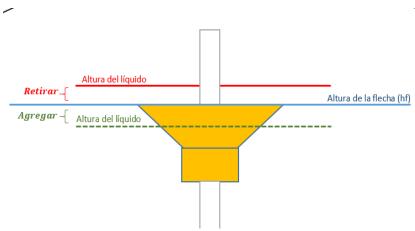
Donde:

 $\Delta h;$ sensibilidad del tanque o compartimiento en mm para 0,1 % del volumen d; variacion de la altura de liquido en milímetros

Vn; volumen nominal en litros

Va: volumen agregado en litros

- **15.6.** Si $\Delta h \geq 1,5$ mm entonces es conforme al requisito 5.4.2.1 (debido a la incertidumbre de medición por el método utilizado en la determinación de la sensibilidad del tanque se podrá aceptar valores a partir de 1,0 mm)
- **15.7.** Registra la sensibilidad obtenida *en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".*
 - 16. DETERMINACION DEL ERROR INICIAL.



16.1. Utiliza los medidores volumétricos pequeños para agregar y retirar agua hasta llegar al nivel de la flecha.

- **16.2.** Registra el volumen agregado o retirado en litros en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - **16.3.** Unta pasta detectora sobre la plomada de la cinta de sondaje.
 - 16.4. Mide la altura del líquido.
- **16.5.** Registra la diferencia entre la altura líquido (h2) y la altura de la flecha (hf) en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - **16.6.** Determina el error inicial mediante la siguiente formula:

Altura líquido - Altura de la flecha
$$\leq 3\Delta h \dots (7)$$

- **16.7.** Si la diferencia entre la altura de la flecha y la altura del líquido es menor o igual que el triple de Δh entonces es conforme al requisito 5.1.2.
 - **16.8.** Se convierte el volumen agregado o retirado a porcentaje.

$$\epsilon \% = 100 * \frac{|Vn - Vf|}{Vn} ...(8)$$

Donde:

 ε % = Error en porcentaje

Vn = volumen nominal

Vf = volumen de la flecha

- 17. VARIACION DEL COMPARTIMIENTO CONTIGUO.
- **17.1.** Se llena el segundo compartimiento y se sigue los mismos pasos que para el primer compartimiento.
 - **17.2**. Unta pasta detectora sobre la plomada de la cinta de sondaje.
 - 17.3. Se vuelve a medir la altura de líquido del primer compartimiento. (h3).
- **17.4**. Registra la altura del líquido (**h3**) del primer compartimiento en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
- 17.5. Determina la variación del compartimiento contiguo mediante la siguiente formula.

$$h_2 - h_3 \le \Delta h \dots (9)$$

- 17.6. Si la variación es menor o igual que ∆h entonces es conforme al requisito 5.2.2.417.7. Se sigue la misma secuencia para los demás compartimientos.
- 18. DIMENSIONES DE LAS EXTREMIDADES CUANDO EL TANQUE ESTA LLENO.

- **18.1.** Realiza la medición mediante el uso de la cinta métrica y/o regla T y de ser necesario el nivel de burbuja de las distancias de las extremidades del tanque de carga vacío al plano horizontal sobre el cual descansan las ruedas del vehículo tanque
- **18.2.** Registra las mediciones en el cuadro 4 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - 19. PRESION FINAL DE LOS NEUMATICOS.
- **19.1.** Realiza la medición de presión a todos los neumáticos cuando el tanque este vacío incluyendo los ejes posteriores que cuenten con 4 ruedas la medición se realiza en psi.
- **19.2.** Registra las mediciones en el cuadro 4 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - 20. DESCARGA DEL COMPARTIMIENTO.

Nota: aplica para las cisternas de más de 1 compartimiento.

- **20.1.** Realiza la descarga del penúltimo compartimiento y sigues los mismos pasos desde el **17.2**
 - **20.2.** Realiza la descarga de todos los compartimientos
 - 21. REPETIBILIDAD
 - **21.1.** Llena el primer compartimiento.
 - **21.2.** Mide la altura del líquido del primer compartimiento.
- **21.2.1.** Registran la altura de repetición (**h4**) en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - **21.3.** Determina la variación entre 2 ensayos sucesivos mediante la siguiente formula.

$$h_2 - h_4 \le 2\Delta h \dots (10)$$

- **21.4.** Si la variación entre 2 ensayos sucesivos es menor o igual que el $2\Delta h$; entonces es conforme con el requisito **5.2.2.1.**
- **21.5.** Se sigue la misma secuencia para los demás compartimientos, sin repetir la determinación de la sensibilidad.

22. VOLUMEN DE EXPANSION

- **22.1.** Agrega usando los medidores volumétricos un volumen medido mayor o igual al 1% de su capacidad nominal. El agua debe ingresar sin rebalsarse.
- **22.2.** Registra el volumen de expansión ingresado en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - **22.3.** Determina el volumen de expansión mediante la siguiente formula.

$$V_e \ge 1\% V_n \dots (11)$$

Donde:

Ve = volumen expansion.

Vn = volumen nominal.

- **22.4.** Si el volumen de expansión es mayor o igual al 1% del volumen nominal es conforme al requisito **5.2.2.23.**
- **22.5.** Todo tanque o compartimiento deberá tener un volumen de expansión como mínimo de 1% de su capacidad nominal o 100 mm medidos desde la parte superior (domo) del compartimiento (el que sea mayor) en verificación inicial.

23. TEMPERATURA FINAL DEL LIQUIDO Y DEL AMBIENTE

- **23.1.** Introduce el vástago del termómetro de indicación digital en el termopozo del último medidor volumétrico utilizado para la verificación.
- **23.2.** Realiza la lectura del termómetro (*), considerando el Tiempo de estabilización del instrumento.
- **23.3.** Registra la temperatura del agua en el cuadro de ensayos realizados del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
- **23.4.** Retira el termómetro del termopozo y realiza la lectura de la temperatura ambiente, considerando el Tiempo de estabilización del instrumento.
- **23.5.** Registra la temperatura del ambiente en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".

24. CARACTERISTICAS DEL PRECINTADO.

24.1 Si todos los requisitos son conformes o el único requisito no conforme es el de la determinación del error inicial debido a un error mayor que el error máximo permitido, se procede con el precintado. Si en cambio hay otro requisito no conforme no se realiza el precintado.

Para realizar el precintado se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- Realizar el ajuste adecuado a los pernos de sujeción del nivel de referencia.
- Utilizar el menor recorrido del cable para el precintado.
- La numeración debe ser visible desde la parte superior.





- **24.2.** Registra el número de precintos utilizados en el cuadro 6 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - **24.3.** Descarga la totalidad de los compartimientos.
 - 25. PLACA DE IDENTIFICACIÓN DE VERIFICACIÓN.
- **2.5.1.** Realiza el grabado de la placa, capacidad, numero de certificado y numero de compartimientos en la placa de verificación.
 - **25.2.** Fija la placa de identificación de verificación.
 - 26. EQUIPOS/INSTRUMENTOS UTILIZADOS.
- **26.1.** Registra los equipos utilizados en el cuadro 7 del "FR/CB-OP-004 Reporte de campo de verificación".
 - 27. RETIRO DE LA UNIDAD
- **27.1.** Registra el lugar de inspección, nombre del inspector y hora de salida del vehículo tanque.
 - 28. ELABORACION DE DOCUMENTOS.
 - **28.1.** Elabora el "FR/CB-OP-005 Informe de verificación", (*)
 - **28.2.** Elabora el "FR/CB-OP-008 Estimación de incertidumbre de vehículos tanque".
- **28.3.** Elabora el "FR/CB-OP-009 Documento del sistema de medición", (SOLO VERIFICACION INICIAL)
- **28.4.** Elabora certificado de verificación como unidad de verificación metrológica. (Certificado UVM)
 - **28.5.** Entrega los documentos anteriores al jefe del OI. (*)
 - 1. Valida los siguientes documentos:
 - FR/CB-OP-004 Reporte de verificación.
 - FR/CB-OP-008 Estimación de incertidumbre de vehículos tanque
 - FR/CB-OP-005 Informe de verificación
 - FR/CB-OP-009 Documento del sistema de medición

- FR/CB-OP-006 Certificado de verificación.
- 2. Emite y Firma el FR/CB-OP-006 Certificado de verificación. A la vez pide al Inspector la suscripción de su firma en dicho certificado.
- 3. Entrega al cliente el certificado FR/CB-OP-006 Certificado de verificación (*), el cliente debe firmar el FR-OP-003 Reporte de Cargo de entrega.
- 4. Archiva en el file los documentos emitidos de cada tanque los cuales ordena correlativamente y los guarde en el almacén de documentos.
- 5. Emite un nuevo FR/CB-OP-006 Certificado de verificación, asignando: A después del código de certificado (*) en caso de requerir alguna corrección en los documentos emitidos, aclarando el error presentado y dando a conocer lo correcto.

DOCUMENTOS ASOCIADOS:

Código	Nombre
FR-OP-001	PROFORMA ORGANISMO DE INSPECCIÓN
FR-OP-002	ORDEN DE TRABAJO
FR-OP-003	REPORTE DE CARGO DE ENTREGA
FR/CB-OP-004	REPORTE DE CAMPO DE VERIFICACION
FR/CB-OP-005	INFORME DE VERIFICACION
FR/CB-OP-006	CERTIFICADO DE VERIFICACION
FR/CB-OP-008	ESTIMACIÓN DE INCERTIDUMBRE DE VEHÍCULOS TANQUE
FR/CB-OP-009	DOCUMENTO DEL SISTEMA DE MEDICIÓN
FR-SST-048	PETS

Ya habiendo comprobado los dos diseños se realiza el siguiente cuadro comparativo donde se visualiza la optimización del tiempo

Tabla 35: Cuadro comparativo del sistema antes y después del rediseño.

ITEMS	DISEÑO INICIAL	DISEÑO ACTUAL
Tiempo de llenado	04:00 horas aproximadamente.	02:00 horas aproximadas.
Sistema de bombeo	3 HP, 5.5 HP y 3 HP.	3 HP, 5.5 HP y 3 HP.
Sistema automático	No tiene.	Se instaló electroniveles.
Sistema de tubería	Tubería auxiliar tiene reducción de 3" a 2"	Se tiene una sola sección de 3"
Capacidad de tanque	12 100 galones	18 000 galones
Tanques auxiliares	100 y 50 galones	Uno de 500 galones

El tiempo aproximado de llenado del sistema actual está en las 02 horas para 15 000 galones los cuales se obtuvo una muestra del mes de enero a marzo del 2022 donde se realizó el rediseño y se encuentran en el anexo 16, en estos se tiene una muestra de 138 reportes realizados en campo donde el tiempo de llenado varia de 1:50 horas hasta las 2:12 horas teniendo el promedio de 02 horas para el llenado.

3.5. Evaluar los costos del nuevo diseño y elaboración de plan de mantenimiento.

3.5.1. Inversión

Los costos de rediseño se centran en los sistemas modificaciones, los cuales son:

- Nuevo sistema eléctrico de bombas centrífugas.
- Nuevo medidor de 500 gal.
- Tuberías y accesorios.

A continuación, se detalla los precios unitarios de los materiales, equipos y accesorios a adquirir:

Tabla 36: Precios unitarios de los elementos a implementar

ELEMENTO	CANTIDAD	P/U (S/.)	P/T (S/.)
Tablero eléctrico automatizado equipado	1	4800	4800
Electroniveles	2	62	124
Tuberías y accesorios	1 glb	750	750
Medidor 500 gal	1	3800	3800
	TOTAL		S/9,474

Entonces la inversión inicial es de S/9, 474,00. Ahora, con las pruebas se puede verificar que el tiempo normal de trabajo para un vehículo tanque de 15 000 gal se redujo de 4 horas a 2 horas y 30 minutos de esta manera se gana tiempo durante el día y por ende se puede atender a más clientes (CANTIDAD), lo que económicamente significa un ingreso adicional de producción, cabe mencionar también que, al optimizar el recurso humano de 2 asistente a solo uno, se está ahorrando un sueldo de S/2,000 soles.

El sueldo del resto de empleados es el siguiente: Inspector S/3,500, secretaria S/2,500 y Jefe de Área S/4,500. Esto da un total de S/10,500 más el sueldo del único asistente, S/12,500.

El historial de la empresa indica que gastan S/500 por mantenimiento cada dos meses.

3.5.2. VAN y TIR

Para verificar la rentabilidad del nuevo sistema de bombeo y los años de retorno de la inversión se procede a calcular el VAN y TIR.

Tabla 37: VAN y TIR del nuevo sistema de bombeo

	0	1	2	3	4	5
Inversión Inicial	-9474					
Gastos en personal		-12500	-12500	-12500	-12500	-12500
Gastos en operación,		-3000	-3000	-3000	-3000	-3000
mantenimiento u otros						
TOTAL EGRESOS	-9474	-15500	-15500	-15500	-15500	-15500
Ingresos por aumento de clientes en		20000	20000	20000	20000	20000
el mismo tiempo						
TOTAL DE INGRESOS		20000	20000	20000	20000	20000
BENEFICIOS NETOS		4500	4500	4500	4500	4500

VAN: 6747.49

TIR: 38%

3.5.3. Plan de mantenimiento

El plan de mantenimiento se aplicará al sistema de bombeo constituido por las 3 bombas centrífugas, tuberías, accesorios y todo el sistema eléctrico. También abarca los medidores y el tanque de almacenamiento.

El plan de mantenimiento tendrá el siguiente esquema:

Tabla 38: Esquema del plan de mantenimiento

ÍTEM	SISTEMA	ELEMENTOS	ACTIVIDADES		AÑO	
	PRINCIPAL	EEEIVIEIVIOS	11011,12122	MES 1	MES 2	MES 3

En el **Anexo 11** se muestra el plan de mantenimiento programado de manera semanal y mensual durante un año calendario.

3.5. Discusión de resultados

- Aunque al principio se consideró cambiar de posición los medidores de agua, se terminó eligiendo la modificación de la línea auxiliar de descarga hacía los medidores, ya que era esta la que mayor pérdida en potencia generaba (22.72 m). Con el nuevo sistema la pérdida total en esta línea es de 5.33 m, además, al no haber ninguna reducción que genera aumento de velocidad de fluido y pérdida de presión (causas de cavitación) se reducen los daños a la tubería y bomba centrífuga.
- Tener las tres líneas con el mismo diámetro de tubería llenando medidores con la misma capacidad volumétrica (500 galones) genera un trabajo de descarga uniforme, por eso se tomó la decisión de reemplazar los medidores pequeños de 100 y 50 galones respectivamente, ya que además de no tener una alta capacidad, su conexión requería de muchos accesorios.
- En cualquier trabajo es necesario la presencia del hombre para actividades de supervisión y control, y en algunos casos, operación, aunque ahora la tecnología nos da la posibilidad de hacer los procesos más automatizados. La intención es está, automatizar el funcionamiento del sistema de bombeo mediante un sistema eléctrico con electroniveles. Esta implementación reduce la cantidad de asistencia de 2 a 1, lo cual al final impacta en el tema económico de la empresa de manera favorable.
- Los ensayos de verificación de vehículos tanques según la normativa establece requisitos por el cual se tiene que cumplir los ensayos realizados al vehículo tanque realizando pruebas y ensayos en las instalaciones según la capacidad del vehículo a verificar. (sea verificación inicial o periódica)
- El consumo de agua sigue siendo prácticamente el mismo, en lo que se pudo optimizar es en el tiempo de encendido de una de las bombas, exactamente de la línea auxiliar. Además, se puede reducir la potencia de dicha máquina debido a que ahora tiene menos pérdidas de potencia. Igual es algo que queda a una futura evaluación.
- En un principio se creía que la inversión sería alta pero cuando se llevó a cabo el rediseño se verifico que el presupuesto no excedería ni siquiera los S/10,000 y que sería fácil de recuperar sin ningún problema, además, el optimizar la mano de obra también genera un ahorro para la empresa. Solo con la reducción de 2 a 1 asistente se está ahorrando S/24,000 al año, un asistente gana S/2,000. Con respecto al plan de mantenimiento, se proyectó un cronograma anual con actividades a ejecutar de manera semanal.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Hacer que la tubería mantenga el mismo diámetro a la salida de una bomba centrífuga permitió que la velocidad no varíe tanto, esto favorece en la reducción de las pérdidas de potencia, además, evita también que aparezca fenómenos como la cavitación que afecta a la tubería y a la misma máquina.
- Centrarse en la parte crítica del sistema nos dio la posibilidad de optimizar el tiempo de llenado y descarga tanto de los medidores como del tanque de almacenamiento. Hubo una reducción de pérdidas de potencia significativo de 22.72m a 5.33m en la línea auxiliar.
- El simple hecho de enfocarse en la mejora de las partes críticas del sistema ayuda a optimizar toda la línea. Este proyecto nos demostró que no es necesario rediseñar todo un conjunto para poder obtener resultados favorables. La inversión se puede recuperar solo con la optimización de la mano de obra, es decir, en un lapso de 5 meses se puede recuperar los S/10,000.
- Realizando más factibles para realizar los ensayos para al vehículo de acuerdo a norma metrológica peruana NMP023:2017 y obtener resultados congruentes y en el tiempo más corto posible.
- No se pudo obtener un impacto favorable en el consumo de agua debido a que los equipos prácticamente siguen siendo los mismos. Aunque con un mejor manejo de válvulas se puede evitar desperdiciar suministro.
- Los costos de rediseño son totalmente accesibles para la empresa ya que lo recupera con tan solo el sueldo del personal reemplazado por la parte automatizada de las bombas y control de llenado de medidores y tanque. El TIR arroja un valor de 38%, el cual es bastante favorable para la empresa. El plan de mantenimiento se centra en las bombas ya que son las máquinas que estarán más tiempo en operación, este programa ayuda a extender su vida útil.

4.2. Recomendaciones

- Siempre es necesario verificar y estudiar cada parte y elemento del sistema, esto permite que se identifiquen los puntos críticos. Se recomienza emplear alguna matriz que ayuda a identificar los problemas de una línea o sistema en general. Una vez mapeada la parte crítica actuar sobre ella con la intención de mejorarla o reemplazarla favorablemente.
- Designar bien los tramos de recorrido de tuberías es importante para cualquier tipo de instalación, ya que esto nos permitirá tener la mayor o menor pérdida de potencia, la cual al final se resume en la capacidad de la bomba a seleccionar y el consumo eléctrico cuando esta máquina esté en operación.
- La optimización del recurso humano es recomendable siempre y cuando exista una máquina que pueda hacerlo mejor que el humano, y eso implica factores como la precisión, tiempo, control y eficiencia.
- Un análisis económico siempre nos permite identificar que tan rentable es la ejecución de un proyecto de cualquier índole, por eso se recomienda ejecutar métodos como el VAN y el TIR. Estas herramientas muestran los beneficios netos año por año.
- Es prácticamente obligatorio tener un plan de mantenimiento preventivo mensual o anual de cada equipo o máquina, esto permite que tengan un índice bastante bajo de fallas inesperadas, además, extiende la vida útil de dichos equipos y no afecta la operación de trabajo.

5. REFERENCIAS

- Alvarado Quiliche, Á. G. (2018). Diseño de un sistema de bombeo estacionario automático para evacuación de 72 litros por segundo de aguas subterráneas en la Minera Aurífera. Trujillo, Perú.
- Al-Weali, A. H., El-Din, M., Al-Kabi, A., Al-Mamari, A., Kazem, H. A., & Chaichan, M. T. (2016). *Optimium Design and Evaluation of Solar Water Pimping System for Rules Areas*. Baghdad, Iraq.
- Cengel, Y. A., & Boles, M. A. (2012). *Termodinámica Séptima edición*. México: McGraw-Hill .
- Cengel, Y., & Boles, M. (2007). Termodinámica Séptima edición.
- Dong, S., & Sun, X. (2018). An improved sucker rod pumping system model and swabbing parameters optimized design. Aberdeen, Escocia.
- EcuRed. (31 de Octubre de 2020). *EcuRed*. Obtenido de EcuRed: https://www.ecured.cu/Generaci%C3%B3n_de_Energ%C3%ADa_El%C3%A9ctri ca
- Ecured.cu. (2020). *Ecured.cu*. Obtenido de Ecured.cu: https://www.ecured.cu/Bombas Hidra%C3%BAlicas
- Fluideco. (2017). *Fluideco*. Obtenido de Fluideco: https://fluideco.com/que-es-una-bomba-centrifuga/
- Fuso. (2017). *Fuso*. Obtenido de Fuso: https://www.fuso.com.pe/blog/que-es-camion-cisterna-aplicaciones/
- González Monroy, B. (2015). Instalaciones Hidráulica, Sanitaria y Eléctrica. México.
- Grández Noriega, L. G. (2018). Sistema de bombeo de agua para mejorar el proceso de succión y riego de los vehículos cisternas de la empresa Construcción y Administrción SA Bagua 2018. Tarapoto, Perú.
- INEI. (2020). *Instituto Nacioanl de Estadística e Informática*. Obtenido de Instituto Nacioanl de Estadística e Informática: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib171 5/libro.pdf
- Ingemecanica. (2019). *Ingemecanica*. Obtenido de Ingemecanica: https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html

- Instituto Nacional de Estadistica e Informatica. (2018). *Un análisis de la eficiencia de la gestión municipal de residuos sólidos en el Perú y sus determinantes*. Lima, Perú .
- Medina Ilatoma, E. (2018). Diseño de un sistema de bombeo automatizado para mejorar el suministro de agua en el hospital regional de Lambayeque. Chiclayo, Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (2019). Estadística Eléctrica por Regiones. Lima, Perú.
- Mott, R. L. (2004). Mecanica de fluidos aplicada. México: Pearson.
- Ortiz Masek, G. A. (2006). El golpe de ariete en sistema de abastacemiento de agua potable.
- Quilinox. (2020). *Quilinox*. Obtenido de Quilinox: https://quilinox.com/2020/05/19/npsh-y-las-bombas-cuando-menos-es-mejor/
- Quirion, P. (2002). Fundamentos de la hidraulica. Montreal, Canadá.
- Rios Llúncor, G. F., & Carranza Díaz Yover. (2018). Sistema de control basado en IOT para monitorear el sistema de bombeo de agua de hogares en Chiclayo. Chiclayo, Perú.
- SONDAGUA. (2017). *SONDAGUA*. Obtenido de SONDAGUA: http://www.sondagua.cl/blog/una-bomba-hidraulica-funciona/
- Vishnu Kalaiselvan, A. H., Subramaniam, U., Shanmugam, P., & Hanigovszki, N. (2016). A comprehensive revies on energy efficiency enhancement initiatives in centrifugal pumping system. India.
- Zegarra Pino, C. (2019). Modelos de operación de reservorios de almacenamiento de agua potable del distrito Puente Piedra, Provincia de Lima en el 2018. Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo 1. Coeficiente de Fricción de Hazen-Williams

Mantanial	Coeficiente de Fricción de Hazen-Williams
Material	С
Hierro Fundido Sin recubrimiento Interno	130
Acero Sin Recubrimento Interno	120
PVC, PEAD	150
Acero Galvanizado	120
Concreto (Superficie Rugosa)	120
Concreto Centrifugado	130

Anexo 2. Norma Metrológica Peruana NMP 023 2017

NORMA	NMP 023
METROLÓGICA PERUANA	2017
Dirección de Metrologia - INACAL	
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)	Lima, Perú

VEHÍCULOS Y VAGONES TANQUE Requisitos y Método de Ensayo.

VEHICLE AND RAIL TANKERS Requirements and Testing Method.

2017-12-15 1ª Edición

Resolución Directoral 010-2017-INACAL/DM. Publicada el 2017-12-23 LC.S.: 17.020

Basado en 35 páginas

Descriptores: Instrumento de medición en general. Vehículos y vagones tanque.

Anexo 3. Modelo de cuestionario

Dirigida a al personal de la empresa S & H Ingenieros S.R.L.		
Tema: Rediseño del sistema de cubicación certificado con capacidad de 15 000 gal/hora		
CUESTIONARIO		
Fecha:/		
Nombre del entrevistado:		
OBJETIVO:		
Conocer la problemática sobre los defectos del actual sistema de cubicación certificado.		
PREGUNTAS:		
1. ¿Considera usted que el diseño actual del sistema de cubicación es óptimo?		
2. ¿Cree usted que se puede reducir las pérdidas en tuberías en el sistema de bombeo		
actual?		
3. ¿Considera usted que la potencia del sistema es la adecuada para la cantidad de caudal		
que se maneja?		
4. ¿El sistema actual de bombeo carece o sobra de accesorios hidráulicos?		

i. ¿Le gustaría que el sistema de cubicación actual sea rediseñado para optimizar los
iempos de trabajo?
s. ¿Cada cuánto tiempo se le aplica un mantenimiento preventivo al sistema de bombeo
ictual?

ntrevistador:
LABORADO POR: Gonzales Atencio, Jose Jonathan



www.uss.edu.pe

CÓDIGO DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.



APROBADO MEDIANTE RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N.º 199 -2019/PD-USS

Versión: 7	F. Implementación: 06/11/2019	Página 1 de 17
Elaborado por: Vicerrectorado	Revisado por: Consejo	Aprobado con Resolución de
de Investigación	Universitario	Directorio Nº 199-2019/PD-USS

Anexo 5. Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú

CÓDIGO DE ÉTICA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

TÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES

CAPÍTULO I DE LA BASE LEGAL

Artículo 1.º La Ley N.º 24648, Ley de Creación del Colegio de Ingenieros del Perú, promulgada el 20 de enero de 1987.

El Artículo 6.º de la Ley 24648 señala que un Estatuto aprobado por Decreto Supremo determinará de conformidad con la presente ley todo lo concerniente a la conformación, atribución y funciones de los diversos órganos del Colegio, el empleo y la distribución de sus rentas, las normas de colegiación y el ejercicio de la profesión de los ingenieros nacionales y extranjeros, las normas sobre Defensa y Ética Profesional y todos los otros aspectos que sean convenientes para su mejor funcionamiento.

Artículo 2.º El Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, que establece el funcionamiento de los organismos deontológicos, así como las Faltas y los Procedimientos Disciplinarios.

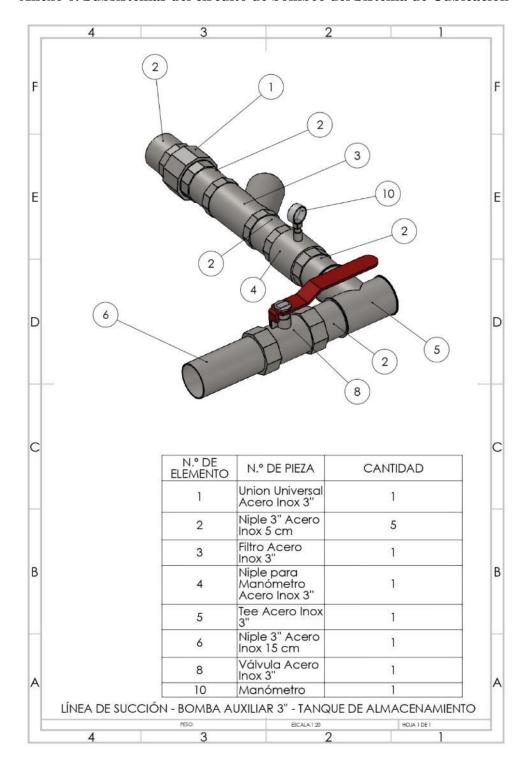
Artículo 3.º La Ley N.º 16053, que autoriza al Colegio de Ingenieros del Perú supervisar a los profesionales de Ingeniería de la República.

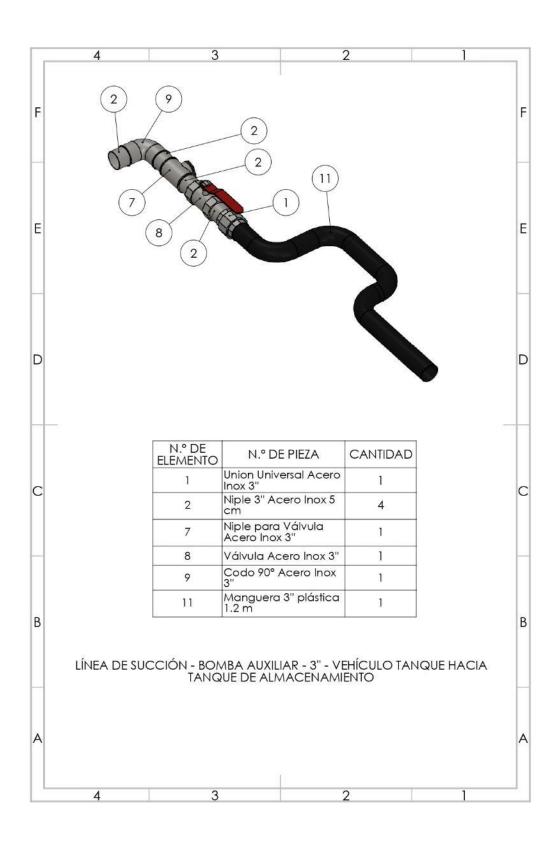
Artículo 4.º La Ley N.º 28858, Ley que complementa la Ley N.º 16053, Ley que autoriza al Colegio de Ingenieros del Perú para supervisar a los profesionales de Ingeniería de la República y velar por que estas actividades se desarrollen dentro de las normas de ética profesional; además establece que todo profesional que ejerza labores propias de Ingeniería y de docencia de la Ingeniería, de acuerdo a Ley, requiere poseer grado académico y título profesional otorgado por una universidad nacional o extranjera debidamente revalidado en el país, estar colegiado y encontrarse habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú.

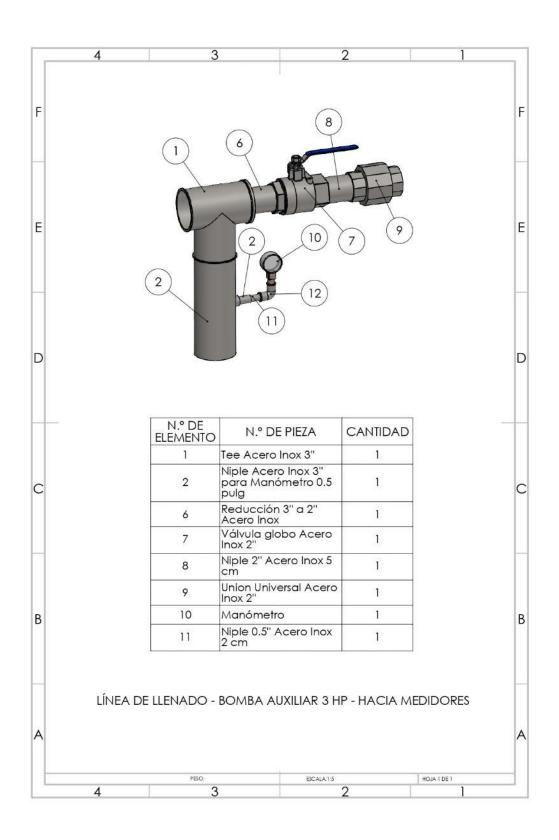
Artículo 5.º El Reglamento de la Ley N.º 28858, aprobado por el Decreto Supremo N.º 016-2008-VIVIENDA, que establece los criterios para la adecuada aplicación y cumplimiento de la Ley N.º 28858.

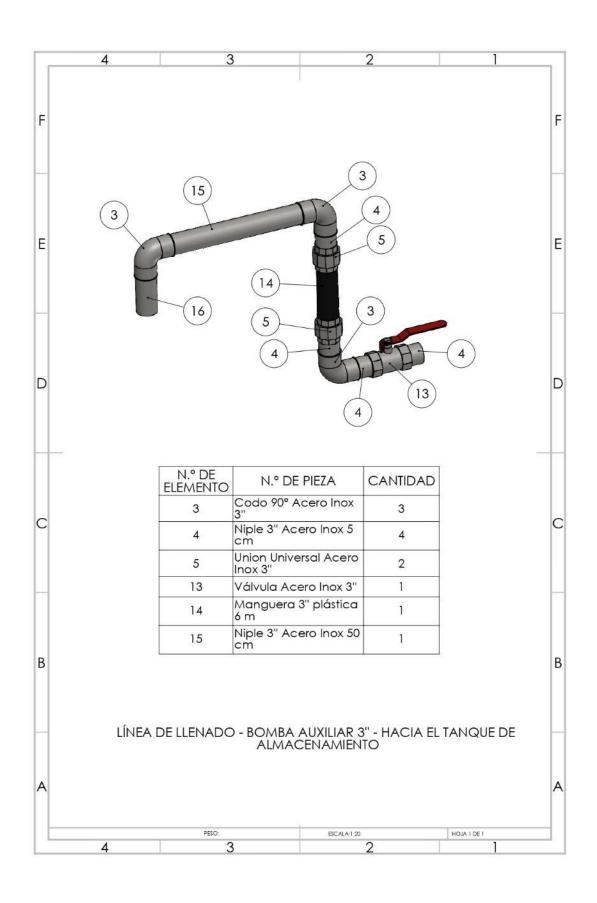
Artículo 6.º Texto Único Ordenado de la Ley del Procedimiento Administrativo General, Ley N.º 27444, aprobado mediante el Decreto Supremo N.º 06-2017-JUS, el cual rige supletoriamente en los procedimientos disciplinarios.

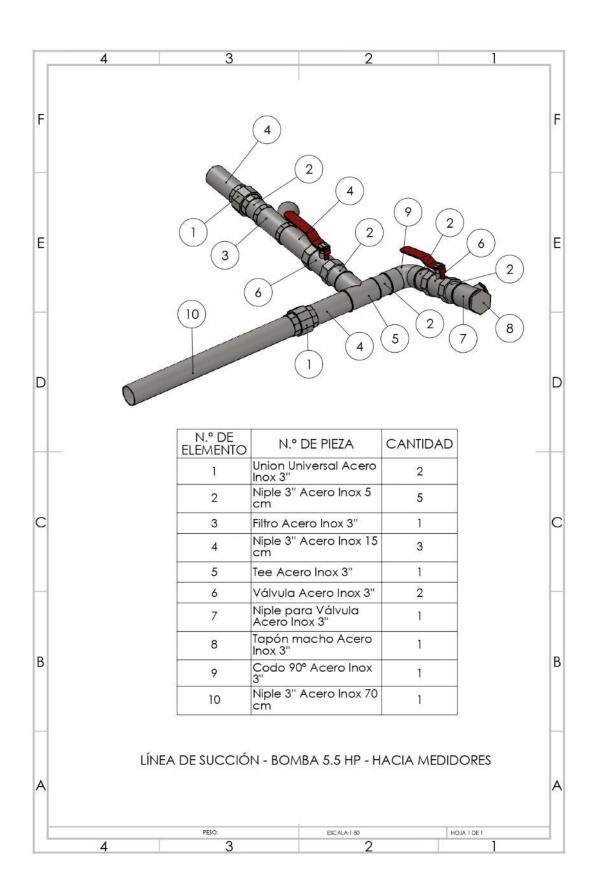
Anexo 6. Subsistemas del circuito de bombeo del Sistema de Cubicación

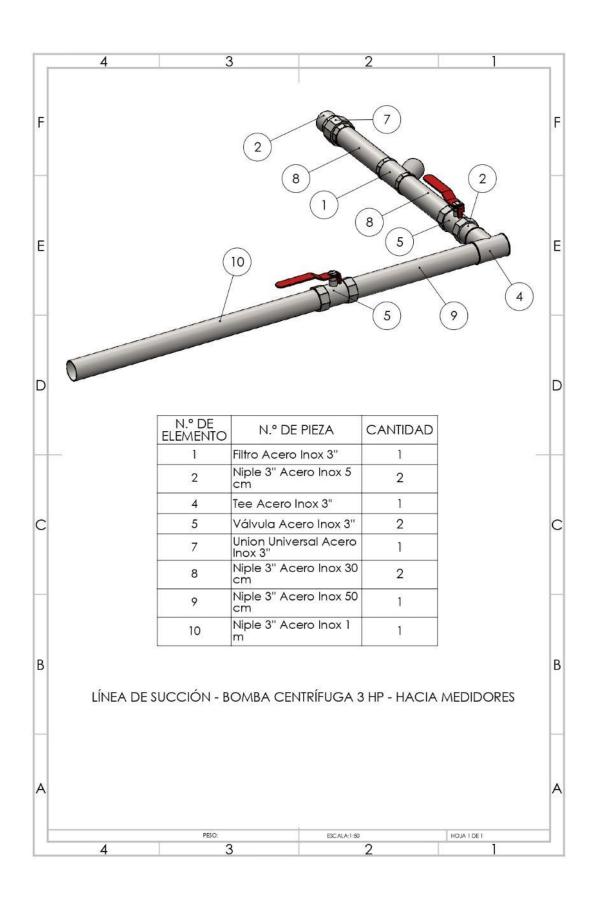


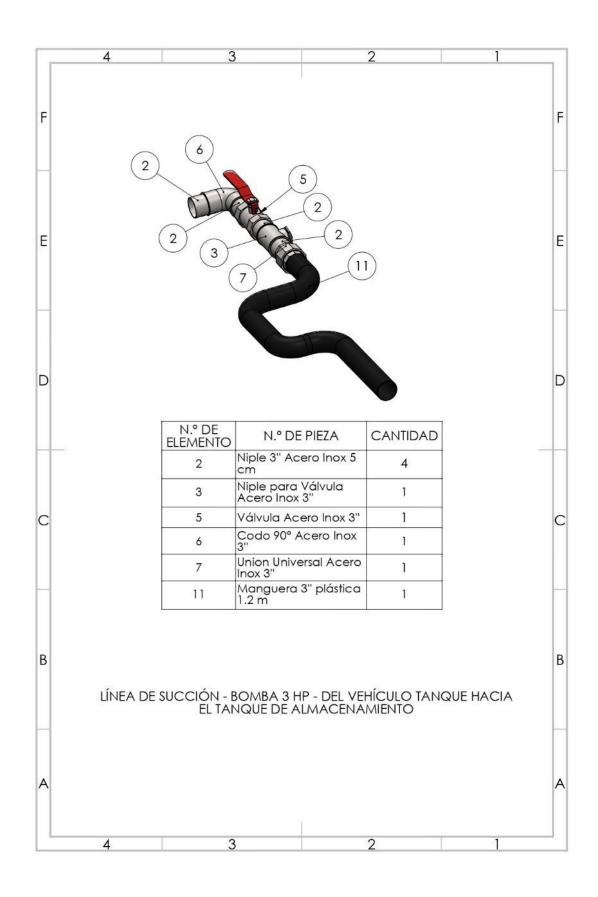








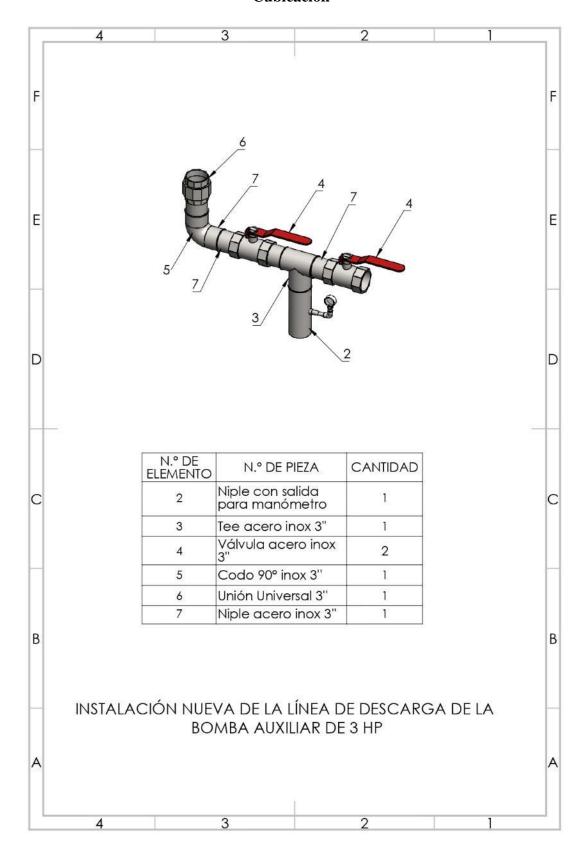




Anexo 7

Línea nueva de descarga de la bomba auxiliar de 3 HP del Sistema de

Cubicación



Anexo 8. Velocidades permisibles del fluido según el material de la tubería

TUBERIAS DE:	Velocidad máxima
	Permisible (m <i>l</i> s)
Concreto simple hasta <u>0.45 m</u> de diámetro	3.0
Concreto reforzado de <u>0.60 m</u> de diám . O mayor	3.5
Asbesto - Cemento	5.0
Acero galvanizado	5.0
Acero sin revestimiento	5.0
Acero con revestimiento	5.0
Polietileno de alta densidad	5.0
PVC (Policloruro de vinilo)	5.0

Anexo 9. Rugosidades relativas de materiales

Material	Rugosidad ∈ (m)	Rugosidad € (pie)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	3.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}
Tubo extruido; cobre, latón y acero	1.5×10^{-6}	5.0×10^{-6}
Acero, comercial o soldado	4.6×10^{-5}	1.5×10^{-4}
Hierro galvanizado	1.5×10^{-4}	5.0×10^{-4}
Hierro dúctil, recubierto	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Hierro dúctil, no recubierto	2.4×10^{-4}	8.0×10^{-4}
Concreto, bien fabricado	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Acero remachado	1.8×10^{-3}	6.0×10^{-3}

Anexo 10. Coeficiente de pérdidas en accesorios

Válvula esférica, totalmente abierta	K = 10
Válvula de ángulo, totalmente abierta	K = 5
Válvula de retención de clapeta	K = 2,5
Válvula de pié con colador	K = 0.8
Válvula de compuerta, totalmente abierta	K = 0,19
Codo de retroceso	K = 2,2
Empalme en T normal	K = 1,8
Codo de 90° normal	K = 0,9
Codo de 90° de radio medio	K = 0.75
Codo de 90º de radio grande	K = 0.60
Codo de 45°	K = 0,42

Anexo 11. Plan de mantenimiento del sistema de bombeo

	PLAN ANUAL D	E MANTENIMIENTO	cópigo	1	T																																		
	PREVENTI	VO 2022 - 2023	VERSIÓN		1																																		
	SISTEMA	A DE BOMBEO	FECHA DE APROBACIÓN	6/01/202	2																	2022																	
				1		ENERG)		FEBRER	0		MARZO		A	BRIL	Ш	MA	YO		JU	NIO	T	JUL	JO.		AGOS	STO		SETTEN	MBRE		OCTU	BRE		NOVIEMB	BRE		DICIEME	BRE
ITEM	SISTEMA PRINCIPAL	ELEMENTOS	AC	TIVIDADES	51	52 5	3 54	55	56 5	7 58	59	510 511	512	13 514	515 51	6 51	7 518	519 5	20 52	1 522	523 S	24 525	526	527 S	521	530	531 53	533	534	535 53	537	538	539 540	541	542 54	63 544	545	546 5	947 548
	SISTEMA DE BOMBEO	NA DE BOMBAS moter y moter y moter se en les conexiones se electrices a venieur y Majes a venicultros HIDRÁLILICOS n le tape del banque kivole de boys					9	P		P		P	P			P		p	P			P		P	P			P		P	P			P		P	P		
		s y trempes s (posibles fuges) ue en uniones ades s paso de distribución	P		,	Р	P	•	P	P		P	P	Р		Р	ı	,	P	P		P	P		P	P		P	A		P	p	,	Þ	۵		P		
					TOTAL	EPICIENO L MTO	2	TOTAL		4	TOTAL		3 1	OTAL M1			EFICIE AL MTO)		TAL MT		4 101				EFICE AL MTO		4 1013			з тота		4	TOTA		3	TOTAL		4
		R Realiz A Apixo P Progra Avano	edo edo emedo	0 0 2	Realize Aplaza Progra Avano	edo do medo	0	Realiza Aplaza Progra Avance	do do medo	0 R	eelizado plazado rograma:	do	O Res	ilzado szado gramado	, _	O Re	eltrado lazado agramad		O Real O Apla 4 Pros	Izado zado gramado		O Res	Izado zado zemado		O Real O Apix 4 Prog	rado rado ramado		0 Realiz 0 Aplaz 3 Progra 0 Avans	zedo zedo remedo	0	Realtz Apiso Progn Avano	rado rado ramado	0	Realize Aplaza Progra Avano	edo edo emedo	0 0 4 0%			

Anexo 12. Guía de observación in situ

	(SM			RFP	ORT	E DE			OP.			IFI	СА	CIÓ	ίΝὸ				\vdash				o: C	_	1	V 30/1	er (1
N° I	Reporte			Fech			CAI	IVII	Proform	na				CIC	714		ra de	<u> </u>	<u> </u>	, do		ra de	_	_	<u> </u>				_
	Campo RC-CIX-CB-	2022-		Inspec				_	N":	P	F-CIX	-CB-2	022-				icio					mino					SE	DE	
1. II	DENTIFICACION	I: PLA	CA DE	L VEH	HICUL	AT O.	NQUE	::[PL	AC.	A D	ELI	REN	/OI	LCAI	OOF	R: [
1	Marca del tanque N° Ejes del tanque						_	_	erie de		_									gale	nes	_				nque			
5	Nro. Compartimie	_					6		apacid Año de			•								Sair	лез	-	_ Se □ Va			lque que	tane	que	
2. T	IPO DE VERIFIC	ACIÓI	N:	INI	CIAL		PE	ERIO	DICA			EXT	RAC	RD	INA	RIA													
									O SOLO					_	INIC	IAL	Ma	4DE no	lono		n olko			raeko	nia kia	-0.0	ekso lá	Laten	_
\vdash	Cambio de posición so Transferencia de chasi		is.	-		ación que ación del							inicia	il.				difica									ELIDIC	gica	s.
	Violación de precinto o	de la flec	ha.		Modific	ación que	e altera	las ca	racterís	icas té	cnica	s del 1	tanqu	ie.			Otr	o (esp	ecific	ar):								_	_
3. 0	ONDICIONES G	ENER	ALES:									_			_											_			
3.1	Tanque desgas	sificado	0	<u>c</u>	NC D	c	NC	c □	NC	c	NC	_	C5	NC	-	C6	NC	c	C7	NC	c	$\overline{}$	NC	c	C9	NC .	c	$\overline{}$	NC
	I				-C2		- C3		C3- C4	-	C4 -				- C6			6 – C7			7-0	_	_	C8 -	C0			- C10	_
3.2	Revisión de ma (8.5.2.2 NMP 023-2		as	c	NC	c	NC	С	N	c	c	NC		c	N	\rightarrow	c	, n	ic	c		NC		c	NO	_	с	ı	NC
Obser	rvaciones:	,							1 L					ш						_					_	1			
																												_	_
3.3.	INSPECCION INTER	RNA DE	L COMP	ARTIM	IENTO					c	NC.	c	2 NC	c	NC.	c	4 NC	c cs	NC	c C6	NC	c	7 NC	c	NC.	c	NC.	C1	10 NC
3.3.1	No presenta dentro retiro o cambio pod	iría modif	icar la cap	acidad d	el tanque	e (5.2.2.11	NIMP O	23)																					
3.3.2	Cada compartimient ni líquido durante e completo ni crear es	el vaciado	o, Ninguna	estruct	ura inter	na dificult	ta el ller	nado (
3.3.3	Los rompeolas posee largo de su plano	(5.2.2.10 NMP 023) Itines calentadores y tubería de recuperación de vapor que no se puedan																											
3.3.4		es calent	adores y t		e recuper	ración de v	vapor qu	ie no s	e pueda	n 🗆																			
3.3.5	No se deben utilizar requisitos antes mer	caños, m	olduras o t	tubos de		ión y válvu	ilas para	cump	lir con lo	s 🗆																			
3.3.6	El eje vertical de me	edición d	ebe pasar	lo más		sible del o	centro d	fe las	seccione	s																			
3.3.7	horizontales del tano La mesa de medición	n debe de			150 mm	y su espes	or debe	ser en	tre 4 mn	' _									_	╗									
3.3.8	y 6 mm (5.4.2.2 NM) El indicador del nive		encia cum	ple con e	el diseño.																								
Obser	rvaciones:																												
3.4.	INSPECCION EXTE	DNIA DE	I COMB	ADTIM	IENTO						1	-	2	C	3	С	4	C5	Т	C6	Т	c	7	CE	8	C9	9	C1	10
3,4,	Debe asegurar la de					edad del I	liquido d	conten	ido en e	C	NC	С	NC	С	NC	с	NC	С	Т	П	NC	С	NC	С	NC	С	NC	П	NC
3.4.1.	tanque. El dispositivi tanque. (5.3.1.1 MM El tanque es de cor	P 023)																	4	_									
3.4.2.	dispositivo para reco (5.3.1.2 NMP 023)																												
3.4.3	El tubo de descarga e de cierre. Pendiente							hacia	la válvul	a 🗆																			
3.4.4	Cada compartimient deben identificarse of pertenecen (5.3.1.4)	claramen	te con el r									_								-									
3.4.5	Las válvulas de cierro en el lado apropiado deben presentar fug	e deben s o del tan	ser de fáci que. Las t	uberías c								_						_		╗				_		_			
3.4.6	Cada compartimien automático) separad	to debe	estar pr	ravista d				rrre (n	nanual	, _										╗									
3.4.7	Cerca de la parte m mirillas, para verifica	nás baja	de cada li	nea, se	pueden			s de l	iquidos (, _										╗									
3.4.8	La tubería no debe s		023)																										
Obser	rvaciones:																												
3.5.	INSPECCION DEL	TANOU	E						С	NC	П																С	T	NC
3.5.1	Si el tanque está div	que está dividido en compartimientos, cada uno debe ser considerado tanque separado. (3.2.1 NIMP 023)																no debe								cto		-	
3.5.2	Cada tanque debe e (3.2.2 NMP 023)				rpo y dis	positivos	de desc	arga.			3.5	,	El don	no de	be est	tar m	ontad	lo en la								ebe		Ţ	
3.5.3	Los compartimientos partir del compartim	s compartimientos deben ser identificados en orden numérico ascendente, a tir del compartimiento más próximo a la cabina del vehículo y sus respectivas pacidades nominales deben indicarse. (5.1.6.2 NMP 023)										.8	Las lin	easy ado o	dispo fe m	sitivo edició	sdev in, de	entilac eben s											
3.5.4	La superficie del tar ocasionen fugas. (5.:	nque no	presenta				u otras	que			3.5			sor o	las se	ensore	es de	inclina	ción o	debe	n esta	ar fija	idos r	ígidar	nente	al		T	
3.5.5	El material del tanqu ""C" o el coeficiento	e tiene u	n coeficier								3.5.	10	El dor	то р	Jede	tener	form	na cilin		о ра	aralel	lepipe	édica,	con	pared	des		T	
Obsei	rvaciones:	_ ac ands		IIIE	que				•				avil fi	VC	. sreath													_	

TANQUE

FR/CB-OP-004	Revisado: CC	Ver 08
REPORTE DE CAMPO DE VERIFICACIÓN	Aprobado: GG	30/11/2021

4. DIMENSIONES Y PRESIONES DE LOS NEUMATICOS:

(cm) (psi) (cm) (psi)	•	•			VA	ACÍO				L	LENO.	
1 12 1 12 1 13 12 13 13 14 14 15 14 15 15 16 16 15 16 16 17 17 18 18 19 18 19 19 18 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19				Dimensión	Presión		Dimensión	Presión		Presión		Presión
2 13 3 14 3 3 14 15 5 16 5 16 5 16 5 16 5 16 5 16 5 1		س س س		(cm)	(psi)		(cm)	(psi)		(psi)		(psi)
3 14 3 14 15 15 4 15 15 16 16 15 16 16 17 17 18 18 17 18 18 19 19 18 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19 19			1			12			1		12	
4 15 4 15 S 16 5 16 To 17 6 17 Neumáticos (presiones y dimensiones recomendados por el fabricante) S 18 19 8 19 S 19 8 19 S 10 10 21 10 21 C NC NC 11 22 11 22		TTT	2			13			2		13	
		Щ Щ Щ	3			14			3		14	
C NC NC NC NC NC NC NC		ظه طه طه	4			15			4		15	
The stratum of the strategy			5			16			5		16	
Neumáticos (presiones y dimensiones recomendados por el fabricante) 7 18 7 18 8 19 8 19 19 10 10 10 10 10 10			6			17			6		17	
recomendados por el fabricante) 8 19 8 19 (5.1.6.1 NMP 023-2017) 9 20 9 20 (5.1.6.1 NMP 023-2017) 10 21 10 21 11 22			7			18			7		18	
(5.1.6.1 NMP 023-2017) C \(\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c			8			19			8		19	
C NC 11 22 11 22			9			20			9		20	
	(5.1.6.1 NIMP 023-2017	/	10			21			10		21	
Observaciones	C \square	NC □	11			22			11		22	
Observaciones:	Observaciones:		•					•		•		•

5. MEDIDAS D	EL TANQUE	Y DE LAS E	XTREMIDAD	DES		Cuen	ita con Base	Tipo S S	SI 🗌 N	ю 🗌
			Sin carga	(cm)					Con carga (cm)
a	b	С	d	e	f	g	х	d'	e'	x'

6. ENSAYOS REALIZADOS.

Compa	artimientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPACIDAD NOMII	NAL (galones)										
VOLUMEN INGRESA	ADO; Vi (litros)										
VOLUMEN RECOGI	DO; Vr (litros)										
VOLUMEN RESIDUA	AL Vi – Vr (litros)										
ALTURA DEL LIQUII	DO PRINCIPAL; h2 (cm)										
ALTURA DE ESPACI	O VACIO; C (cm)										
VOLUMEN AGREGA	ADO; Va (L)										
VARIACIÓN DE ALT	URA; d (mm)										
SENSIBILIDAD; Δh ((mm)										
	(mm)										
ERROR INICIAL	(litros)										
	%										
ALTURA DEL C. COI	NTIGUO; h3 (cm)										
VOLUMEN DE EXPA	ANSION; Ve (galones)										
REPETIBILIDAD; h4	(cm)										
ALTURA TOTAL LLE	NO; H _{LI} (cm)										
SE REALIZA EL AJUS	STE DEL DISCO										
	- Disco Manhole										
ALTURA DEL COMP	PARTIMIENTO h2+C (cm)										
Observaciones			T° del Am	hiente	Inicial (°C)						
			i uei Alli	DICILLE	Final (°C)						
			T° del liqu	iido	Inicial (°C)						
								. acraqe		Final (°C)	

7. EQUIPOS / INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA INSPECCIÓN:

	Equipo	Código	Equipo	Código
\boxtimes	Medidor volumétrico patrón 500 gal		Cinta métrica de sondaje	
	Medidor volumétrico patrón 500 gal		Cinta métrica	
	Medidor volumétrico patrón 100 gal		Termómetro	
	Medidor volumétrico patrón 50 gal		manómetro	
	Medidor volumétrico patrón 5 gal		Regla T metálica	
	Probeta de 1 Litro		Medidor de tiempo (cronometro)	
	Medidor volumétrico patrón 10 L		Detector de gases	
	Medidor volumétrico patrón 5 L		Nivel de burbuja	
	Medidor volumétrico patrón 1 L			



FR/CB-OP-004	Revisado: CC	Ver 08
REPORTE DE CAMPO DE VERIFICACIÓN	Aprobado: GG	30/11/2021

							8. VOL	UMEN L	EIDO DE I	LOS MED	IDORES	VOLUME	TRICOS	EN GALO	NES					
N°	(Comparti	imiento :	1	-	Comparti	imiento .	2		Compart	imiento :	3		Compart	imiento -	4		Compart	imiento .	5
	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04
1																				
2																				
3																				
4																				
- 5																				
- 6																				
7																				
- 8																				
9																				
10																				\square
- 11																				
12																				-
13																				\sqcup
V																				
VT																				

							VOLUM	EN LEIDO	DE LOS	MEDIDO	RES VOL	UMETRI	COS EN G	SALONES								
N°	(Comparti	imiento (5	Compartimiento 7				Compartimiento 8				(Compart	imiento :	9	Compartimiento 10					
	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04	SH-MVP01	SH-MVP02	SH-MVP03	SH-MVP04		
1																						
2																						
3																						
4																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13 V																						
VT																		l				
=	vaciones: In	ndicar si se u	rean madida	ras valumá	tricos negu	eños							V080 dol	jefe del O	1.		V°B° del inspector del OI:					
Ousei	vaciones.	iuicai si se u	isan mediac	nes voidine	tricos pequ	ellos							V B GEI	jele del O			V D UEI	inspector o	iei Oi.			

Anexo 13. Juicio de Expertos.

GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: DIEGO ENRIQUE OBREGON GALVEZ

Centro laboral: S&H INGENIEROS S.R.L

Título profesional: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Grado: INGENIERO Mención:

Institución donde lo obtuvo: Universidad Señor de Sipán

Otros estudios

2. Instrucciones

Estimado(a) especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tienes que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N° 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa(x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Juicio de experto

INDICADORES	(CAI	EG	ORÍ	A
INDICADORES	1	2	3	4	5
 Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma(visión general) 				X	
 Coherencia entre dimensión e indicadores(visión general) 					X
 El número de indicadores , evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada(visión general) 				X	
 Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades(claridad y precisión) 					X
 Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia) 					X
 Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto(pertinencia y eficacia) 				X	
 Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido 					X

 Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas(control de sesgo) 	X	
 Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden) 	X	
 Los ítems del instrumento, son coherentes en términos de cantidad(extensión) 	X	
 Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado(inocuidad) 	X	
12. Calidad en la redacción de los ítems(visión general)		X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)		X
 Grado de relevancia del instrumento (visión general) 		X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)	X	
Puntaje parcial	32	35
Puntaje total	•	

Nota: Índice de validación del juicio de experto (Ivje) = [puntaje obtenido / 75] x 100=92%

4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
E1 instrumento observado	de investi	gación está	El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
	Cuanto ma	is se acerque	el coeficiente a cero (0), mayor error habrá
en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado): Como resultado obtuvo 902%, siendo un valor muy alto en la escala de validación, siendo apto para su aplicación.

6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, **DIEGO ENRIQUE OBREGON GALVEZ**. identificado con **DNI**. N° 44494556. certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el (los) tesistas

1 Gonzales Atencio Jose Jonathan, en la investigación denominada: "REDISEÑO DEL SISTEMA DE CUBICACIÓN CERTIFICADO CON CAPACIDAD DE

15000 GAL/HORAS PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS TANQUES".



GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: JUNIOR ADRIAN CARHUATANTA CASTRO

Centro laboral: S&H INGENIEROS S.R.L

Título profesional: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Grado: INGENIERO Mención:

Institución donde lo obtuvo: Universidad Cesar Vallejo

Otros estudios

2. Instrucciones

Estimado(a) especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tienes que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N° 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa(x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Juicio de experto

INDICADORES	(CAI		ORÍ	Α
INDICADORES	1	2	3	4	5
 Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma(visión general) 					X
 Coherencia entre dimensión e indicadores(visión general) 				X	
 El número de indicadores , evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada(visión general) 				X	
 Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades(claridad y precisión) 					X
 Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia) 				X	
 Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto(pertinencia y eficacia) 					X
 Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido 					X

Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas(control de sesgo)		X	
 Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden) 			X
 Los ítems del instrumento, son coherentes en términos de cantidad(extensión) 			X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado(inocuidad)			X
12. Calidad en la redacción de los ítems(visión general)		X	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)		X	
 Grado de relevancia del instrumento (visión general) 			X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)		X	
Puntaje parcial		28	40
Puntaje total			

Nota: Índice de validación del juicio de experto (Ivje) = [puntaje obtenido / 75] x 100= 90,7%

4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento observado	de investi	gación está	El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
	Cuanto má	is se acerque	el coeficiente a cero (0), mayor error habrá
en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado): Como resultado obtuvo 90,7%, siendo un valor muy alto en la escala de validación, siendo apto para su aplicación.

6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, CARHUATANTA CASTRO JUNIOR ADRIAN. identificado con DNI. Nº 44462417. certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el (los) tesistas

1 Gonzales Atencio Jose Jonathan, en la investigación denominada: "REDISEÑO DEL SISTEMA DE CUBICACIÓN CERTIFICADO CON CAPACIDAD DE

15000 GAL/HORAS PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS TANQUES".



GUÍA, JUICIO DE EXPERTOS

1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: JOSE BENNY AMAYA CISNEROS

Centro laboral: HERZAB SAC

Título profesional: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Grado: INGENIERO Mención:

Institución donde lo obtuvo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Otros estudios: Maestría en Gestión de mantenimiento (en curso).

2. Instrucciones

Estimado(a) especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tienes que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo Nº 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa(x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

3. Juicio de experto

INDICADORES	(CAT	ŒG	ORİ	Α
INDICADORES	1	2	3	4	5
 Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma(visión general) 				X	
 Coherencia entre dimensión e indicadores(visión general) 					X
 El número de indicadores , evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada(visión general) 					X
 Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades(claridad y precisión) 					X
 Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia) 					X
 Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto(pertinencia y eficacia) 				X	
 Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido 					X

 Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas(control de sesgo) 	X	
 Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden) 	X	
 Los ítems del instrumento, son coherentes en términos de cantidad(extensión) 	X	
 Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado(inocuidad) 		X
12. Calidad en la redacción de los ítems(visión general)		X
 Grado de objetividad del instrumento (visión general) 		X
 Grado de relevancia del instrumento (visión general) 		X
 Estructura técnica básica del instrumento (organización) 		X
Puntaje parcial	20	0 50
Puntaje total	•	

Nota: Îndice de validación del juicio de experto (Ivje) = [puntaje obtenido / 75] x 100=93,3%

4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento	de investi	gación está	El instrumento de investigación	El instrumento de
observado	investigación está			
			requiere reajustes	apto para su
	para su aplicación	aplicación		
Interpretación:	Cuanto má	is se acerque	el coeficiente a cero (0), mayor error habrá
en la validez		-		•

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado): Como resultado obtuvo 902%, siendo un valor muy alto en la escala de validación, siendo apto para su aplicación.

6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, JOSÉ BENNY AMAYA CISNEROS. identificado con DNI. Nº 70428859. certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el (los) tesistas

1 Gonzales Atencio Jose Jonathan, en la investigación denominada: "REDISEÑO DEL SISTEMA DE CUBICACIÓN CERTIFICADO CON CAPACIDAD DE 15000 GAL/HORAS PARA OPTIMIZAR EL TIEMPO DE INSPECCIÓN DE VEHÍCULOS TANQUES".

Firma del experto

Anexo 14. Reporte de campo antes del rediseño.

a	(Ser		FR/CB-O	P-0	04									F	levi	sad	io: (СС		,	Ver	06	
W		REPORTE D	E CAMPO	DE	VE	RI	FIC	A	CIĆ	ÓΝ				Α	pro	bad	io: (GG		11.	/10/	20	18
		new ex less to a			1.6					_	1.00		_										
Ke	porte de Campo N° Si	H-CIX-OF-301-204	Fecha de In	spec	ción	1:	120	4.4	- 0	0-	17	_	4	Cot	izac	ión I	N°:	5H	H-CI	X-O	1-20	=	0
1. 1	DENTIFICACION:	PLACA DE	LVEHICULO	TAN	QU	JE:	T	D	1-	9:	79												
3	Marca del tanque (cisterna N° Ejes del tanque (cistern		2				que	-	-	-													
5	Nro. Compartimientos	1	6							_	e (cist	_		4	16	200	20	1	11	0	00	gal	
7	Tipo (Vehiculo Tanque)	Camión tanque 🗆	Se	mirre					-		30			lemo	olque	tan	que						
Si fue	ra Tanque-Semirremolque Placa del remolcador:		N° Serie del Remo	Icado	es:	21	NT.	0.5	CATA	Th	37	1160	,	10	l N°	Ejes	- P	na/la	ė.	***	-1		_
2 1	IPO DE VERIFICACIO					20	t or a		440	45	91 9	-				eles	- 10	acua	120	2	-1		_
7	Verdicación inicial	ON;	CERTIFIC																			_	
0		-	SHI	ADU	_						_												_
	Verificación periódica	Empresa:		,	+		e Cer	200	2000	Meno	Dr.	3	HI	-	ci.	K .	- O	1 -	0	6	37		
н	Verificación extraordinaria	Capacidad Nominal:	11 000 4		_				3350		- 4	_											
	Cambio de posición sobre		ICAR MOTIVO SO	LO SI	FUE							n = 12		-l -		m.de	de	n. e 140					
0	Transferencia de chasis a				L	-					isific alte				_						o V. i	nick	al
	Modificaciones que altera	an las características metro	lógicas.		C	-					tang			-									-
	Violación de precinto de		Name and Address of the Owner, where		E	3	Mod	lifica	ición	que	alte	ra la	s car	acte	ristic	as té	écnic	as de	el tar	nque			
Ø	Otro (especificar):	solicitud d	of Cliente															-					
3. (ONDICIONES GENE	RALES:																					
					C1	T	C2	T S	C3	T	Ç4	1	5		06		7	C	8	C	9	C	10
	3.1. TANQUE DE MEDIC	ION DESGASIFICADO			NC.		NC.		NC.		NC		NC		W.		NC.				NC .		
Val	or indicado LEL (% vol. e	n aire) del detector de o	2505	-	0	100		-		10	In	ш	ш	10	ш	ш	ш		U	U	U	O	L
-	ervaciones:				-	-		-		-		-		-				-					-
								_									_					_	_
	3.2. REQUISITOS DE CO	ONSTRUCCION DEL TANQU	IE.	-						T	NC			_		06	serv	acio	nes				
1	Si el tanque está dividido	o en compartimientos, cad		onsid	derad	da c	omo	un	6	7	0						20.1	40101	114.2				
23-1	tanque separado. (3.2.1 A								1	39	27.14												
2		ompuesto de un cuerpo y di en ser identificados en or							P	4													
1		áximo a la cabina del ve							12	1													
	nominales deben indicars	e. (5.1.6.2 NMP 023)							100														
4	La superficie del tanque no (5.2.6.3 NMP 023)	o presenta abolladuras, per	foraciones u otros	que	ocas	ione	n fug	gas.	12	1	U												
		ne un coeficiente de dilata	ción lineal Inferio	or a 3	3 x 1	10-6	.C.1	o el	1	-	-								_				-
2		cubica es menor que (5.2.2								1													
1	Presentan serpentines cal modificar o desmontar (5	lentadores y tuberia de re	cuperación de vaj	oor q	ue n	o se	pue	dan	5	1		1	R.		1.	_	1 -	1		10	1.		
,		e no debe desviarse en ma	s de 10 % con resp	ecto	a la	espe	ncifica	ada	b	1	-	-	. 6.	. 44	Pa	rece	101	94	G-	Ne	4/20	0	-
1	en los documentos de dise	eño. (5.2.2.17 NMP.023)							1														
	(5.2.2.18 NMP 023)	ado en la parte superior de	l cuerpo, al cual d	ebe e	star	solo	lado.		ji.	8													
,		ma cilindrica o paralelepip	édica, con pared	es lat	erak	es v	ertica	les	1	1	0		_										-
-	(5.2.2.19 NMP 023)	e inclinación deben estar fi	ados cieldamento	-1+-					1				. 1				107						
10	(5.5.5 NMP 023)	e montacion deben estar il	accs rigidamente	an tan	rque				_ E	1			M	٥	A	14	LCE	N					
	3.3 00000000000000000000000000000000000			To	1		2		9	-94	04		5	,	6	c	7	C		7	9		10
	3.3. REQUISITOS DE CAD						NC					c			NE	_	NC		NC		NC.		
	Cada compartimiento debe durante el llenado ni liqui	e tener una forma tal que n ido durante el vaciado. Nic	o se retenga aire	1																			
1	interna dificulta el llenado o	o vaciado completo ni crear		þ		0					0				П							П	L
_	del compartimiento. (5.2.2		Market W. C.																				
2	No se deben utilizar caños, (5-Z-2-7 NMP 023)	, molduras o tubos de vent	ilacion y válvulas	14					0		0												
	Los rompeolas poseen no	menos de 3 aberturas, o	una inferior, una																				
3	superior y la tercera a lo la	irgo de su plano horizontal	con diámetro tal	1			D		0	0													C
+	que permita la inspección o No presenta dentro del co			-										100				-		1.00		:0./E.	-
	otro cuerpo cuyo retiro o	cambio podria modificar		1	U		0		0	П	п			П	П		0		D	П	0		C
	tanque(5.2.2.11 NMP 023)			1/		1								0.00						7			



Revisado. CC

Ver 06

REPORTE DE CAMPO DE VERIFICACIÓN

Aprobado: GG 11/10/2018

	3.4. REQUISITOS DE LOS DISPOSITIVOS DE DESCARGA	C1		. 0	2	- 0	3	0	4		5	:0	6	C		C8		C9		C10	
	3.4. RECOISITOS DE LOS DISPOSITIVOS DE DESCARGA		MC.	0	MC.	0	NC.	C	NC	C	NC	c	NC.	E	NC	C.	NC.	C	NC	C	NC
1	Debe asegurar la descarga completa y rápida por gravedad del líquido contenido en el tanque. El dispositivo de descarga debe estar conectado a la parte más baja del cuerpo del tanque. (S.3.1.1 MMP 023)	d	0	п	П	D	0	О	0	0		0				o	0	0	0		О
2	El tanque es de construcción especial para aeropuertos se permite la presencia de presencia de un dispositivo para recolectar el agua y las impurezas depositadas por el líquido contenido. (5.3. 1.2 N/MP 023)	0	0	0	0		п	П	П	П	П	П	п	П	п	0	0	0			
3	El tubo de descarga es lo más corto posible y tiene una pendiente suficiente hacia la válvula de cierre. Pendiente resultante de por lo menos 2* (5.3.1.3 NMP 023)	Þ	0	0	0		0		0	0			п	0	0	0	0		0	0	
	Cada compartimiento debe tener una tubería de descarga independiente. Las tuberías deben identificarse claramente con el número correspondiente al compartimiento al que pertenecen (5.3.1.4 NMAP 0.23)	Þ	П		П	П	0	а	П	П	а	0	а	o	а	П	0	0		П	П
5	Las válvulas de cierre deben ser de fácilmente accesibles y colocarse en la parte trasera o en el lado apropiado del tanque. Las tuberías de descarga, válvulas y sus conexiones no deben presentar fugas. (5.3.2.6 NAMP 023)	þ	0	0		П	a	a	П	П	О	0	П	٥	0	п	0	o	п	п	a
6	Cada compartimiento debe estar provisto de un dispositivo de cierre (manual o automático) separado en cada linea de descarga. (5.8.1.7 NMP 023)	\$	0				О	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
j	Cerca de la parte más baja de cada línea, se pueden instalar detectores de líquidos o mirillas, para verificar la vaciedad. (5.3.1.8 MMP 023)	П							0	0		0	D		D	0	П	D	D	0	D
	La tuberia no debe ser flexible y debe estar instalada rigidamente. (5.3.1.9 NMP 023)	#	O			0				0	D			D							0
,	Las líneas y dispositivos de ventilación cuya manipulación podría falsear el resultado de medición, deben ser protegidos contra manipulaciones imprudentes (5.3.1.10 NMP 023)	#		п	п	п				0						0	0	П	п		

	necessarios nes nuencerriso ne sunica esAsi ne asser (es cesa)		1		2	0	3	(4	C	5	.0	6	C	7		8	- 0	9	C
3.5.	REQUISITOS DEL DISPOSITIVO DE INDICACIÓN DE NIVEL (FLECHA)	C	NC.	c	NC	c	NC	6	NC	C	NC	c	NC	¢.	MC	c	NC	0	NC.	•
	El eje vertical de medición debe pasar lo más cerca posible del centro de las secciones horizontales del tanque. (5.4.1.2 NMP 023)	\$						0								П				
	La mesa de medición debe de ser de 150 mm x 150 mm y su espesor debe ser entre 4 mm y 6 mm (5.4.2.2 NMP 023)		A																D	
	El indicador del nivel de referencia cumple con el diseño y ubicación aprobado por INACAL, y lleva grabado la capacidad del compartimiento y el número de identificación del vehículo tanque.	\$	0	П	П			0	0	0			D				_			

17 I		3.6. Dime			s de los neumáti 4 NMP 023-201			nsiones y presionque LLENO. (#		
		Dimensión (cm)	Presión (psi / bar)		Dimensión (cm)	Presión (ps/bar)		Presion (psi/Pa)		Presión (ps://Pa)
20 3 0 4	1	101.2	105	12	103,0	105	1	105	12	100
18 79 5 60	2	102.0	100	13	103,0	105	2	100	13	100
	3	102,0	100	14	103,2	100	3	100	14	100
18 17 17 18 18 F	4	102,2	100	15	103,2	100	4	100	15	100
	5	102,2	100	16	1036	105	5	100	16	105
19 25 5 10	6	104,0	105	17	103,6	105	5	105	17	105
12 13 77 77 79	7	104,0	105	18	102,2	100	7	105	18	100
tales to be a discount of the second or an a	8	103,4	100	19	102,2	100	8	100	19	100
leumáticos (presiones y dimensiones ecomendados por el fabricante)	9	103,4	100	20	102,0	100	9	100	20	100
5.1.6.1 NMP 023-2017)	10	103,0	105	21	102,0	100	10	105	21	100
c ☑ NC □	11	103,0	105	22	101,0	105	11	105	22	105
Observaciones:										



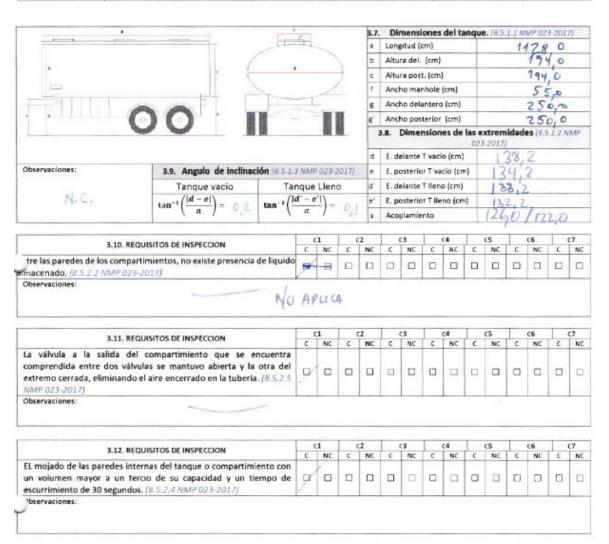
Revisado: CC

Ver 06

REPORTE DE CAMPO DE VERIFICACIÓN

Aprobado: GG

11/10/2018



4. CARACTERISTICAS TECNICAS.

4.1.	T*_ Inicial (*C)	19.0
T' del Ambiente	T*, final (*C)	20,0
La temperatura ambiente d le 20°C + 10°C /8 3.5 /		18 W.

4.2	T'. fmiclal ("C)	19.2
T* del liquido	T*. final (*C)	19.5
La variación de la tempera		cd NCD
no sobrepasa los ±2 °C /8.	3.6 NMP 023-2017)	CH WED

5. ENSAYOS REALIZADOS.

Compartimi	entos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.1 DETERMINACION DEL	V. ingresado; VI	15	-								
VOLUMEN RESIDUAL VRMP	V. recogido, VR	10									
(SOLO V. INICIAL)	VI-VR	5								\	
(VI - VR) ≤ VRMP = (0.00 (VI - VR) ≤ 0.05 %/V		-									
(5.2.2.9 NMP 0)		CY NO D	CER NOT	CO NO	60 K00	con weet	CCI NCCI	CO WCC	COLUMN TO	CO WCC	3/6



Revisado: CC

Ver 06

REPORTE DE CAMPO DE VERIFICACIÓN

Aprobado: GG

11/10/2018

Compartimientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.2. Altura total; H (cm) (8.5.2.1 NMP 023-2017)	208,1	-								

Compartimientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.3 CAPACIDAD INGRESADA – Según pag. (c. (l.)	41637,5	_	_							_
CAPACIDAD A COMPLETAR O RETIRAR (L)	0									-
Volumen leido con el medidor de 1 L										-
Volumen leido con el medidor de 1 L							-			-
Volumen leido con el medidor de 1 L										-
Volumen leido con el medidor de 1 L										-
Volumen leido con el medidor de 5 L										-
Volumen leido con el medidor de 10 L										

rtimientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Medida h1 (cm)	1748	_								
Medida Prin: h2 (cm)	174,8									
Medida 2 ≤ 1 mm	0									
MP 023-2017)	cd me	ED MED	ED NO	CIP NCD	CD 80-D	CCT HCC	CO NO	€E NED	ED ME	CT WCT
	Medida h1 [cm] Medida Prin. h2 [cm] Medida 2 5 1 mm	Medida h1 (cm) 74 8 Medida Prin. h2 (cm) 17 4,8	Medida hi [cm] 74,8 — Medida Prin. h2 [cm] 74,8	Medida hi [cm] 74,8 Medida Prin. h2 [cm] 74,8 Andicks 25.1 mm	Medida hi [cm] 74,8 Medida Prin. h2 [cm] 74,8 Andicks 25.1 mm	Medida hi [cm] 74,8 Medida Prin. h2 [cm] 77,8 Andicks 25.1 mm	Medida hi [cm] 74,8 Medida Prin. h2 [cm] 77,8 Andicks 25.1 mm	Medida Prin. h2 (cm) 74,8 Medida Prin. h2 (cm) 74,8 Andicia 2 5.1 mm	Medida Prin. h2 (cm) 74 8 — Medida Prin. h2 (cm) 74 4 8 Andicks 2 5 1 mm	Medida Prin. h24cm) 74,8 Medida Prin. h24cm) 74,8 Aedida 251 mm

Compa	rtimientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.5.	Altura h2 (cm)	174.8	-								
DETERMINACION DE LA	Volumen agregado; Va (L)	30									
SENSIBILIDAD - Ah	Variación de altura; d (mm)	2									
$\Delta h = dx$	$\frac{n}{1000} \ge 1.5 mm$	2.8									
(Va x	MP 023-2017)	c/ NED	60 mc0	co wo	DIM ED	610 MC13	(II) 800	ed wen	CE WEE	CO MCC	C.C. NO

Compa	rtimientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.6.1. DETERMINACION	Altura de la flecha (hf) (cm)	1745	~	_							
DEL ERROR	Altura h2 (cm)	174.5				-					
INICIAL - 6	$\varepsilon = hf - h2 $	10									
(differencia de altures)	3Δħ	8,4									
$\varepsilon = hf $	- h2 ≤ 3∆h	0								-	
(8.5.2.11 N	IMP 023-2017)	EST NO.	CO MCC	ETT NEE	CO NOD	CT NC)	CC WED	CO MCC	CIT WELL	60.80%	40 40



Revisado: CC

Ver 06

REPORTE DE CAMPO DE VERIFICACIÓN Aprobado: GG

11/10/2018

Compar	rtimientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.6.2	Volumen nominal: Vn (L)	416395	1								
DEL ERROR	Volumen flecha; Vf (L)	41639,5									
INICIAL - E	$\varepsilon = v_n - v_f $	0									
(Offerencia de volúmenes)	$\epsilon\% = 100 \cdot \frac{\epsilon}{Vn}$	0									

Compar	timientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.7.	Medida h2 (cm)	174,8	4								
VARIACIÓN 0.1%	Medida h3 (cm)			-							
LLENO O VACÍO EL COMPARTIMIENT O CONTIGUO	Δħ	2,8									
A2 -	A 3 ≤ Δ h .	-									
(5.2.2.4 NI	MP 023-2017)	GET NOTE:	CCI NCID	CC 961	CO MED	COM Da	SED NOT	CO NEC	EZ MED	ED MC	CE NO

Compart	imientos		1		2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.8.	h2 (cm)	1	74	8	_								
DEL 0.2% Vn	A4 (cm)	1	74	18									
ENTRE 2 ENSAYOS SUCESIVOS	h2 - h4		c	2									
h2 - h4	H ≤ 2∆h		5,	6									
(5.2.2.1 NM	P 023-2017)	0	of h	0	10,40	CEL MET	DW 03	CO NCD	CO NCC	CO WITH	COLUMN	ETP-MUT	CO MOD

Compartimi	entos	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.9. DETERMINACION	C = H - h	3	3.3	_								
DEL ESPACIO VACIO; C	10% H	2	0.8									
C ≤ 10% H o 155 ;	mun (MENOR)	15	.5								_	
(5.2.2.23 NMP)	023-2017)			ESS NEED	CONCO	CG NCC	TO NO.	CO ecc	CD MCC	CC 860	EU NEU	62746

Compartimie	entos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CAPACIDAD NOMIN	IAL; Vn (L)	41639,5	-								
CAPACIDAD ADICI	ONAL; L	420									
CAPACIDAD TOTA	L; Vt (L)	42059,5									
5.10 DETERMINACION DEL VOLUMEN DE EXPANSION; Ve	1% Vn. (L)	416									
Ve = Vt - Vn ≥ 1% F El que sea ma		-								-	
(5.2.2.23 NMP 0	C. C	SW NCT	CO NO	COM ES	EG NEG	cit lett	F.D. NED	CO NO.	\$0.40E	EU NO	THE HE

Observaciones:

ME LA	FR/CB-OP-004	Revisado: CC	Ver 06
W.	REPORTE DE CAMPO DE VERIFICACIÓN	Aprobado: GG	11/10/2018

Compartimi	entos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5.11 VARIACION	H (cm)	205,1	-								
MAXIMA PERMITIDA DE LA ALTURA DE	H2 (cm) C. Ileno	26 8,1			-						
REFERENCIA - H	H/1000 (cm)	E. 2									
$\Delta H = H-H2 \leq \left(2m\right)$	m o H/1000)	0									
(5.2.2.3 NMP 0)		cid sell	ca wea	CE) 86()	TII MI	cci well	CG NCC	10 MO	CE NOIL	CU WIT	-cq will
Observaciones:											

6. CARACTERISTICAS DEL PRECINTADO:

Compartimie	ntos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N° PRECINTO DEL IN	DICADOR OD	1414 1414 14144	_	_							
AJUSTE DEL INDICADOR	E = hf - h2	0						-			
Herri & E.S. NMP 023-2017)	Δħ	2.8								_	
Si; E > ∆h → Ajusti	ar indicador	ď		-							
Si; $E \leq \Delta h \rightarrow 0m$	ite ajuste			D							13

N° PRECINTO DE LA PLACA DE IDENTIFICACION	3e	Coloco	Placa	con	4	formaches
A PACCATO DE ENPERCA DE OCITATIONACION	26	Caroco	laca	-	7	fornaches

7. EQUIPOS / INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LA INSPECCIÓN:

	Equipo	Código	Fecha calibración	N° Certificado	Observaciones
Z	Medidor volumétrico patrón 500 gal	SH-MVP01	2020-07-22	VC-0251-2020	1
Ø	Medidor volumétrico patrón 500 gal	SH-MVP02	2020-07-22	VC-0253-2020	
D'	Medidor volumétrico patrón 100 gal	SH-MVP03	2020-07-23	VC-0252-2020	
	Medidor volumétrico patrón 50 gal	SH-MVP04	2020-07-23	V-1641-2020	
Z.	Medidor volumétrico patrón 10 L	SHEQUI0127	2019-07-31	IMV-900-2019	
ø	Medidor volumétrico patrón 5 L	SHEQUI0129	2019-07-31	IMV-899-2019	
p	Medidor volumétrico patrón 1 L	SHEQUI0128	2021-02-16	IMV-172-2021	
Ħ	Cinta métrica de sondaje	SH-C504	2020-10-05	LLA-266-2020	
e	Cinta métrica	SH-CM02	2020-10-05	L-0809-2020	
J	Termómetro	SH-TM003	2020-10-06	T-2415-2020	
U	Medidor de presión de neumáticos	MFP-14505	2020-09-28	P-3012-2020	
Ø	Regla T metálica	SH-RT002	2020-12-23	CL-0782-2020	
Ø	Medidor de tiempo (cronometro)	SH-MT004	2020-11-10	T's-0155-2020	
Ø	Detector de gases	SH-DG03	2020-10-14	CC-IN-1238-20	
Ur	Nivel de burbuja	SH-NB002	-	*	
	Probeta graduada	PRO-OI-1L-01	2021-04-29	MV-0422-2021	1

60	FR/CB-OP-004	Revisado CC	90 %
	REPORTE DE CAMPO DE VERIFICACIÓN	Aprobado: GG	11/10/2018

Š		Compartimiento 1	imiento	1		Compart	Compartimiento 2	2	•	Compartimiento 3	miento	-)	Compart	Compartimiento 4			Compartimiento 5	imiento
	SH-MV01	SH-ANVOL SH-MVOZ SH-MVO3 SH-MVO4	SH-MVD3	SH-MVD4		SPEARING SHANNOZ	SH-MV03	SH-MV03 SH-MV04	SH-MVD1	SHIMVOZ	SH-MV03	SH-MVOK	SHAMYOZ	SH-MAND2	SHAVOI SHAVOZ SHAVOS SHAVOS SHAVOS SHAVOI SHAVOZ SHAVOS SKAVOS SHAVOS SHAVOS SHAVOS SHAVOS	Sic.MVD4	SH-MVD1	SH-MVD2	SH-MV03
25	500	56	100	-	1														
P#	500	500	100			1	/												
160	500	500	100					1											
eq.	500	560	160							1									
, sn	500	500	160									1							
10	500	500											1						
-	5 00	560												1					
ėū-	500	500													1				
0)	500	500														1			
10		500 500															1		
11	500																	1	
32	-)
13		_	4																1
>	5500	5500 5000	500																
5			11000	ó															

We with LINEW TOTAL FOR CADE MEDICON UTICADO Vir VOLLANDE TOTAL OF TODGES LISS MEDICADES UTICADOS



11/10/2018

V. 06

N° Compartimiento 6 Compartimiento 5 Compartimiento 9 Compartimiento 9 Compartimiento 9 Image: Image								VOLUMEN LEIDO DE LOS MEDIDORES VOLUMETRICOS EN GALONES	NIEIDO	DE 105	MEDIDO	RES VOL	UMETRI	COS EN C	SALONES						
SELANDOZ	Š		Compart	imiento	9		Compart	miento	_	0	omparti	miento 8	200	· 5	Compart	miento		S	Compartimiento 10	miento 1	0
		SH-MV01	SH-MV02	SH-MINDS	591-040/04	TG/M/W-HS	SH-MV02	SM-MW03	\$94-WIND\$	SH-MWD2	SH-MW/92	SH-N/VO3	SH-MM004	SH-MWDI	SH-MANO2	SM-MVD3		SH-MW01 SH-MW02 SH-MW03 SH-MW04	SH-MW02	SH-MV03	SH-MVD4
	-	1																			
	ėv.		1																		
	m				1																
	4					/	1														
	in							1													
	10									1											
15	10										1							(1875)			
9 10 10 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11	(1)											/	1								
11	(h)													1							
11	10													/	1						
12 13 V V1	11															/	1				
13 V	13																		/		
V V	13																		/	1	
AT .	>																				
	5																				



w-volumentota, nos cata assessos unusados vr-volumentota, de tobos Los Meladovis unusados

Anexo 15. Reporte de campo de enero a junio del 2021.

	hards F 31-3031-00000/01-01			E		6	И "Ви				<u>.</u>			۰				\$					I
-	AZAVN			,	HWDI					1													
		E' Bepeloo			E-02					1													
Ī										toto: to outers tong										_			-
	- Federale	.X::::.	Tploabl	Manufacture.	Bite bester	Marie Marie	Non-to-state	Para bandan	Firm Finds	Equidame (for a		Monthlape	Midwin hape	Maria Maria Maga	Manufamb bays		Photo	Floridado	habite cofeeds	heb to	1000	Considering molecular	Brooks of the property of the
l	wasanim	*********		101111.	terms	2011	10014023333	191-211	,	22014171000171001	•	·········	HEED	2011	никаннаю	B28-177	3	1030 mi-	3838-88-88	3831-81-81	3133-41-61	HEIMIN	m-na
l	HIII OF IT	1000	OMITTOO			3875	101010101011111	H1-713	,	13B1/3H1pm1	•		HIPTICA	3815	214	HI-202	•	10-CD-403-	1110-10-II	1111-01-01	3133-41-47		m+m
l	mich i minonzidire.c.	1000		tillaleri .	****	3111	24477	121-214	,	24401/4Hpm.	,	11111	#####	3111	пчинияния	#3F-15E	3	101 (10 etc)	1120-10-IS	3131-01-01	3133-01-07		m-m
l	IPHI UTHIPITH HAULLA	1000		mumuu	MILL 133794	2011	311101973423334	711-114.	,	2001/IIII (ess	- 1	ьшш	nam	2014	тажаннан	701-411	3	1030-004-	1120-10-12	3131-01-03	3123-01-01		10-104
	armaniminaris.	*****			0.00	2010	HUBBERROOM	711-10	,	2001/IIII (m)		141 19710	COMMENT	2017	#940HH001	111-111	3	101-011-011- 1131	1110-10-10	1111-11-11	333-0-01		m-mi
I	DESIGNATION OF THE LAST	1810181		mumuu	PHT 11 122 kH	2811	3111017101211331	710-113	,	3001/IIII (m)	- 1	5000	Hams	2011	панини	719-429	3	10 (0 - m)	1130-10-11	3831-81-81	3133-41-45		m-us
l	BITCHING CHINITALE	1000			N3 113	2011	10000010104231	731-013	,	313331711111111111111111	- 1	THERE	THERIP	2011	типрини	720-479	3	101-012-012- 1031	2120-10-11	3131-01-01	3123-11-15		111-1311
I	THEOREM CHINGS COMMUNICATION OF EVER	/II/IIIII	COMMITTEE	W71111111111		****	/8862300034	71E-164	1	10111/3HLpm	1			1/1		711-164		101-011-011- 1031	1110-10-14	1111-11-11	3133-01-0		HI-131
I	типриви компинал.	1810181		***************************************	17111 SHIII	2819	W1150211102111024	781411	,	22014171000 peac	,	1000	m	2011	marchamista.	759-474	3	10 (10 - 10 to	1830-80-84	3831-81-81	3133-01-10		шев
I	PETRONOLOGIA	1000	CHARTINI	ж	HEISTER	2021	viitameanina	ни	,	1641/2HH pm.	•	III III CI WELLS.		2020		74FIII	•	101-011-011- 1031	1821-81-81	2821-01-0	3833-81-13		10-411
ĺ	uluuluuunuu	,,m,,,,,		01	71111	***	аурэнараг	121-113	,	2017001900	1			****	насоннач	#3F4H3		1031 1031	1811-81-11	2021-01-01	3133-41-13		10403
I	CHILICALIN	1810181	CHARTTON		v	2818	WHE31671679173749	нын	,	1702417400 pmm		III IIICI WA LLA		2015		нын	•	101-010-110-	1131-11-11	3131414	3133-01-13		1070
I		,,,,,,,,,,,	CHARTTOON	***************************************	F101721414	2016	mmnman	710-013	,	13161/3HFp	+	CM1	NICH	2016	MEETING	710-013		101-C11-012-	1131-11-11	2121-01-0	3833-81+13		10429
Ī	KINZI INIKIN INIKI	********		***************************************	corre	3818	линистьо	##D-771	,	MD1/M1.pm.	,		07100	3111	12110111	##E-276	•	101 CD-010	1811-81-03	38314140	3133-41-13	II CIIIIINI	m-am
T	on observant mean	*********	амитин		1611	3111	/IIII (#IIII 1111)	741-012	,	2021/2001/2001	,			w		10-02	•	1131 11121	1831-81-13	31314140	3833-41+13	II CIIIIINI	HI-1224
I	WITTHINFO II COCK LA.L.	,11TH	CHARTINI		ia m	2811	2010020030	731-14	,	1311/2011 pm.		- marcin	CITTLE INTICE	2011	411122111	731-14	•	101-011-01s-	3831-81-13	2021-01-02	3133-01-13	n commun	10-0-3
Ī	HTTOH HTTOH PATH MINE L.L.C.	1000			*****	110	(IMINIMA)	121-2H	,	201713111111	•	781H	HIPTICA	780	· m·	111-121	,	1131 1131	1811-81-03	38314140	3133-41-13		
Ī	лиотноли инсин	*********	амитин	meme	811288	2818	20054			1381/2011/2011		m man accor		2821		111-111		11121 11121	1831-81-13	31314140	3133-0144	II CIIIIINI	10-0-21
T		*********	OMITTOO		MEER	1113	CHICHPHOTO	m-m	,	20171019111	,			3113	1111211	cu-m	•	101-010-010- 1031	1831-81-13	3131414	3133-01-14	11 (11111111	III-1014
Ī	HI I I I I I I I I I I I I I I I I I I	*****			N3 H3	100	неппекть	711-127	,	3033171888 (1111)	- 1	ситини	1040	2121	тченнотном	187-129	,	10-CD-120-	1111-11-14	2021410	3333-0-1		
Ī	APPENDING HOUSE PARTY WHILE S. R.C.	*********	CINITTOO		шын	3113	1116/2771	51-111	,	B2171111.pm	,			M		31-111		HI-01-03-	1821-81-14	2821-01-0	3133-41-1		111/2112
T	HDFHILLS.LL.	*********	OMMITTEE	Inchalen	0.300	3111	3164112734431146	H1-241	,	13B1/3H1pm.				1/1		H1-24	•	101-011-022- 1031	1131-11-14	2021410	3133-01-0	11 (11111111	m-ama
Ī		*********	OMMITTON	************	HH 117H	3811	/800/90000	1940	,	20173111.000	,	Name.		3111	01401	1940		HI-CH-033-	1111-11-14	2021410	3333-0-1		m-m
T	CHICATA CHICAGO NATIONAL	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	COMMITTEE			2010	/IICIVATIIIAATI	PI1-133	,	1161/3HIps.	4	III III III WA LLA	HIPTICA	2010		PII-122		101 (11-124-	3831-81-14	3831410	3133-EHE		111-221
T	III IOMIII OMIIII LA.C.	1000		mumuu	em max	380	31101177311191111	118-972	,	3607/13Hpm.	- 1	THERE	THERIT	2017	PHI DIDENTI	710-171	,	101-011-021- 1031	1131-11-m	2821-01-0	2822-81-17		881-22298
T	HIII HIII LLL.	1000			N3 113	3818	nemaann	111422	,	2024171 1311 11111	- 1	ситини	10:40	3111	#4000371004	718-471	,	101-01-03-	1111-11-п	2021-01-0	3133-41-17		III-0-27
T	AMELIA	1810181		mumuu	SHI HIM	2812	20100072002602		,	4301/13Hpm.	- 1	ши	101	3111	пасищен	#3E-113		HI-CH-137-	1828-88-88	2821-01-0	3133-41-1		111-5231
Ť	OH ROBONIA.	*********	OMITTOO			2818	70000000000	101-70	,	18017 481 pm	,			1/1		111-70	•	101-011-011-	1131-11-11	2821-01-0	3133-01-1		mass
T	DESIGNATION OF THE STATE OF THE	*****			001	100	HUBITARION	107-011	,	2014171000 pare	- 1	ситини	H11-01	3817	#40HD#HH44	710-171	,	101-011-024-	1131-01-01	3831414	3133-01-0		man
Ť		,,,,,,,,,,,	CHARTINI		18401	280	1307HHHHHHHH	111-124	,	1782417488 pmm		mmme, senen L.L.	711111 (1871111	2017	12071111111111111111	111-124		101-011-011- 101-011-011-	3131-11-11	2821-01-0	3133-01-15		10100
t	CHARCOLLO DO DOMETA	,,m,,,,,,		***************************************		2010	ливиссия	N11-112	,	401/2MIpm	,	11211	HIPTICA	2017	111-012110	an-n2		101-03- 101	1830-80-38	3831-01-21	3833-41-31		III-9402
t	AND THE PROPERTY OF THE PROPER	1000		***************************************	1111331741	100	VIII 1111-011211111	710-131	,	Ma1/401pm.	,	****	HIPTICA	2021		780-131		111111111111111111111111111111111111111	1811-81-31	3831414	3133-11-33		m401
Ť	штион синистини	,,,,,,,,,,,	CHARTINI		и	2816	/IIII WICHING	23F411	,	20172HI pass	,	III IIICI WA LLA		2016		P21-411		101-E11-033-	3831-81-31	3831-81-2	3133-01-33		m449
t	TOURISTICATION	1000			14401	3131	OCHIERIANO.	EC-275	,		- 1			2011	пин	100-711		III-(II-II-I	1830-80-33	3131-01-22	3133-41-34		H14713
t	avorum sumarn oln arm s.u.s.	,,,,,,,,,,				2814	личиниет.	221-111	,	10311/3111/1111			CITTURE INTERIOR	3814	11-211/2114	231-111		11111111111111111111111111111111111111	1010-10-20	1111-11-11	3137-01-TA		mena
Ť	HEATHER HEATHER HEATHER LEA	1000	CHARTINI		141141	3131	SEPHERINAN	ICU-274		22712174881,		INTERCEMENT NAMED AND	HIPTICA	3838	0000	EE 80-274		101-013-028-	2820-80-28	3831-81-21	3133-01-21-		m401
t	THEORETTHEOLOGICAL	1000				3131	/HGL97HH356	70-00	,	ma1/4Hpm		mar.i.	HIPTICA	2011		78-611		HI-CH-127-	1020-00-26	3831-01-21	3133-41-37		III-0403
t	MICHIGANA.	1000			7-111	1113	1000000000	118-131	,	401/311	1		ю	2011	mannada	#3F4H	,	1112	1010-00-27	1111-11-11	3133-41-31		m-m
t	is concount a.e.	716711111			шит	2811	1020020400200204	121-711	,	241/4HIpm		iu i	INVIED	2010	manamicoso	HT-172	,	101-010-024-	2820-80-27	1131-01-22	3133-01-31	11 (11111111	88-28122
t	is concount a.e.	,1mmm			ныт	2811	1131131110731703	121-713	,	24M1/MH pm.	-		INAIR-D	2011	manamiscom	HT-173	,	111-C11-1-G-	1830-80-27	1131-11-22	2022-01-20		HI-2102
t	III IOMII OMINIAE	1810181			N3 113	100	ненимин	711-111	,	3841713H;	1	*******	THEMP	3817	гиппини	788-129	,	101-10-10-113	1010-10-20	1121-01-01	3133-01-35		m-0a
t	OFFITHION COMMITTEEL.	716711111	CHARTINI	ж	HEHASEH	2812	ининин	H1-24	,	B2171111pm	,		CIVILI CIPTUR	2010	00-0-0-6	111-24		11131 111-011-1-01-	2820-80-28	3831-81-31	3133-01-35	11 (11111)	10-21
t	WITHINGTON IN COLORAD.	,1mmm			io in	2007	300000000000000000000000000000000000000	D-231	,	23474 1 # k384 pmm		ыш	HOIII	2000	#4333D1110314	771-172	,	111-01-1-0-	1830-80-24	1131-11-2	3133-11-31		10-214
±		_				_		-	_	$\overline{}$				_		_	-		-	_	_	_	

			•				- '	*****					•	•		•	•	•		•	•	•	•	•		detate	Maria			(10)	
-				<u> </u>						i																					
9	t-t-it-i	****								l																					
									_												••		****	:::		=	=	=	=	=	=
	·		tyrkentet.	tendenten	n.ttt		No. of contraction	.teach				tentenge	totomorpii.		A coloniano	Accepts.	Hands 11 april	*****	5115	- to	***	A Commission of the Commission						4	Tallalla.		
					mgr.		90	.,		·						49***	_		1911						190 pr p 100	arr	ann a				
													*****				٠.			1911					10 10 10 100 1						Ħ
						100				q., ,	-			100					199	1911 1			100			т	пπ	151	ΛT	11	Ħ
										,	-			191			-						-			тt	пπ	del l	/##	††	Ħ
						100				H				191	ere.				1911				19			olt.	пπ	100	ÆΤ	Ħ	П
														191		****			1911	1911 1			je.		100 10 10 100	Ш	Ш	100		-	П
					-								-							1911			PP		1 1 1	eld.	ш	1 10 10	P P	ш	П
, 🗀						100				H				100					1911				-	- 9		Щ	ш	100	e e e	Ш	П
					******	10	9911			H				100						1911 1			- 49		ga pr pr an						Ш
						-19				p.mp.,				119						1911										44	Ш
					119901	100			١.	H '				191		****				1911 1			111							#	44
, P		1				100			1					100			•						10"		, ,						#
, "						100					-			10			-						19	-4	1-10- 1 1	ш	ш	HTH	##	++	H
						100		1,000	H÷.	mmg ,	-			100						1911 1					11 1 1	НΗ	ш	(111)	ж	++	H
									÷		+		1991	- 11			÷								10 10 10 10 10 1	нН	нн	dill l	ж	₩	H
									H:		÷						-		199				- 1		1 1 1 1 1	dili.	ш	dili	ı.l.l.	#	H
					-	100			t i		+			100			-			199 1			10-	1000	le e e	ЩÜ	πН	dil)	ďΫ	Ħ	Ħ
					.,	- 0	angang :			p propro-	-			- 1	mpmp :					1990 1			-	100	. 10 100 000 1	тH	πН	d da	at-t	#	Ħ
																19111							197		10 00 0 00	đĦ	πН	114	πt	Ħ	Ħ
					190	100					-			191		*****			11111	1991					1 1 1						П
								1910		p ,					,	19110			1995	1991			je.								П
,					1100	100		****		p ,			1991	191					1999	1999 1				191	11	Ш	Ш	THE	ш	П	П
					-	100					-		i	100					1999	1999			-		100 00 00 000 1						П
				****			almehalles			H										1999			19								Ш
							19111													1991			- "		100 101 101 100						Н
						100				p.,				191			_		1995				100	101	10- 10	нΨ	ш	444	##	#	Ш
						100			-	prime				100			_						10-	100		444	нΨ	155	44	#	H
					190	100			1		-									1999 1			100		1- 1- 1- 1						H
					100						-			100			_						1		ur ur						Н
									H:		÷				.,,,,,								100								H
						100			1	90.00 000	÷			100			-			1991			100			дΨ	нн	dilli	m	++	Ħ
					-	j					-	-		100						1991 1			-	100	11: 10: 10: 00:	dШ	т	delet	elel.	#	
						101				p				119	- 22.9					1991			10"		,, ,,						Ħ
					1182	100								- 11					1111	1991			po.		per 11 1p mm	Ш			11 1		П
					may.	- 11	999			p ,				191	40.000				1995	1991			- "	- "	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	ПΠ	ПT	1	6-1	П	П
					149	100								191					1999	1999 1			77	100	1 - 10 - 11	ш	ш	100	P - P	Œ	П
a "						400				open				14						1991			je.	191	100 100 100 000 0	H-1	11111	Helel	lel I	11	П
						100			1.				*******			******			***				- 4	p.,,	1 1 1	ЩĐ	ЩΩ	Helei	r Je F	44	Щ
						100				mpr ,				100									,	191	··· ·· ··	ЩЦ	ЩΨ		#4	#	H
		1				100	pperman		٠.	40.00				100									P1	pr	1. 1. 1. 1. 1.	ЩΨ	нΨ	44	##	#	#
						10			1		-			100			-						-		1. 10. 10. 00. 0	ЩΗ	нΨ	H	##	#	#
					-	- 10			١.	ppp may	-						_						p	- 011	1- 1- 1- 1	ЩH	ш	144	AH.		₩
									H:		÷			100			-						107	H.:	1- 1- 1- 1- 1-	ш	нн	1111	/ 		Н
									H:		÷						÷						107		10- 10- 10- 00- 0	arrii.	нΗ	التا	ATT.	₩	H
		100000			-	10			÷		-						_						100	100	de 1e 1e ee .	дΨ	нΨ	dill	#	++	
		1				- 10			÷		÷			1	- 00				190				1 :	i i		дΨ	шн	dii)		++	Н
						100				H				100																	
					190	100			1	organiza (-			100			٠.	,,					ļ		11- 11- 11- 11-						
					****						-			100		,	-						P1		, ,						Ħ
, .						100					-			100									-	191	, ,	ПΤ	ПΗ	151	ΠŤ	T	Ħ
						-10				p ,				100									PP	- 01	101 100 100 100	шш	11111	l le e	0.0	11	Ħ
					140				Ŀ					-11					***			,	p=	191	11p p 11 111	Ш	Ш		Ш	П	Ш
						119				mmp ,						****		***********					4			ш	ш	10 0	ш	П	П
					190	191					-			191				,,						100	, ,	Ш	ШΠ	J.	ш	П	П
			I			1		I	1 -	milds to:				1 15								-	1	1	1	Ш	Ш	[e]	11	1	ш

1	p		•	•	'	•											•		•				
	*.f.11.f				- 10			<u></u>							**-							_	
į ·	******	.::::	No. at. at. at.	toolootoo.		A						total			Author tone					-	Te Ie	Le dolo	
																		,,	10			:	
					100 10							.,		1 1999					9-	19 9			
н								1			-	.,					-1	,,	p.	h			
																		4					
					100				-			.,,		9 1911		-			191				-
											-	.,		9 1911			-			- 1	, ,,, ,,,		
												.,							p.	r- 1			* * * * * * *
22											-	.,						r.	-	10 -			
34 P												.p		4 .44.	 			0	10	P 10			
22 "								Here							.,						91 91		
												.,								P .	. , ,		
28 -				-				pp				.,							p		, , ,		* e e e
23 "					71975 P			telena '															
34 -								index ton 1				.,		1 111					911	-			
20 -								11 mm year 1				.p		9 1998	regard compression				- 0	e :	n na na		- 0
22								p ,						1 1111	144 144 144 144 144 144								9 9 9 9 9
								trianti-															
							map .				-	.,		1999					- 4				- 9
a -				-										1111	 			,,	-40				# P #
								Here **** .						11111					р.	F 4			
0 -					,			interpretation 1			-	.,							-	F 1		=	
a -								Julium 1				.p. pp .			.,				p	pp -			
				***		,													p-				
												.,								P 10			
															.,				191	11 11			
				-		,												,	-	F- 10			
								tum ton 1									-		p+	r	P P	- 1111	000
122																							
1 compan	8 forests # Hamman	.ca./re.m	С	D	E	r e	0	н	**************************************	K	L	M. to the sales beneat 1 1000 1000 1000 1000	N N	0	P	0	R		т	U	Y	v	×
2 4			nilla Molenkaj ne D' Krylska			27111																	
6 7						***				Balan dal ant mila la				_		_	_		_		*		it.
	Sullinitarile		- Trans	Figure solded	None de setado	Matrickson	Alle de Cale de Cale de Cale de Cale de	Name in a contract of a character	Florida and	the state of the s		Manadifiage	Philips Bellinger	Alle de Alle de Alle de Anger	Marroll and Affrage	Plantel	*****	With an older and	Andrew Committee	totat	Atta.	Carterior to	Hermatike Hermatike od angen skal er maken en antifficiele de militarike spille anken med de det anjeke falamete de farmete antifficiele in at Fasalieur
10	EPPRESA DE SERVICIO A PROTUNÇA DA SEL		mecan	CARRIER THROUGH	10484.	******			turan -	W801/18#4/hora	,	NAMES OF THE PARTY OF THE PARTY.			menne	36.60		18-CO-48-001					
n .	BULLACHIBERG CENTRALITY A.C.		motion:	TABLE 15-10 5-14-14	nearven nearven	H2 H2	100	Secretaring		HINE CHINA	1	Tracted	Mades	100	PERCENTAGE	180.674		181 CO 481 (801	Market Market		_		10 told
13	Victorialisation		acces.	TARGET SERVICES	HEROTEKENIN	ATECH WILLIAM		10400411-004	Tourist 1	**********		was	Battle .	1804	amore con-	140.891		181 CO 483 DO	2010000	2621-04-05	mee	CORPORE	Date 450
1 1	MALTER PALLETON TABLET		PISTERNIE	CATHER TANKED	PERCENTAGE 19659	AMEGICIENS	1804	NAME AND ADDRESS OF THE PARTY O	_	1 1001/100 ₄ /mm		Visite Control	60FTG	1817	BECOMMON	70.00	-	181-CO 481-001				BH CHIPFERME	20.00
16 ·	THE PARTY AND SECOND COMMENTS.		P107E030	Carrier Territor	#FERMANNI			1440744410,30070	781-00	1001/9004/000				514		19cm		180-CO-480-0021		100.00		na camponing	30-7034
п .	ENTERNO CHERTOLETE HERE CATELLE		POCTERAGE	TANKET IZ-III Z-III.COD	nearven mm	CALCONIN-US FACINGS COMES	344	AUTORITONIA		1001/0Habes		DECIDE C	9009	344	RESECUENT-SPIN	MICES MICES	-	181-00-481-001					20.00
19	ETHOMSESSIONOMOSSICAL		ancas.	Carrier Tarrial	100		1814	AND REAL PROPERTY.		6001/608 ₄ /mm	4	SMORE CHACLE L.	BJP100	1804		14.00		DE CO 40 304	20010010				2040
20 "	CONTRACTORS CONTROL V SERVICI CARRAGES		micus micus	Carrier Terrier	MONTH NO.	6.48 arcerum	301	DATE OF THE PARTY	19.49 19.49	#907/100 phon	1	PRINCIPAL METROCOCE (S)	MARKET	301	PERCHANGE IN COLUMN 1	100.00	-	38 CO 48 001	men a			CHEMINE	20.00
22 *	ORD HAD DESIGNATION COLUMN		mr(w)	***************************************	#TEXALINA	*******		BERGARAS ERITE	06.60	9881/984 ₄ /mm		um	LAN DECEM		meaning	A13-174	,	58-CO-48-003	mes	MD-00-13		CORPORE	30 10
23 "	ESTACHMENT SERVICES LA		POSTERIOR	Carona Tancas Carona Tancas	1990		384	ARTEST AND A STATE	_	22%/28Hadan		AT MARKET	BAPTON	344	710E-862	100 MG	-	181-CO-481-001	Mare a	2801-00-15 (801-00-15	200 M		90.74G
25 4	CHETTO CONSTITUTED, WHENTE LE L.		ance:	Carrier Tanada	100	DETEN	304	ARRODOLED NO.	Tacase :	2791.742Eq.bara	2	HETIKAN	Battle	1804	MICHAELES.	760 884		DE CO 4800	201201-07	26010647	200.00	CHEMINE	20-00
26 "	DE TERMONISMENATURE PARELLE.		BICH!	CAMPINE TRANSPORT	1007	Manual Manual		BORNESS CO.		MINICIPAL AND ADDRESS OF THE PARTY OF T	1	DARROWSKIC METALOGEE IN A	SON	301	emonoreno-n	784.67		181-CO-481-001	2010021	20010021	20040	COPINE TH COPINE	2010
20 *	ESTACHERESENSCHISMUNISELA.C		P107EX20	*****************	neco	170468-0138		NOTICE AND VOCAL	rean .	PREFE/1008-4-0	,	VISCA	BACHINI.		vom	******	,	SW-CO-471-0021	0000	8000		RH CHIPPORTE	30111
29 20	OFFICE OF STREET, C.		motor:	TANKET IZPER EMICALIS	HEROEREN	actionmen venture	1811	NAME OF STREET	10-80 I	MODEL/ SEM galance		PARECHASTIC METAL/CASE LIAL	CTANGERO	344	PERCHAPTECHE	1918	-	180-CO-475-001	Marie S	2010035 (0110035		CHEMINE	20 Me
31 22	Earth Coulement III.		POSTERIOR	TARGET SENSE OF HUMB	10619	NOT	1840	BPHCGB79E7HGF	909709	1 1400 / 1884 piles		CHEZONET	Elforoni	314	ECCUPACION	16494		DE CO (NOD)	2010023	200100-20	ж	IN CONFIGNE	100 600
02 III	VE GAMENITE PIERCIA CIANEL		POSTERON	CARRIER THROUGH	PRODA	(mpm	314	ончини	******	SPECION LABOR	,			314		****		180-CO-493-0001		m: es m	men	RH CHIPOLINE	301/1
			c		, t	,	6	н		. к	L	н	н			۰	R	1	7	u	٧	w	×
	Bostont.		.Xn.tt.	Tyels salel	Tone booker	Water breakers	tabanda ta	Man han hada		E		Manufacturper	Materia baye	Maria Maria	Man 1 1		: h;	Photobale		1000	. tetele	C	Hereate Hereate of the property of the latest
1	HIROH HIRI LAZ.		шеш		econs.	C-CE BAR-	3813	1201411122411		2001/00/		man	*****	2812	11416(211111-2112)	M38-447	1				2022-00-04		m-1402
11 2	***************************************		mem		1000	w) II)	2821	310000000000 4110400000000		2791710Hpm	<u> </u>		10-11	2012	naconcomi noconcomi naconcomi naconcomi naconcomi naconcomi naconcomi naconc	M38-422	,	10-(11-0)- 1101			2022-01-04		10-401
12	BOX CHIROLIALA.						200	/**************************************				HI HICIMOLIA		2814		cm-191		180-018-024-	3937444	3933-48-4			m-m-s
*	***************************************			(**************************************			****			***************************************				,,,,,		******	·	10-01-m- 303			******		m.m.
· ·	ининия ма					***********		/mm/vmm	200744							711-744		3831 3831 3831	******				
9							2011	2000 000000000000000000000000000000000	-	22217222pm				201		TH-141	-	m-m-m-					10-10
9 '	mm communes		********		v	MIC CON-4	2813	***************************************	T40-81 1	10211/2111/2111	i	***************************************	WK123/4	2812	www.emmp	744411	÷	100 EST-010-	2021-00-02	2023-40-4	2022-10-11		
H 10			********	(14111711111	***************************************	E1 2+21/4+	285 285	/HEIVEHHEID)		1281/2011pm	•			2011		FIE-122	÷	10 (H-0)-			2022-00-00		10-33
	IPTOTE I THEORET CHICKEN LLA.			CHAINTINN			2814	///////////////////////////////////////	m-10 :	1 15277 / CHI press		ыш	01-0141	2011	R40A300000993	P21-242		10-01-01	2921-49-18	2020-00-0	2022-00-11		III-03II
н н	CHIPTHEN HICKMAN		mem			HOMESTER	200	CHIMITETINA	_	2004/4001pmm	_	HERE	*****	2017	######################################	K31-111	,	10-01-91- 10-01-91-	3939-48-11	_	3833-88-13		10-19
			mem			(METHOTOPIN)	2885	/100/10/10/10	10-m :	m2174m1,	,	CHIEFE IN THE CHIEF I.		3007	-	14-111	Ė	HI-DI-90-	2831-48-12	2022-00-12	3433-44-13		10-104
25 17				(**************************************		P-111		************				***************************************	-		-	141-731 171-131	÷	10-01-03- 3131 10-01-03-			*******		1010
2 " " " " " " " " " " " " " " " " " " "	INTERNATION CONTRACTOR OF THE PROPERTY OF THE	**********			***********			/##########		10 m 17 mm p.m.	÷			****		****	÷	3831 3831		******	******		
a			********			-	***	/800-2200-230						200	-	war-117	÷	100 CH -010-					10-100
24 22	meminimum tala						2421	шингеннич	78-1G	13311 / 3311 p.m.	÷			2831	MEMO-PENNESSA	TH-142	Ė	110 EII (117- 313)	2021-00-00	2020-00-0	2022-00-m		10:00
N 24			*******		****	K	2814	/000/000000000000000000000000000000000		1381/2011pm		mmana	-	2018	-	F2-143	÷	10 CI -01			2022-01-II		m-am-
	OH HINELD.		*******	CHAINTINN			2010	2000 Million	23E-102 :	1381/301/000	•	-		м	<u> </u>	P28-887	Ė	10- CH-201-	3831-48-12	2020-00-12	2022-10-10		H19H24
15 Th			71E11111	(1411)711111	mice.mi	10 Hi	200	30000000000 3000000000		D13417400 pmm	,	CHILIPPINIMPRIA.C.	9316 DEC191	2019	ancontrario Excention	791-107 731-101		10-01-20-	3131-11-11	_	3133-11-21		10-424 10-424
16 37	WEIGHT HIRE HOUSE FEE		,,,,,,,,,	***************************************	****	*****	380	101074434431		1081/4H1pm	,			3007	·	191-93	Ė	10-01-202-	3831-48-38		3833-88-38		m-m-
y 21	OHI PICH LAA				***************************************	****	100	/##5##################################	*****	***************************************	,			>***	mn-a	M14-141		10-00-20+ 2021	2021-00-21	3933-48-3	3433-11-31		m-n.v
22 20	MANAGE			(************			387 387			1381/3Mp	÷	-				m-27	÷	10-CH-3H-			*****		
a "			*******			*****	100		730-YII	PH1/100-p						*****	٠	100 ESS-307- 3131			****		
a "					************		100	/###########		1001/301/200				2011		FEF-231	÷	10-01-311- 3131 10-01-311- 3131			******		10-741
4 H	COMPLEX.		*******			0.00	3444	388825480138	P28-213 1	1821/2021		***************************************		2815		F3W-043	٠	100 EST-100-	3131-41-31	2023-00-2	2022-00-20		
22	IPHO OTHER PROPERTY.		, mem		10111	PER DE	200	MINISTER MAN		2021/9Hpm	-			2012	runament.	TH-107	,	10-01-00-	_	-	2022-00-20	_	10-16s
. 20	III.1 IIIIICIII III WAYA II PHIII I.L.)		шеш			HART	2818	**************************************	111-122 :	24251/4311 (000	,	mme	803	2011	H416GHHH+3413	W35-188	1	10-01-33-			2022-00-27		HI-20
4 2	THEOREM SHEET, LAA		********	(1411)711111		MC#13.4748	2014	/HINVHIII CO		27817488 p.m.	,	511111		200	PRODUCTION	E0-140	-	10-01-01- 100-01-01-			2022-00-20		III-1III
	12001171012171111111111111.		mem			PHETH - 123 MA		31104773474334	711-114.	20201710001,000		h		3814	F1134(1111)111	711-111	,	10-00-20-	3931-49-33	3933-89-3	3933-11-31		10-111
51 *3	ALTHOUGH BANKEL					0.03	***	30000000000		3000170001000	+	*****		381	#1314HH114H	TH-171	,	110-CH-217- 2121 110-CH-211- 2121	33344-3		*****		10-10s
g "	d							/mmv=m=0111	777-111	1981/3884						T# 433		180-E18-314-		*****	*****		
54			,,,,,,,,,		**********		***	/#####################################		100.1700pm	+			2011		m-24	+	100 CH-231- 3131			*****		m-m-
22			1							1								, ,,31					

Anexo 16. Reporte de campo de enero a marzo del 2022.

	1	1			1	t	٠.		1	t.		<u>u</u>							т			u	
1	lalallalaana	·			- ""																		
<u>,</u> .	•	***	1,.11.1	111	1.111	-1:::::	k	1:::::			;:	11		-::::		.terqta.	!!::;!:		::::::	*::::	1	·	
						10				,,,,,,,	÷			-11						,			
ii .						10				,	÷						÷						
11					,	100				,,,,,,,	÷			- 11	111111				1011		,.		
						- 11				,	÷			-:-		.,			11111		,		
"					*****						:								11111		,.		
20										,	÷			1111	11111				100	,			""
22 I'						100	.,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,			 	÷			100	.,								11111
24 "						100					:			111									""
23 11						100					:			10			:						
20 11						111				,				11	11101								110
11 11						19				Hann 1	-			10									
"					1,11111		1111111							10			.						
24 "					ļ					111111 1	:					.,							
											÷			11			Ė				,		
20										,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	Ė			- 111			Ė						
4 1						707			1 11	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	-			- 10			:						
42					""	10				,	1			-10			÷		,				
44						100					÷			-111			·		,	,.			
4						100					÷			- 10			÷		,	,.	,		
47 "						10				,	+			100			-		,		,		
11 11						- 10				111111 1	-			- 10									
										,	÷				11111								
						10				,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	-			-10					,		,		
						10				,	÷		.,,,,,			,	÷						
						110		1		,				1111		4,			111111				
											•												
					1			اليا	1		1,1	u					•		7			ш	•
1 1111				•	1	E	٠.	<u></u>	<u>.,</u>	ε	- '-	u		•	,	•	•		7		•	ш	•
; tati	lalallalanan	******		"					=				•					•				•	
1 1111 1 1111 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				Itt	111111111111111111111111111111111111111	-testin	k advadantas		"	·		lantanja.	Totalanja.		F. Laterstonger	1	";!:		1::1:1:	·-:::·	I	u	
		****	1,-11-1		111111111111111111111111111111111111111	-total	k abababa miping n	:::::: ;	**************************************		;:· ;:·	1t	tataataaqaa	-1;;;; -1;	L	.t;t	!!-:;!:		!::!:!: !:::::	• •	!!:!: !!		
					1.111 1.111	- 1	L					11	tataataagaa							 	1		000 000 000
10 1 10 1 10 1 10 1 10 1 11 1		**************************************			1.11	total	katadada mipingin miningin miningin			1100 p		1	11	######################################	**************************************		People						0.00 0.00 0,00 0,00
1					110-11		L.d.,d.,d.,	table 1	1 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10		 	Indiago	blotogo		katalaga manan manan mananga manang mananga ma manan mananga ma ma ma ma ma ma		People • • •						0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1					11.1.1		100 100 100 100 100 100 100 100 100 100		1 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	mul poo		1t	10.00.000.000.000.000.000.000.000.000.0	10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1	k.d.odo.		Mongle			1 1			0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.0
1					111.1		kaladada mipunga mini mini mini		1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1111 p		10000000000000000000000000000000000000			kolodop- monulpi monulpi monulpi port monulpi								0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.0
10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1					11111111111111111111111111111111111111		Antonido mapang a manana p manana p mananana manana manana manana manana manana manana manana mananana manana manana manana manana mananana mananana manananana mananana mananana mananana mananana manananana mananananana mananananananana mananananananananananananananananananan			100 pool	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	10000000000000000000000000000000000000	Manager Manage	100 mm m m m m m m m m m m m m m m m m m	Laboratory manual parameters of the parameters		Propts		**************************************		1001 1001 1001 1001 1001 1001 1001 100		1100 1000 1000 1000 1000 1000 1000 100
10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1					the testing of the te	**************************************	suppose of the state of the sta	tests 1 1 1 1 1 1 1 1 1			1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	10000000000000000000000000000000000000	blotoque num npp1 nu num num num num num num num num num	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	kolosloge monomi ja monomi ja				1001 1001 1001 1001 1001 1001 1001 100				1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				101 101 101 101 101 101 101 101 101 101	the total of the t		A characteristic mapping is a					testrops unmount num num num num num num num num	1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 100	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	kolodogo minima ja minima		Progle		**************************************				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100
10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				101 101 101 101 101 101 101 101 101 101	the testing to the te		1000 000 000 000 000 000 000 000 000 00					testrope omnound omnou	International Control of the Control	100 mm m	London property of the propert				1001 1001 1001 1001 1001 1001 1001 100				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100
10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				1010 1010 1010 1010 1010 1010 1010 101	the test of the te	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	Laboratoria majorati i maria manina maria manina maria manina maria manina maria manina ma ma manina manina ma manina ma ma ma ma ma ma manina ma ma ma ma ma ma ma ma ma ma ma ma ma		No. 1011 poor		Lastrage Harmonia Harmon		100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	Landange and the second	1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 100							100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	
10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				101 101 101 101 101 101 101 101 101 101	titological control co	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100		Section	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	separate of the separate of th		10000000000000000000000000000000000000	1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 100	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	Solutions Internal of the solution of the sol		Progle		**************************************				100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100
11 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	to the second of	100 mm m m m m m m m m m m m m m m m m m		Section		inin to the control of the control o		testings 10000 10000 10000 1000	1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 100	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	Landarda (Landarda (Landar		Progle						
10. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				101 101 101 101 101 101 101 101 101 101	to the second se	100 mm m m m m m m m m m m m m m m m m m	A COLOR OF THE PROPERTY OF THE		No.		10000000000000000000000000000000000000	1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 100	100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Antoniogeness of the second se				**************************************					
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				101 101 101 101 101 101 101 101 101 101	total	100 100	A CONTRACTOR OF THE PROPERTY O						1000 1 1000 1000 1000 1000 1000 1000 1	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	Antoning programming programmi	1000 1000 1000 1000 1000 1000 1000 100	**************************************						
10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	total	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	A CONTRACTOR OF THE PROPERTY O		No.			100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	Antoning programming programmi									
1. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Table State	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	supposed to the state of the st		No.			100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	Solutions programming to the control of the control		**************************************		**************************************					
1				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Table State of the	100 mm m	service of the servic		Section Sect				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	100 (100 (100 (100 (100 (100 (100 (100	Antonios programmes pr		**************************************		**************************************				
1				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Table State of the	1	service of the servic		No.			100 100 100 100 100 100 100 100 100 100		Solutions produced by the solutions of t		**************************************		**************************************					
1. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Table State of the		service of the control of the contro	Company Comp	No.			100 100 100 100 100 100 100 100 100 100		Solutions programme of the control o									
1. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Table State of the	1		Company Comp	No. A CONTRACTOR OF THE CONTRACTOR			100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	######################################	Solutions of the solution of t									
				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Landing Lan	1		Control Cont	No.				100 mm m										
				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	Table State of the	100 mm m		1000 1000	No.				100 mm m									100 100	
				100 100 100 100 100 100 100 100 100 100	totale	100 mm m			No. internation of the control of the co														

																		т.				
2024		-				_								_		_	_	 _	_	_		•
-				<u> </u>					_													
=	t-t-tt-t																					
					t-stt														••	•••••		
	•	****	1,	111	1.111	-4::::-	k	:::::	.	************	;::	11	1.11	-	k	.t:::;t:.	::::::::	 ::::::	*****	.::::::	·:	
										H 1	•				1	***		 1				
•					***	- 11					-			111				 1				
П					*****									110			·	 				
•						110		1	•	H 1	-			111	111111			 				
•									•	H 1								 				
•									•	1	- 1			111				 				
$\overline{}$									•	,				111				 				
1						10								111				 				1
1						10	pp			40.40 1000				10			·	 				
1										,				111				 				1111
					*****	110					-			"111				 				""
111							.,,,,,,,,,						444.4					 				
100					***	*10			•	H	-			111				 				
100						111				,	-			111				 				
100						1111	,	4000		,	-			111		4,		 11111	11111			
10					*****	110				,								 				** 1
100										11,	-			111				 				** *
						110				H 1				111			-	 				
100																		 				
					44444	1111				ppm ,	-			j				 				
10						10					-			10				 				
						110				111111 p	-			111				 				.,
											-		1991				٠.	 				
						110								111			٠.	 				
۳					.,	j				,	-						·	 				"""
۳						-10				,	_			111			٠.	 				*****
۳						1111					-			- 111			٠.	 	111111	111111		
۳						110					_			111			٠.	 111111	111111	111111		
۳						110					-			111			٠.	 	111111	111111		
Н						- 11				pp	-			-111			-	 				
1									١.		-			111			٠.	 				****
١					*****	10			1		-			10			<u> </u>	 				
1 t						100			H		÷			10			<u> </u>	 				nijii
۳						11	himmer on		١.		<u> </u>			101			<u> </u>	 				****
١						110			H		÷			111			H .	 				
۳						100			H	PP 9 1 poor	÷						Ė	 				****
۳						- 10			H	10000111000	÷						٠.	 				.,,,
1 							[1]		H		÷						⊢÷	 				
۳					.,,		11,0000000000		H		÷						H÷.	 				.,,,
1						100			÷	J J	÷			100			÷	 				
4						_			H.	1000011.000	_						٠.	 				
1							1010000001000		H		-			-11			÷	 				
۳									Г.					.,,		L	<u>'</u>	 1	1			