

Universidad Latina de Costa Rica.

Facultad de Ingeniería y Tecnologías de la información.

Escuela de Ingeniería Civil.

Trabajo final de graduación para optar por el grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil.

Modalidad Proyecto de Graduación.

Propuesta de mejoramiento de la red actual del sistema de agua potable de la Asociación administrativa del acueducto rural de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito.

Autor: Daryl Fernando Céspedes Ruiz.
Tutor: Ing. Allan Umaña Ortiz.

San Pedro, 09 de diciembre de 2022.

CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Estimados señores:

En mi calidad de tutor, como miembro del Tribunal Examinador, confirmo la aprobación del siguiente Trabajo Final de Graduación para optar por Grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

- Propuesta de mejoramiento de la red actual del sistema de agua potable de la Asociación administrativa del acueducto rural de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito.
- Modalidad: Proyecto.
- Autor: Daryl Fernando Céspedes Ruiz.
- Fecha de aprobación: 26 de diciembre de 2022.

**ALLAN ALFONSO
UMAÑA ORTIZ
(FIRMA)**

Firmado digitalmente por ALLAN
ALFONSO UMAÑA ORTIZ (FIRMA)
Ubicación: San José, Costa Rica
Fecha: 2022.12.30 21:59:18 -06'00'

Allan Alfonso Umaña Ortiz

CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Estimados señores:

En mi calidad de lector, como miembro del Tribunal Examinador, confirmo la aprobación del siguiente Trabajo Final de Graduación para optar por Grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

- Propuesta de mejoramiento de la red actual del sistema de agua potable de la Asociación administrativa del acueducto rural de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito.
- Modalidad: Proyecto.
- Autor: Daryl Fernando Céspedes Ruiz.
- Fecha de aprobación: 26 de diciembre de 2022.



Ing. José Joaquín Rodríguez R.

CARTA SEGMENTADA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Estimados señores:

En mi calidad de lector, como miembro del Tribunal Examinador, confirmo la aprobación del siguiente Trabajo Final de Graduación para optar por Grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

- Propuesta de mejoramiento de la red actual del sistema de agua potable de la Asociación administrativa del acueducto rural de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito.
- Modalidad: Proyecto.
- Autor: Daryl Fernando Céspedes Ruiz.
- Fecha de aprobación: 26 de diciembre de 2022.

**DANIEL
FIGUEROA
ARIAS (FIRMA)**

Firmado digitalmente por
DANIEL FIGUEROA ARIAS
(FIRMA)
Fecha: 2022.12.31
12:49:48 -06'00'

Daniel Figueroa Arias

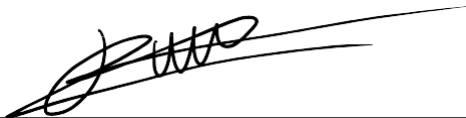
Declaración Jurada

Yo, Daryl Fernando Céspedes Ruiz estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy Autor Intelectual del Proyecto de Graduación titulado:

Propuesta de mejoramiento de la red actual del sistema de agua potable de la Asociación administrativa del acueducto rural de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito.

Por lo que libero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Firmo en San José, 30 de diciembre de 2022



Daryl Fernando Céspedes Ruiz

Licencia De Distribución No Exclusiva (carta de la persona autora para uso didáctico) Universidad Latina de Costa Rica

Yo (Nosotros):	Daryl Fernando Céspedes Ruiz.
De la Carrera / Programa:	Licenciatura en Ingeniería Civil.
Modalidad de TFG:	Proyecto.
Titulado:	Propuesta de mejoramiento de la red actual del sistema de agua potable de la Asociación administrativa del acueducto rural de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito.

Al firmar y enviar esta licencia, usted, el autor (es) y/o propietario (en adelante el “**AUTOR**”), declara lo siguiente: **PRIMERO:** Ser titular de todos los derechos patrimoniales de autor, o contar con todas las autorizaciones pertinentes de los titulares de los derechos patrimoniales de autor, en su caso, necesarias para la cesión del trabajo original del presente TFG (en adelante la “**OBRA**”). **SEGUNDO:** El **AUTOR** autoriza y cede a favor de la **UNIVERSIDAD U LATINA S.R.L.** con cédula jurídica número 3-102-177510 (en adelante la “**UNIVERSIDAD**”), quien adquiere la totalidad de los derechos patrimoniales de la **OBRA** necesarios para usar y reusar, publicar y republicar y modificar o alterar la **OBRA** con el propósito de divulgar de manera digital, de forma perpetua en la comunidad universitaria. **TERCERO:** El **AUTOR** acepta que la cesión se realiza a título gratuito, por lo que la **UNIVERSIDAD** no deberá abonar al autor retribución económica y/o patrimonial de ninguna especie. **CUARTO:** El **AUTOR** garantiza la originalidad de la **OBRA**, así como el hecho de que goza de la libre disponibilidad de los derechos que cede. En caso de impugnación de los derechos autorales o reclamaciones instadas por terceros relacionadas con el contenido o la autoría de la **OBRA**, la responsabilidad que pudiera derivarse será exclusivamente de cargo del **AUTOR** y este garantiza mantener indemne a la **UNIVERSIDAD** ante cualquier reclamo de algún tercero. **QUINTO:** El **AUTOR** se compromete a guardar confidencialidad sobre los alcances de la presente cesión, incluyendo todos aquellos temas que sean de orden meramente institucional o de organización interna de la **UNIVERSIDAD** **SEXTO:** La presente autorización y cesión se registrará por las leyes de la República de Costa Rica. Todas las controversias, diferencias, disputas o reclamos que pudieran derivarse de la presente cesión y la materia a la que este se refiere, su ejecución, incumplimiento, liquidación, interpretación o validez, se resolverán por medio de los Tribunales de Justicia de la República de Costa Rica, a cuyas normas se someten el **AUTOR** y la **UNIVERSIDAD**, en forma voluntaria e incondicional. **SÉPTIMO:** El **AUTOR** acepta que la **UNIVERSIDAD**, no se hace responsable del uso, reproducciones, venta y distribuciones de todo tipo de fotografías, audios, imágenes, grabaciones, o cualquier otro tipo de

presentación relacionado con la **OBRA**, y el **AUTOR**, está consciente de que no recibirá ningún tipo de compensación económica por parte de la **UNIVERSIDAD**, por lo que el **AUTOR** haya realizado antes de la firma de la presente autorización y cesión.

OCTAVO: El **AUTOR** concede a **UNIVERSIDAD**., el derecho no exclusivo de reproducción, traducción y/o distribuir su envío (incluyendo el resumen) en todo el mundo en formato impreso y electrónico y en cualquier medio, incluyendo, pero no limitado a audio o video. El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD**. puede, sin cambiar el contenido, traducir la **OBRA** a cualquier lenguaje, medio o formato con fines de conservación.

NOVENO: El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD** puede conservar más de una copia de este envío de la **OBRA** por fines de seguridad, respaldo y preservación. El **AUTOR** declara que el envío de la **OBRA** es su trabajo original y que tiene el derecho a otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

DÉCIMO: El **AUTOR** manifiesta que la **OBRA** y/o trabajo original no infringe derechos de autor de cualquier persona. Si el envío de la **OBRA** contiene material del que no posee los derechos de autor, el **AUTOR** declara que ha obtenido el permiso irrestricto del propietario de los derechos de autor para otorgar a **UNIVERSIDAD** los derechos requeridos por esta licencia, y que dicho material de propiedad de terceros está claramente identificado y reconocido dentro del texto o contenido de la presentación. Asimismo, el **AUTOR** autoriza a que en caso de que no sea posible, en algunos casos la **UNIVERSIDAD** utiliza la **OBRA** sin incluir algunos o todos los derechos morales de autor de esta.

SI AL ENVÍO DE LA OBRA SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA U ORGANIZACIÓN QUE NO SEA UNIVERSIDAD U LATINA, S.R.L., EL AUTOR DECLARA QUE HA CUMPLIDO CUALQUIER DERECHO DE REVISIÓN U OTRAS OBLIGACIONES REQUERIDAS POR DICHO CONTRATO O ACUERDO. La presente

autorización se extiende el día 26 de diciembre de 2022 a las 16:00

autorización se extiende el día 26 de diciembre de 2022 a las 16:00

autorización se extiende el día 26 de diciembre de 2022 a las 16:00

Firma del estudiante(s):



Agradecimiento

Primeramente, agradezco infinitas gracias a Dios por permitirme llegar hasta este punto de mi vida, por la salud, los amigos, familia y el hogar.

Primeramente, agradezco a la Junta Administrativa de la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín por estar presente y por la confianza que me brindaron en estos 8 meses al dejarme realizar las visitas, tener acceso a los informes e información.

A los profesores e ingenieros José Joaquín “JJ”, Figueroa y en especial Allan debido a que estuvo presente todas las semanas durante este proceso del “trabajo final de graduación”

Agradezco mucho a mis amigos Álvaro, Aicela, Charlie, Valeria y Jason por ser parte de estos 3 años. Desde el momento que empezó la pandemia, nos obligó a optar por diferentes manera de estudio y de maneras de ver la materia de la ingeniería. Cosa que no fue nada sencillo, sin embargo, con la ayuda de ellos se pudo salir adelante hasta este punto.

Gracias a Oldemar, que desde hace más de 8 años ha estado en la vida de uno apoyándolo. Recuerdo perfectamente que desde que inicie la carrera ha estado ahí apoyando en toda manera y está presente en los momentos de lucha.

Mil gracias de todo corazón a Fernanda, que ha sido un apoyo incondicional y que día a día ha estado ahí haciéndome creer en que todo es posible y que uno puede lograr esto y muchas cosas más a pesar de que se le venga el mundo encima. Gracias esto y por todo mi negra.

Por último, agradezco a mi padre, madre, hermana que formaron parte demasiado importante en estos años de estudio y en toda mi vida en general ya que desde pequeño han formado parte de mi crianza, donde siempre me han inculcado los diferentes valores para poder ser una mejor persona todos los días

Dedicatorias

Dedico este trabajo final de graduación, a mis padres, porque gracias y con la ayuda de ellos, he logrado llegar a este punto de la vida de uno. Siempre he sabido que puedo contar con ellos, para todas las cosas. En todos estos años de vida, siempre han estado apoyándome y dándome todo el amor y todo lo necesario con tal de ser una persona feliz

Resumen

El presente trabajo está enfocado en realizar una propuesta de mejora del diseño del sistema de agua potable de la Asociación Administrativa del Acueducto Rural de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito, hacer esto es importante debido a que esta ASADA brinda el servicio a seis pueblos diferentes que lo conforman como: Alto de Capulín, Bajo de Capulín, Bajamar, Guacalillo, Cuarros e Intermedios.

Una ASADA es una institución sin fines de lucro, que administran los sistemas de acueductos y alcantarillados comunales bajo los diferentes normas y reglas que brinda el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Una red de distribución es un conjunto de elementos y tuberías de agua que trabajan a presión y se encargada de trasportar el agua, desde un tanque, donde se encuentra almacenada, previamente tratada y obtenida de una fuente de agua, para ser llevada desde el tanque hasta un punto, con el fin de ser usada por los diferentes usuarios.

El fin de realizar este trabajo final de graduación, tiene como objetivo dar una mejora al sistema debido a los diferentes problemas, que enfrentan actualmente esta institución, lo cual dan cierto grado una afectación al servicio todos los días, por ende por medio de realización de cálculos y de reordenamiento de la red de distribución del agua se espera dar una mejoría por un largo período de años y que de esa manera los diferentes usuarios no tengan ningún problema de obtener este servicio en cualquier rincón de esta comunidad.

Abstract

The present work is focuses on making a proposal to improve the design of the drinking water system of the administrative association of the rural aqueduct of Lagunillas and Alto de Capulín of Garabito, doing this is important because this ASADA provide the service to six different villages, which consists of: Alto de Capulín, Bajo de Capulín, Bajamar, Guacalillo, Cuarros e Intermedios.

An ASADA is a non-profit institution that manages the communal aqueduct and sewer systems under the different standards and regulations provided by “Instituto Costarricense De Acueductos Y Alcantarillados”.

A water distribution network is a set of water elements and pipes that work under pressure and is the responsible for transporting the water from tank where it is stored. The water is previously treated and obtained from a different water source, to be carried from the tank to a point, in order to be used like a: home point or water intake

The purpose to carry out this work, aims to give an improvement to the system due to the different problems currently facing this institution, which gives a certain degree an affectation to the service every day, therefore, by means of calculations and reorganization of the water distribution network, it is expected to give an improvement, for a long period of years and that in that way the different users have no problem obtaining this service in any corner of it community.

Tabla de contenido

Introducción.....	19
Antecedentes	19
Planteamiento del problema	20
Objetivos General.....	22
Objetivos específicos.....	22
Justificación.....	22
Alcances y limitaciones.....	23
Impacto.....	24
CAPÍTULO 1.....	26
FUNDAMENTO TEÓRICA.....	26
1. Fundamento Teórica.....	27
1.1. Generalidades	27
1.2. ¿Qué es una ASADA?.....	27
1.3. Agua como recurso natural.....	27
1.3.1. Ciclo Hidrológico.....	28
1.4. Red de distribución.....	29
1.4.1. Tanque de almacenamiento de agua potable.....	30
1.4.2. Fuentes de agua	31
1.4.3. Tratamiento del agua.....	32
1.4.4. Red de diseño	33
1.5. Materiales	35
1.5.1. Tuberías plástico	36
1.5.2. Tuberías metálicas.....	36
1.5.3. Tuberías de Unión rígida.....	36
1.5.4. Tuberías de unión flexible.....	37
1.6. Líneas de conducción de los sistemas de abastecimiento de agua potable	37
1.6.1. Línea de conducción por bombeo	37
1.6.2. Líneas de conducción por gravedad.....	38
1.7. Ubicación de tuberías	39

1.8. Población	40
1.9. Dotación	41
1.10. Factor de demanda.....	43
1.10.1. Caudal	43
1.11. Porcentaje de agua no contabilizada.....	44
1.12. Presiones.....	44
1.12.1. Presiones internas en tuberías	45
1.12.2. WaterGEMS	46
1.13. Perdida por fricción	46
1.14. Perdidas de Carga	48
1.15. Diámetro de tuberías.....	49
1.16. Velocidad del agua	50
1.17. Golpe de Ariete.....	50
1.17.1. Cámara de válvula de aire	51
1.17.2. Válvulas mecánicas	51
1.18. Elementos que conforman un acueducto	53
1.18.1. Bombas.....	53
1.18.2. Tanque de almacenamiento.....	54
1.18.3. Hidrantes	56
1.18.4. Tuberías.....	56
1.18.5. Accesorios	57
1.18.6. Válvulas.....	58
1.18.7. Medidores.....	58
CAPÍTULO II	59
MARCO METODOLÓGICO	59
2. Marco Metodológico	60
2.1. Paradigma	60
2.2. Enfoque metodológico.....	61
2.3. Método de investigación.....	62
2.4. Categoría de análisis de investigación.....	62

2.5.	Población y muestra	63
2.6.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	63
2.7.	Técnicas e instrumentación para el procesamiento y análisis de los datos	64
CAPÍTULO III		65
ANÁLISIS DE LOS RESULTOS		65
3.	Análisis de Resultados	66
3.1.	Recopilación de datos	66
3.2.	Tanques de almacenamiento de la ASADA	66
3.2.1.	Tanque de almacenamiento #1	66
3.2.2.	Tanque de almacenamiento #2	67
3.2.3.	Tanque de almacenamiento #3	67
3.2.4.	. Tanque de captación	68
3.3.	Tanque Quebra Gradiente	68
3.4.	Fuente de abastecimiento	69
3.4.1.	Naciente	69
3.4.2.	Pozo Raúl	69
3.4.3.	Pozo Federico	70
3.4.4.	Pozo Plaza	70
3.5.	Desinfección	71
3.6.	Sistema de bombeo	71
3.7.	Operación del sistema de bombeo	72
3.8.	Balance hídrico	72
3.8.1.	Análisis de la población	73
3.8.2.	Dotación	73
3.8.3.	Usuarios del sistema	75
3.8.4.	Cálculo de crecimiento poblacional	77
3.8.5.	Caudales	77
3.8.6.	Aforos de producción de agua en la ASADA	78
3.8.7.	Proyección a futuro de la producción del sistema de la ASADA	79
3.9.	Creación del modelo en WaterGEMS	80
3.9.1.	Creación de la infraestructura del modelo	82



3.9.2.	Curvas de nivel.....	83
3.9.3.	Demanda	84
3.9.4.	Asignación de datos del modelo	85
3.9.5.	Modelo de WaterGEMS finalizado.....	86
	CAPÍTULO IV	116
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	116
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	117
4.1.	Conclusiones	117
4.2.	Recomendaciones	118
	Referencias bibliográficas	120
	Anexos.....	123
	Glosario	146

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1: Ubicación del Edificio principal de la ASADA de Lagunillas</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 2: Zonas de división actual de la ASADA de Lagunillas</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 3: Ciclo del Agua</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 4: Red Ramificada.....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 5: Red Mallada</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 6: Bomba Periférica.</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 7 Bomba Centrifuga.</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 8 Electrobomba.</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 9 Tanque de almacenamiento de agua</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 10 Hidrante.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 11 Tubería PVC</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 12 Tubería metálica.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 13 Accesorios de PVC.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 14 Válvulas para tuberías.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 15 Medidor para agua potable</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 16 Tanque de almacenamiento de agua #1</i>	<i>66</i>
<i>Ilustración 17 Tanque de Almacenamiento #2.....</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 18 Tanque de almacenamiento #3</i>	<i>67</i>
<i>Ilustración 19 Tanque de Captación.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 20 Tanque quiebra Gradiente.....</i>	<i>68</i>
<i>Ilustración 21 Naciente</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 22 Pozo Raúl.....</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 23 Pozo Federico.....</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 24 Pozo Plaza.....</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 25 Sistema de Desinfección del agua</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 26 Esquema</i>	<i>72</i>
<i>Ilustración 27 Distrito de Tárcoles.....</i>	<i>73</i>
<i>Ilustración 28 Agua captada de la naciente</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 29 Calculo de servicios equivalentes según el tipo de actividad de desarrollo</i>	<i>75</i>
<i>Ilustración 30 Gráfico Balance hídrico.....</i>	<i>80</i>
<i>Ilustración 31 Diagrama de Pasos para la modelación del sistema</i>	<i>81</i>
<i>Ilustración 32 Red de distribución de agua potable ASADA</i>	<i>82</i>
<i>Ilustración 33 Curvas de Nivel en el sistema</i>	<i>83</i>
<i>Ilustración 34 polígonos de Thiessen.....</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 35 Programa ejecutado en el sector 2 y 3</i>	<i>85</i>
<i>Ilustración 36 Tuberías en tanque "Federico"</i>	<i>87</i>
<i>Ilustración 37 Detalles de tuberías sector 2 Tanque Federico</i>	<i>88</i>

<i>Ilustración 38 Sector 2 con altas presiones</i>	89
<i>Ilustración 39 Demanda de modelo estático</i>	90
<i>Ilustración 40 Diámetro de tuberías</i>	90
<i>Ilustración 41 Presiones del Modelo Dinámico Promedio</i>	92
<i>Ilustración 42 Demanda de "Centro de población"</i>	93
<i>Ilustración 43 Ramal principalmente afectado en el sistema de la ASADA, zona de "Intermedios"</i>	94
<i>Ilustración 44 Presión de trabajo vs Diámetro de tubería</i>	95
<i>Ilustración 45 Presiones en Modelo dinámico FMD</i>	96
<i>Ilustración 46 Demanda de Modelo Dinámico Promedio</i>	97
<i>Ilustración 47 Diámetro de tuberías</i>	98
<i>Ilustración 48 Diámetros propuestos</i>	99
<i>Ilustración 49 Tuberías con cambios</i>	99
<i>Ilustración 50 Sustitución de diámetros por 75 mm</i>	100
<i>Ilustración 51 ubicación de accesorio 25</i>	102
<i>Ilustración 52 Accesorio 25</i>	102
<i>Ilustración 53 Tubería sustituida en el Sector 1</i>	103
<i>Ilustración 54 Sustitución de tuberías paralelas a la Ruta 34</i>	105
<i>Ilustración 55 Ruta 34</i>	105
<i>Ilustración 56 Sustitución de diámetros de Calle al Tajo y ruta 757</i>	106
<i>Ilustración 57 Proyecto Montmar</i>	106
<i>Ilustración 58 Sustitución de tubería hacia el proyecto Montmar</i>	107
<i>Ilustración 59 Sustitución de diámetros en la zona de intermedios sector 2</i>	107
<i>Ilustración 60 Ubicación de accesorio 21</i>	108
<i>Ilustración 61 Accesorio 21</i>	108
<i>Ilustración 62 Accesorio 13</i>	109
<i>Ilustración 63 Accesorio 18</i>	109
<i>Ilustración 64 Sustitución de ramales en plazos</i>	111
<i>Ilustración 65 Sustitución de Diámetro del sector 3</i>	113
<i>Ilustración 66 Accesorio 22</i>	113
<i>Ilustración 67 Presiones en el sistema posteriormente a los cambios</i>	115
<i>Ilustración 68 Altas presiones en la zona de Intermedios</i>	115

Índice de Tablas

<i>Tabla 1: Unidad de Consumo equivalente.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 2: Dotaciones Brutas Fuente: Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados, 2017</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3: Valor Máximo de C.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 4: Valores del coeficiente de Manning</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 5: Valores del Coeficiente K.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 6 Volumen de almacenamiento</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 7 Sistema de bombeo</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 8 Agua No Contabilizada.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 9 Servicios equivalentes</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 10 Crecimiento poblacional.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 11 Caudales del sistema.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 12 Caudales de fuentes de abastecimiento.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 13 Proyecciones del sistema de agua potable de la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 14 Detalles generales del Modelo WaterGEMS</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 15 Detalles Modelo Estático.....</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 16 Presión Nominal de las tuberías.....</i>	<i>89</i>
<i>Tabla 17 Detalles de modelo Dinámico Promedio</i>	<i>91</i>
<i>Tabla 18 Demandas en Modelo Dinámico Promedio.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 19 Demandas por sectores del modelo Dinámico Promedio.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 20 Detalle de modelo Dinámico Factor Máximo Diario</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 21 Demanda de consumos por Sectores</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 22 Demandas en "Centro de Población"</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 23 diámetros entre 18 y 38 mm en la Zona 1.....</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 24 Tuberías entre 50 mm y 62 mm de la Zona 1</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 25 Macromedidores electromagnéticos para el sector 1.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 26 Costo de Materiales para el mejoramiento del sector 1</i>	<i>104</i>
<i>Tabla 27 Válvulas reguladoras de Presión</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 28 Macromedidores del sector 2.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 29 Materiales para el mejoramiento del sector 2.....</i>	<i>112</i>
<i>Tabla 30 Materiales para el mejoramiento del sector 3</i>	<i>114</i>

Índice de Anexos

<i>Anexo 1: Estado Actual de Costa Rica en Agua Potable y saneamiento</i>	<i>123</i>
<i>Anexo 2 Agua en el planeta</i>	<i>123</i>
<i>Anexo 3: Distribución del agua sobre y dentro de la tierra</i>	<i>124</i>
<i>Anexo 4: Esquema de tratamiento de Aguas</i>	<i>124</i>
<i>Anexo 5: Volumen de Reserva de Incendios</i>	<i>125</i>
<i>Anexo 6: Ecuaciones para cálculo de Factor de Fricción</i>	<i>125</i>
<i>Anexo 7 Ubicación de Tubería</i>	<i>126</i>
<i>Anexo 8 Sistema Accu-Tab</i>	<i>126</i>
<i>Anexo 9 Población de Cantón de Garabito, Puntarenas</i>	<i>127</i>
<i>Anexo 10 Tabla de especificaciones de PVC</i>	<i>128</i>
<i>Anexo 11 Tanques tipo Rotoplas</i>	<i>129</i>
<i>Anexo 12 Tanques tipo Rotoplas</i>	<i>130</i>
<i>Anexo 13 Esfuerzo sobre Tuberías</i>	<i>131</i>
<i>Anexo 14 Tuberías sustituidas en sector 2</i>	<i>133</i>
<i>Anexo 15 Lámina 1</i>	<i>134</i>
<i>Anexo 16 Lámina 2</i>	<i>135</i>
<i>Anexo 17 Lámina 3</i>	<i>136</i>
<i>Anexo 18 Lámina 4</i>	<i>137</i>
<i>Anexo 19 Lámina 5</i>	<i>138</i>
<i>Anexo 20 Lámina 6</i>	<i>139</i>
<i>Anexo 21 Lámina 7</i>	<i>140</i>
<i>Anexo 22 Lámina 8</i>	<i>141</i>
<i>Anexo 23 Lámina 9</i>	<i>142</i>
<i>Anexo 24 Lámina 10</i>	<i>143</i>
<i>Anexo 25 Lámina 11</i>	<i>144</i>
<i>Anexo 26 Lámina 12</i>	<i>145</i>

Introducción

Antecedentes

Lagunillas, el distrito número 3 (tres) del cantón de garabito, Puntarenas según la página de la municipalidad de Garabito por la ley 10055 en Costa Rica el de 15 (quince) de noviembre de 2021. Cuenta con seis caseríos que lo conforman como: Alto de Capulín, Bajo de Capulín, Bajamar, Guacalillo, Cuarros e Intermedios y se ubica al norte de los cantones de Esparza y Orotina, al sur limita con el distrito de Tárcoles, al este con el cantón de Turrubares de la provincia de San José y al oeste con el océano pacifico. Cuenta con temperaturas promedio de 30°C.



*Ilustración 1: Ubicación del Edificio principal de la ASADA de Lagunillas
Fuente: Elaboración propia, 2022*

Desde 1966 el Acueducto y Alcantarillado (AyA) creó un programa para la creación de las ASADAS y actualmente existen más de dos mil (2000) Asociaciones administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales de Costa Rica el país según el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE, sf, párr.1). Estas asociaciones son las encargadas de administrar los diferentes sistemas de acueducto y alcantarillado bajo a los diferentes reglamentos acorde con el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados mediante un convenio de Delegación de Administración (MINAE, sf, párr.2). En pocas palabras las ASADAS son las encargadas de planificar, dirigir y cumplir con dar las diferentes soluciones para los problemas en servicios de agua potable y alcantarillado.

Más de un millón de personas en Costa Rica cerca del 30% de la población reciben agua gracias a la labor voluntaria de quince mil gestores comunitarios del agua, quienes se encargan del manejo de los acueductos comunales en todo lo largo y ancho del territorio nacional para asegurar la calidad de vida y dignidad de sus familias y comunidades (PNUD, 2019, párr.13)

Según el Tecnológico de Costa Rica (TEC) el 92.4% (Por ciento) de la población recibe agua totalmente potable, segura y de calidad (TEC, 2022, párr.5)

Costa Rica y Chile son los únicos países en toda Latinoamérica donde se puede consumir agua, según EFE Verde ciento sesenta millones de personas no tienen acceso seguro al recurso hídrico y si la tienen es en condiciones muy malas (EFE Verde. 2022 párr.2)

En sistemas de saneamiento, alrededor de cuatrocientos treinta millones de personas de personas no tiene acceso seguro y más de treientos millones de personas en ciudades no tienen sistemas de alcantarillado y más de diez millones de personas defecan al aire libre por lo que es un problema muy serio ya que tiente contra la salud de las personas (EFE Verde, 2022, párr.3).

Recordemos que el agua es un recurso totalmente esencial y primordial para vivir y se puede considerar como un elemento que se utiliza para muchas cosas en la vida como el consumo humano, aseo en el hogar, industrias agrícolas, en general, todos los seres vivos se ven beneficiados y al no tener acceso de agua potable muchos países se ven afectados en estos puntos.

Planteamiento del problema

Lagunilla es el distrito 3 (tres) del cantón de Garabito, es uno de los distritos con mayor importantes en la zona debido a que en ese lugar donde se practica la ganadería y agricultura, por ende el agua es esencial para el desarrollo de la economía de la zona debido a que dependiendo del mes en el que se está las fuentes de agua en los ríos están secas ya que es una zona que tiene como promedio una temperatura muy alta en todo el año por lo que esto hace que las fuentes secundarias como los ríos están secos la mayor parte del año.

Otro problema que se encuentra en esta zona es la desactualización del sistema de agua potable que se tiene debido a la antigüedad de los diferentes ramales dando como objetivo problemas con respecto a los diámetros de las tuberías dando como resultado altas y bajas presiones debido a las demandas y la topografía que se tienen en la zona.

Por ser una ASADA realmente pequeña, conforme va pasando el tiempo en estos años, el incremento se ha visto muy notorio, ya que, al ser una zona muy turística, hace que día a día la población aumente, dando como resultado que muchas personas quieran realizar construcciones en esta zona, se han visto afectados por los diferentes problemas como desactualización de los ramales, presiones y problemas

en lo que no obtienen permisos de construcción por parte de las instituciones encargadas.

Actualmente esta zona, cuenta con el sistema de agua potable de la Asociación Administrativa del Acueducto Rural de Lagunillas y Alto Capulín de Garabito, que por más de una 15 (quince) años ha estado brindando el servicio, por lo que conforme pasa el tiempo hasta la actualidad, se ha visto afectado por los diferentes problemas. Por lo que el mejoramiento del sistema de agua potable en esta ASADA es esencial para poder cumplir con lo necesario para satisfacer la demanda de todos los usuarios de la zona.

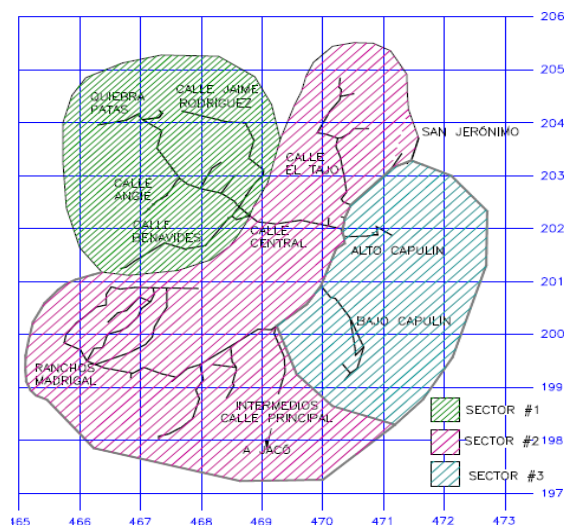


Ilustración 2: Zonas de división actual de la ASADA de Lagunillas
Fuente: Informe Diagnostico y propuesta de mejoras de Hidrogeotecnia Ltda, 2012

En la actualidad se han hecho ciertas mejoras en este sistema que han solucionado ciertos detalles como lo son las fugas, pero este problema también se ve semana a semana debido a la antigüedad de los materiales que se utilizan en este sistema de agua potable por ende la factura mensual de la ASADA sufre un incremento debido a los alquileres de maquinaria para sustitución de estas piezas que cuentan con fugas, realizando una actualización y sustitución completa del sistema este problema se puede ver solucionado a mediano plazo ya que siempre pueden haber problemas de fugas en temas de acueductos por el tipo de material que se utilizan en ellos.

Objetivos General

- Proponer el mejoramiento del diseño del sistema de agua potable por gravedad mediante un diagnóstico hidráulico del sistema actual de la ASADA de Lagunilla y Alto de Capulín en el cantón de Garabito para brindar un mejor servicio a los usuarios de la comunidad.

Objetivos específicos

- Modificar el sistema de agua potable de la red de distribución de tal forma que cumpla con los requerimientos necesarios para satisfacer las demandas de la comunidad.
- Modelar las redes de distribución y abastecimiento de agua potable que son utilizadas en el sistema de la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín.
- Realizar la comparación del modelo hidráulico con la condición operativa que se tiene actualmente en la realidad.
- Analizar la capacidad hídrica con la contará el sistema de agua potable en un periodo de 15 años de la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito.
- Reconocer las dificultades con las que cuenta realizar este proyecto en la vida real.

Justificación

El motivo principal de realizar este trabajo de graduación es la mejora del sistema de agua potable de la ASADA de Lagunillas es debido a los dos principales problemas como lo es la antigüedad de los diferentes tramos del sistema y la búsqueda solución de la capacidad de almacenamiento de la fuente principal que abastece este sistema. Es decir, se desea apoyar a la Asociación Administrativa del Acueducto rural de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito con el fin, de que se brinde un servicio de calidad, logrando de esta manera, abastecer a la gran parte de la comunidad de Lagunillas.

Debido a que esta ASADA, es relativamente una institución pequeña, no se cuenta con todos los recursos necesarios para solucionar todos los problemas a corto plazo, por ende, que se desea realizar ese trabajo de graduación para que las ASADA lo implemente en un mediano o largo plazo. Se sabe que conforme han pasado estos

años, se han realizado muy pocas mejoras en el sistema, por ejemplo: la sustitución de tuberías por mal estado por altas presiones.

Realizando este trabajo de graduación, se espera ayudar por un lado a una parte de la comunidad que, por falta del servicio de agua, la propia municipalidad del cantón rechaza cualquier permiso constructivo que se realice afectando a la comunidad tanto en lo social como en lo turístico, debido a que se ha vuelto una comunidad muy turística por la cercanía que se tiene con la costa (gran atractivo). Anteriormente este conflicto por conseguir permisos constructivos ha dado como consecuencia la pérdida de interés por parte de constructoras o hasta de las mismas personas interesadas en ser parte de esta comunidad.

A pesar de que se tiene una ASADA, a lo largo de todos estos años son pocas las mejoras del sistema que se han realizado por lo que se ha visto afectado los diferentes sectores de producción. En esta zona, se realiza mucha ganadería y agricultura; principalmente del cultivo de frutas. Es un lugar donde se necesita tener visitas de turistas y de las mismas personas nacionales que residen en el país para que generen economía, para que, de esta manera, las personas que viven en esta zona obtengan un ingreso económico, por lo que tener un sistema de agua potable adecuado es esencial, para poder abastecer y cumplir la toda la demanda de todos los usuarios de esta zona.

Alcances y limitaciones

- **Alcances:**

- Realizar un nuevo diseño y que de esta manera se mejore el sistema de agua potable actual con el que cuenta la ASADA.
- Realizar planos en AutoCAD del diseño realizado del sistema de agua potable de la ASADA
- Lograr una mejora del sistema de distribución de aguas, sin hacer un gran impacto en el ambiente.
- Determinar el crecimiento de la población en un periodo de quince años con tal de conocer la demanda que se espera requerir en los futuros años.
- Realizar visitas a campo con el fin de poder conocer cómo se conforma las diferentes partes del sistema y que de esta manera se recopile información de la situación actual.

- **Limitaciones:**

- Dificultad a diferentes accesos debido las diferentes “Parcelas” y estrechos caminos.
- Se espera realizar la evaluación de la mayor parte de las presiones de manera teórica ya que se complica realizarlo de manera práctica en el campo.
- No se va a realizar la construcción de otro tanque de almacenamiento debido limitaciones económicas.
- No se cuenta con un previo informe de mejora en los últimos cinco años.
- No se cuenta con un archivo digitalizado del catastro de redes.

Impacto

El agua es el líquido más abundante en la tierra, el recurso natural más importante y la base de toda forma de vida (AyA, 2014, p.14)

Uno de cada 3 personas en el mundo vive sin agua potable y se proyecta que para 2040 (dos mil veinticuatro) la demanda mundial de servicios incrementa en más de un 50% (ONU, 2021, párr.1)

Podemos recordar que Costa Rica es uno de los pocos países a nivel mundial que tiene la dicha de tener tanta cantidad de agua potable. Según el estudio “Calidad del agua potable en Costa Rica: Situación actual y perspectiva” realizado por las instituciones AyA, Ministerios de Salud y OPS/OMS en el 2004 (dos mil cuatro) indica que “Costa Rica cuenta con 34 (Treinta y cuatro) grandes cuencas hidrográficas” (OPS, 2004, p.7) y es muy rico en “cuencas de agua subterráneas que se dividen en tres grandes vertientes: Atlántico o del caribe, norte y pacífico”. (OPS, 2004, p.9) es decir Costa Rica cuenta con muchos recursos de agua potable sin embargo si no se tiene una buena forma de extracción del agua no se va a aprovechar dicho recurso hídrico.

En Costa Rica alrededor de 15,000 (quince mil) personas que trabajan de forma voluntaria en acueductos comunales para asegurar el acceso a agua potable a cerca del 30% de la población que vive en zonas rurales y periurbanas (ONU, 2021, párr.3)

Es decir que realizar este proyecto de graduación es de suma importancia ya que con los párrafos anteriores damos a entender de que el agua es un recurso

esencial para la vida humana y que es necesario para poder desarrollar economía y otros puntos importantes en la sociedad.

Según el ICT (2022) “Costa Rica cerró el 2021 con ingreso de 1 347 055 (un millón trecientos cuarenta y siete mil cincuenta y cinco) turistas” (párr. 1) por lo que se puede decir que Costa Rica es país muy visitado por los turistas y que muchas veces desean pasar muy largos periodos de tiempo y hasta obtener una residencia debido a la gran ecología que es visto de una muy buena manera por los turistas.

Es importante recalcar, que el impacto que genera la creación de este trabajo final de graduación ayuda a una comunidad de más de 1,269 (mil doscientos sesenta y nueve) abonados, que mensualmente generan un consumo promedio de 330 m³, lo cual es de gran importancia ya que esto nos da a entender que muchas personas utilizan los servicios que brinda esta ASADA.

Logrando dar una solución a los diferentes problemas que se logren determinar en este trabajo Final de graduación, es de gran impacto para la comunidad, debido a que de esta manera los turistas y las personas que trabajan en la zona con agricultura y ganadería se van a ver muy beneficiados.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO TEÓRICA

1. Fundamento Teórica

1.1. Generalidades

Con la realización de este trabajo se tiene como objetivo principal lo que es el mejoramiento de la ASADA que cuenta actualmente la ASADA de Lagunillas por la cual se ha visto necesario el rediseño de esta estructura hidráulica con el fin de poder brindar el servicio a todos los usuarios de esta zona del cantón de Garabito.

Tomando en cuenta lo que se estipula en las diferentes normas dadas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, trabajos de investigación anteriores, especificaciones técnicas e informes de otras instituciones se espera poder cumplir con un diseño adecuado con el fin de poder darle solución a los diferentes problemas que se tienen actualmente y que afectan al servicio que se brinda en las diferentes comunidades.

Un sistema de agua potable “comprende las captaciones, pozos plantas potabilizadoras, tuberías, almacenamiento, red de distribución y demás elementos necesarios para suministrar el agua potable” (Vílchez et al., 2012)

1.2.¿Qué es una ASADA?

Una ASADA según el Ingeniero Fernando Vílchez Rojas en el Manual informativo de aspectos básicos para la gestión de las nuevas juntas directivas de las ASADAS (2012) es “Surge de un acuerdo entre varios vecinos, que ponen en común y de manera permanente, sus conocimientos y actividades para cooperar en la administración, mantenimiento, operación y desarrollo de un acueducto comunal, convirtiéndose en una organización privada prestataria de un servicio público, por delegación del AyA” (p. 12)

Más que todo, las ASADAS surgen y se ponen a disposición de las comunidades cuando entidades como el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y nos brindan el servicio de acueductos de agua potable y alcantarillado de agua de saneamiento por lo que es importante que estas asociaciones estén conformadas por parte de personas de la comunidad con el fin de poder tener un conocimiento mayor en la zona y que se brinde en mayor medida el mejor servicio a las personas usuarias.

1.3. Agua como recurso natural

El agua es aquel recurso fundamental que es esencial para los ambientes y que de esta manera pueda mantener la biodiversidad del mundo, es decir, es de

mucha importancia porque es la base de la vida y la evolución de todos los seres vivos.

El agua es aquel líquido que más abunda en el planeta tierra y se logra renovar debido al ciclo hidrológico sin embargo sino se tiene un conveniente cuidado a la hora de la liberación, tratamiento y la manera de usar no se convierte a un recurso renovable.

Según a la distribución del agua sobre dentro y por encima de la tierra de USGS “solo el 2,5% del agua de la Tierra es agua dulce, la cantidad necesaria para que la vida sobreviva” (párr. 3)

El agua se puede encontrar de diferentes maneras como, por ejemplo:

- Solido (Hielo, granizo y nieve)
- Liquido (Lagos, ríos, océanos, lluvia)
- Gaseoso (Vapor de agua)

Teniendo en cuenta esto “el 97.5% (noventa y siete punto cinco por ciento) del agua en la tierra se encuentra en los océanos y mares de agua salada, únicamente el restante 2,5%. (JUMAPAM, s.f. párr.3)

En el mundo existen muchos tipos de cómo obtener el agua y con la información brindada en los puntos anteriores, podemos notar que existen muchas fuentes de abastecimiento de agua que dependiendo de los factores y condiciones que se tienen se va a tener una complejidad para la obtención de este recurso natural, en este caso las principales fuentes se pueden apreciar en el punto 1.4.2 de este trabajo final de graduación.

1.3.1. Ciclo Hidrológico

El ciclo del agua o ciclo hidrológico es “el proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrosfera. Se trata de un ciclo biogeoquímico en el que hay una intervención de reacciones químicas, y el agua se traslada de unos lugares a otros o cambia de estado físico.” (OROMAPAS, s.f., párr 1)

El ciclo del agua empieza por medio de la evaporación del agua que se encuentra en el planeta, consecutivamente el vapor húmedo se condensa y se forman las nubes para posteriormente caer nuevamente en forma de lluvia o precipitación (lluvia, nieve o granizo) a la tierra y que de esta manera sea utilizada por todos los seres vivos presentes en el planeta.

Una parte del agua que llega a la superficie terrestre será aprovechada por los seres vivos; otra escurrirá por el terreno hasta llegar a un río, un lago o el océano. A este fenómeno se le conoce como escorrentía. Otro porcentaje del agua se filtrará a través del suelo, formando acuíferos o capas de agua subterránea, conocidas como capas freáticas. Este proceso es la infiltración. Tarde o temprano, toda esta agua volverá nuevamente a la atmósfera, debido principalmente a la evaporación (OROMAPAS, s.f., párr 7)



Ilustración 3: Ciclo del Agua
Fuente: USGS, 2019

1.4.Red de distribución

Una red de distribución es un conjunto de elementos y tuberías de agua que trabajan a presión y se encargada de trasportar el agua, desde un tanque donde se encuentra almacenada previamente tratada u obtenida de una fuente de agua, hasta el punto de servicio para ser usado como, por ejemplo: punto domiciliario.

Esta será diseñada con una red específica, material y diámetro de tubería tomando en cuenta el caudal máximo horario específico, una población actual y futura, topografía específica y puntos de servicios. Por lo que se debe de acatar las recomendaciones y las diferentes estipulaciones que indican los manuales de diseño para poder realizar una red de distribución de aguas.

El AyA (2017) estipula lo siguiente:

La presión estática máxima será de 50 metros columna de agua (mca) en el punto más bajo de la red. Se permitirán en puntos aislados presiones de hasta de 70 mca cuando el área de servicio sea muy quebrada. La presión dinámica de servicio no será menor de 15 mca en la interconexión con la red de distribución, en el punto crítico de la red. (AyA, 2017, p.19)

1.4.1. Tanque de almacenamiento de agua potable

Un tanque de almacenamiento según HALECO “es un depósito que se utiliza para manipular y almacenar diferentes sustancias como por ejemplo gases, líquidos, productos de origen químico y petróleos, entre otros.” (párr. 1)

Los tanques de almacenamiento normalmente están hechos de materiales como: Polietileno, concreto simple o reforzado, fibra de vidrio y acero. Actualmente la mayoría de las redes de distribución de agua buscan utilizar tanques de almacenamiento de agua resistentes a la corrosión e impermeables por lo que el uso de los tanques de fibra de vidrio y polietileno se ha vuelto muy popular y con un periodo de vida de 25 (veinticinco) años.

Estos deben de ser capaz de combatir los incendios, las fluctuaciones horarias de las demandas y reservas en los tiempos de interrupción del servicio.

1.4.1.1. Volumen de regulación del consumo

Según lo estipulado en la norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable dicen ambiente y pluvial del instituto costarricense de acueductos y alcantarillados (2017):

Es el volumen requerido para compensar las fluctuaciones horarias del consumo. Debe ser determinado para cada caso en particular, utilizando curvas de consumo reales, en caso de no disponer la información anterior y si el caudal que alimenta el tanque es constante e igual al caudal promedio requerido por la zona abastecida por el depósito, se aplicará un volumen equivalente al 14% del volumen promedio diario. (AyA, 2017, p.18)

1.4.1.2. Volumen de reserva para incendios

En este caso el AyA (2017) estipula que este volumen debe de ser capaz de brindar el caudal de incendio dada en el anexo 5.

1.4.1.3. Volumen de reserva para interrupciones

“Es el volumen de reserva por interrupciones en la prestación del servicio, que debe ser como mínimo el volumen correspondiente a un período de cuatro horas del caudal promedio diario.” (AyA, 2017, p.18)

1.4.1.4. Volumen total de almacenamiento

En este caso, el AyA estipula que es la suma de los 3 (tres) volúmenes anteriores.

1.4.2. Fuentes de agua

Son aquellos recursos que se pueden utilizar como fuentes de abastecimiento para los acueductos o sistemas de abastecimiento en este caso se busca obtener agua potable que sirva para el uso de los seres humanos.

El agua potable es:

Empleada para el consumo humano, no causa daño a la salud y cumple con las disposiciones de los valores recomendables o máximos admisibles estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos emitidos mediante el Reglamento para la calidad del agua potable. (Darner Mora y Ana Mata, 2003, p.3)

1.4.2.1. Fuente de agua superficial

Esta fuente es aquella donde el agua se acumula en la superficie del suelo y es de un uso muy común por los seres humanos debido a la facilidad de la obtención, en este caso esta fuente está presente en lagos, ríos y océanos que se generan principalmente por las lluvias que se generan durante el ciclo del agua, sin embargo, la cantidad de agua se va a haber afectado dependiendo de la zona y de la estación en la que se encuentre.

Según RothSCHuh (2022) Este tipo de fuente se puede clasificar en tres diferentes tipos: (párr. 8)

- Buena calidad: con partículas de 25 a máximo 75 miligramos por litro.
- Calidad aceptable: con partículas de 75 a máximo 150 miligramos por litro.
- Contaminada: con partículas de 150 a máximo 400 miligramos por litro.

Las aguas superficiales se pueden clasificar según su movimiento (RothSCHuh (2022, párr 12):

- Aguas lénticas: son estáticas y no tienen movimiento, como son los lagos.
- Aguas lólicas: son las que llevan dirección y son dinámicas, como los ríos.

1.4.2.2. Fuente de agua subterráneas

Esta es la mayor fuente de reserva de agua dulce y potable con la que cuenta los seres humanos, esta se encuentra en masas de agua también conocido como acuíferos que se infiltra por medio de esorrentía o del agua que se encuentra en lagunas y ríos cuando la superficie ya se encuentra saturada, es decir, esta fuente de agua se encuentra bajo tierra en formaciones geológica porosas y la cantidad de agua varía según las condiciones que presenta la zona donde se encuentre el acuífero.

Es de suma importancia cuidar este tipo de fuente:

Es esencial proteger estas fuentes contra la infiltración de cualquier tipo de sustancias contaminantes, por lo cual la fuente subterránea debe estar lo más alejada posible de cualquier fuente de contaminación como tanques sépticos, letrinas, descargas de aguas residuales, drenajes de origen agrícola y otros. (Darner Mora y Ana Mata, 2003, p.3)

A pesar de que las aguas de esta fuente subterráneas se ven de realizar estudios para comprobar la calidad del agua y de esa manera ver si se requiere de tratamiento y desinfección de esta para poder tenerla como consumo humano.

1.4.3. Tratamiento del agua

Según Acciona (s.f.) “Solo el 0,4% (cero comas cuatro por ciento) del agua del planeta es apta para el consumo humano. Por eso, es fundamental invertir en la potabilización del agua, para asegurar que todo el mundo tenga acceso a este recurso vital.” (párr. 1)

Este proceso tiene dos partes principales: El proceso de potabilización y la etapa de potabilización.

En este caso, el tratamiento del agua se realiza con el fin de poder eliminar cualquier tipo de sustancias nocivas que lleguen a poner en riesgo la salud para el ser humano, dadas las circunstancias existen diferentes tipos de tratamiento del agua

dependiendo de la condición que se tenga dicho recurso ya que se debe tomar en cuenta los componentes eliminar, parámetros de calidad (A1, A2 y A3) y grados de tratamiento del agua por lo que es de suma importancia tener un adecuado proceso de tratamiento para poder eliminar las sustancias como lo son algas, bacterias, arenas, virus y elementos químicos presentes en el agua que se obtiene de las diferentes fuentes de abastecimiento.

Todo este proceso para poder potabilizar el agua se divide en 8 (ocho) pasos lo cual se deben de realizar de una manera adecuada para obtener el producto final:

- Captación: Proceso donde se obtiene el agua de una fuente de abastecimiento como: ríos, lagos y aguas subterráneas.
- Desbaste proceso donde se eliminan grandes elementos sólidos.
- Predecantación: proceso con el fin de eliminar las partículas más pequeñas como la arena.
- coagulación y floculación: se agregan algunas sustancias con el fin de coagular partículas pequeñas en el agua con el fin de poder sedimentar las sustancias más pequeñas.
- Decantación: se busca sedimentar partículas sólidas.
- Filtración: se busca retener sólidos muy pequeños que quedan presentes aún en el agua.
- Cloración: esta etapa busca desinfectar por medio de cloro el agua.
- Almacenamiento: esto último se realiza con el fin de que el agua ya potabilizada se distribuya a los diferentes puntos donde se requiera.

1.4.4. Red de diseño

Una red de diseño ayudará a transportar el agua de un punto A a un punto B.

Una red de diseño está formada por:

- Tuberías.
- Depósitos.
- Elevadores.

1.4.4.1. Red Ramificada

La red ramificada según Eadic cuenta con una tubería Principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos, es decir sin interconexiones con otras tuberías en la misma Red de Distribución de Agua Potable” (párr. 3)

Este tipo de red cuenta con las siguientes características:

- Mucho más económico.
- Los cálculos para diseño son mucho más sencillos dando un grado de precisión de exactitud mucho mejor.

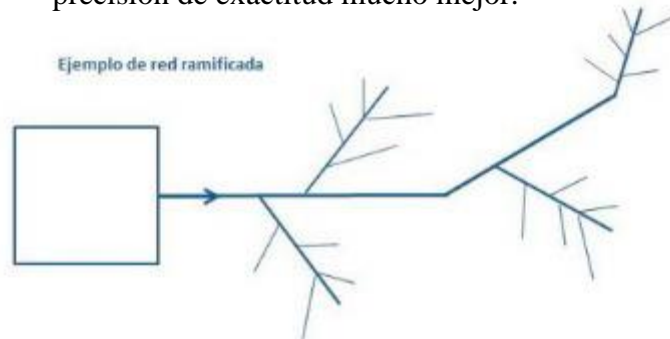


Ilustración 4: Red Ramificada
Fuente: Eadic, 2016

1.4.4.2. Red Mallada

Según SSWM la red mallada o cerrada “agua circula por tuberías que están interconectadas en forma de malla, descubriendo un sistema cerrado, eficiente en presión y caudal, en el que no hay puntos muertos y los tramos se abastecen por ambos extremos logrando menores pérdidas de carga” (párr. 7)

Este tipo de red está constituido por una tubería principal, tuberías secundarias y ramales abiertos.

Este tipo de red cuenta con las siguientes características:

- El flujo que sale por un nudo es el mismo que llega.
- La pérdida de carga entre dos diferentes siempre va a ser la misma.
- Las presiones se reparten entre todo el sistema.
- Tiene libertad de flujo.
- Tiene un mayor costo con respecto a las otras redes.

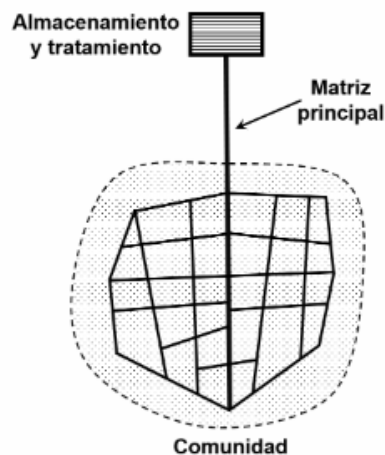


Ilustración 5: Red Mallada
Fuente: Eadic, 2016

Si se desea determinar el caudal en ese tipo de red se deberá contar con el caudal máximo horario y el área total de la zona a proyectar y por medio de la fórmula:

$$q_u = \frac{CMH}{A_f}$$

Donde:

- q_u : Caudal Promedio.
- CMH : caudal máximo horario.
- A_f : área de influencia.

Para poder obtener el caudal en el nudo posteriormente determinar las áreas de influencia y los trazados de matrices de los tramos si utiliza la siguiente fórmula:

$$q_n = q_u * A_n$$

Donde:

- q_u : Caudal Promedio.
- q_n : Caudal de nudo.
- A_n : área de nudo.

1.5. Materiales

Para poder elegir un adecuado material para la red de distribución del agua se debe tomar diferentes factores como lo es: la vida útil prevista, condiciones del terreno, resistencia a la corrosión, resistencia a los esfuerzos mecánicos, presiones, Resistencia a la agresividad del suelo.

En el mundo se clasifican dos tipos de tubería (Plásticas y metálicas) diferentes materiales que son comunes cuando se realizan estos proyectos de distribución del agua algunos de los materiales más comunes son: PVC, CPVC, PPEX, cobre, acero, acero inoxidable, metal galvanizado.

Es importante recalcar que las tuberías deben de ser resistentes a las cargas que se generan en el exterior “producidas por el material de relleno de zanjas y por cargas móviles; al impacto en caso de tuberías instaladas sobre el terreno, a la corrosión por acción química del agua y del suelo, a presiones negativas, dilatación y ante cualquier otro elemento cuyo efecto sea previsible según las condiciones de construcción y de servicio.” (AyA, 2017, p.21)

Algunos elementos que necesita una red de distribución de aguas para que funcione adecuadamente serían los siguientes:

- Tuberías.
- Tanques de almacenamiento.
- Estación de bombeo.
- Válvulas.
- Dispositivos de medición.
- Derivaciones domiciliarias.

1.5.1. Tuberías plástico

Este tipo de tubería “son fabricadas por un proceso de extrusión de materiales plásticos; los dos de mayor aplicación son el cloruro de polivinilo y el polietileno de alta densidad” (Hidrogeotecnia Ltda, 2019, párr.12)

Una de las principales ventajas que tiene este tipo de tubería es la flexibilidad, rigidez, resistencia a la corrosión, Instalación fácil y rápida, realmente económico y mucha variación de diámetros que van desde los 12 hasta los 300 milímetros esto hace que sea de gran atractivo hacia los diferentes consumidores del país. Sin embargo, se tienen un par desventajas a la hora de utilizar este tipo de material en las tuberías como, por ejemplo: no es muy bueno cuando están expuestas al sol debido a que hace que el material se vuelva frágil, costos muy altos en diámetros grandes y una manipulación cuidadosa.

1.5.2. Tuberías metálicas

Pocas veces utilizan esas tuberías debido a los altos costos que se tienen que realizar para poder utilizar este material sin embargo esa es capaz de mantener altas presiones y detener mayor cantidad de diámetros diferentes alas de las tuberías plásticas.

este tipo de tubería es de gran atracción debido su alto resistencia, vida útil muy grande y no tiene absolutamente ningún problema para adaptarse a diferentes condiciones que se presentan en la red de distribución.

1.5.3. Tuberías de Unión rígida

Las uniones rígidas para las tuberías no permiten el movimiento es muy similar a una unión rígida bridada o soldada. En este aspecto estos sistemas de unión utilizan el mismo requisito de suspensión y soporte que los sistemas soldados o de rosca.

1.5.4. Tuberías de unión flexible

“Las uniones flexibles para tuberías ranuradas permiten un movimiento lineal y angular controlado, que acomoda la desviación de la tubería, así como la expansión térmica y la contracción.” (Victaulic, s.f., párr.10)

Debido a las características especiales con las que cuenta el anillo y la campana de la Unión flexible se minimizan todo lo que son las operaciones de uniones facilitando el centrado y las conexiones con los diferentes tubos.

1.6.Líneas de conducción de los sistemas de abastecimiento de agua potable

Esto se le conoce al conjunto integrado por tuberías y dispositivos de control que hacen posible poder transportar el agua de un lado a otro en diferentes condiciones desde la fuente de abastecimiento hasta el punto donde se va a utilizar.

Actualmente existen dos maneras de cómo impulsar el agua desde la fuente de abastecimiento hasta donde será distribuida es de suma importancia saber estos datos debido a que no todas las redes descripción de agua tiene las mismas condiciones por ende teniendo en cuenta esto es como se va a tener el tipo de conducción del agua.

1.6.1. Línea de conducción por bombeo

Este tipo de línea de conducción se utiliza más que todo cuando un equipo de bombeo requiere darle mayor energía debido a que la elevación de la fuente abastecimiento es menor a la altura piso métrica donde se tiene que entregar ese servicio, es decir:

La diferencia de elevación es carga a vencer, que va a verse incrementada en función de la selección de diámetro menores y consecuentemente ocasionará mayores costos de equipos y de energía, por tanto, cuando se tiene que bombear agua mediante una línea directa al Tanque de Almacenamiento, existirá una relación inversa de costo entre potencia requerida y diámetro de la tubería.” (Saldarriaga, s.f. p.1)

A la hora de diseñar las líneas de conducción por bombeo, se toma en cuenta diferentes casos para la construcción de este muchas veces se realiza con sistemas de tubería a presión y en otros casos existe una combinación entre canales abiertos o cerrados y tu voz aprensión todo va a depender de las condiciones donde se encuentra la red de distribución del agua ya que entre factor las condiciones topográficas del terreno.

Según Saldarriaga (s.f.) las 2 (dos) alternativas que se tienen para el diseño de líneas de conducción por bombeo son las siguiente:

- Se utilizan tuberías de diámetros pequeños y equipos de bombeo grandes donde se tiene un costo mínimo en tuberías, pero en gran medida para el equipo de bombeo.
- Se utilizan diámetros muy grandes y equipos más pequeños lo cual hace que la inversión para los equipos de bombeo sea menor y se tengan que invertir en gran medida para las tuberías de mayor diámetro.

Existen casos donde el sistema distribución del agua no cuenta con almacenamiento por la cual directamente desde el punto el punto de abastecimiento del agua se utiliza equipo de bombeo para poder distribuirla directamente a la red debido a la ausencia de los tanques de almacenamiento.

Si en la red de distribución se desea utilizar este tipo de línea de conducción del agua se tiene que tomar en cuenta que la fuente de abastecimiento tiene que ser capaz de poder cumplir con la demanda del gasto máximo horario, se vende realizar periódicamente mantenimientos a los diferentes equipos de bombeo y contar con alguna fuente de poder secundaria en ausencia de energía que llegue a afectar el trabajo de los diferentes sistemas de bombeo.

1.6.2. Líneas de conducción por gravedad

En este caso, esta línea de conducción es un conjunto de estructuras y cual permite que el agua que el agua vaya desde la fuente de abastecimiento hasta un punto de destino sin la necesidad de utilizar sistemas de bombeo que agreguen energía extra al sistema.

Mayormente las fuentes de captación del agua para estos sistemas se tratan de aguas superficiales como ríos, lagos y embalses y en otros casos se utilizan aguas subterráneas o de manantiales lo cual pasan a tener un tratamiento del agua para su purificación

Cuando las fuentes de agua superficial como lagos, ríos y embalses se utilizan como captación “una estructura de concreto u otro material que permite la entrada de agua de la fuente de abastecimiento.” (Rodríguez, s.f. párr.2)

Para que se tenga agua potable de alta calidad, debemos de recordar que se debe de realizar un proceso de purificación del agua donde se eliminan diferentes

materiales (virus, parásitos y bacterias) que puedan ser arrastrados por el agua y que de esa manera mantengamos la calidad haciéndola apta para el consumo de luz seres humanos. Si se trata de fuentes como manantiales o aguas subterráneas estas mismas pueden presentar contaminación de microorganismos lo cual por medio de la purificación con cloro se podría resolver este problema con los microorganismos haciéndola apta para el consumo de los seres humanos.

Este tipo de línea de conducción cuenta con costos bajos debido a la ausencia de sistemas de impulsión lo cual puede lograr ser muy costoso para un proyecto.

Debido a esto el principal agente para que el agua vaya de un punto a otro sería la gravedad por lo que los tanques de almacenamiento deberían de estar colocados en el punto más alto en la topografía de la red de distribución de agua lo cual por medio de las diferentes tuberías lleguen hasta los puntos de servicio lo cual puede ser aprovechado por las personas.

Esta manera de distribuir el agua necesita poco mantenimiento lo cual permite tener un servicio constante, baja operación, es una manera segura para la proporción del agua y las fuentes de almacenamiento pueden estar ubicadas en distancias muy largas siempre y cuando la topografía permita la captación hacia los tanques de almacenamiento.

Algunos aspectos negativos que se tiene para utilizar este método de distribución del agua es que no siempre se tiene una topografía correcta lo cual nos permita poder utilizar la gravedad como agente de ayuda al desplazamiento del agua, sin embargo, ese punto también nos puede llegar a afectar a la colocación de tuberías.

Debido al relieve que se tiene debido al difícil acceso y a la colocación de este y dependiendo de la zona donde se ubica el proyecto en temporadas puede verse afectada debido a la escasez del agua en periodos de sequía lo cual el rendimiento del sistema se ve altamente afectado interrumpiendo el servicio de agua.

1.7.Ubicación de tuberías

Es importante tener una ubicación correcta de las redes de tuberías de agua potable, principalmente las tuberías de agua potable deben de ir de Norte y oeste de las calles y avenidas, por encima de la alcantarilla de aguas negras a una distancia de 1,50 (uno coma cincuenta) metro horizontal y 0,80 (cero coma ochenta) metros vertical de la rasante de la calle y en caso de rutas nacionales o cantonales “La profundidad mínima debe ser de 1,00 metro sobre la corona del tubo a partir de la rasante de la calle.” (AyA, 2017, p.23)

Es importante recalcar que la norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento, de agua potable de saneamiento y pluviales (2017) indica que “La distancia entre las conexiones domiciliarias de la red de distribución de agua potable y de la red terciaria de aguas residuales, debe ser de al menos 1,50 m en planta.” (p. 23)

Teniendo en cuenta esto por medio del “Anexo 7” se puede tener una vista más clara de la ubicación de las redes distribución de agua ya sea sanitario, pluvial y potable.

1.8.Población

Para poder realizar el diseño de un sistema de distribución de agua se deben de tomar en cuenta la población que requiere el sistema y las características que se tienen en la zona.

Existen diferentes métodos para poder estimar el crecimiento de la población esto se debe realizar debido a que conforme avanza el tiempo la población aumenta, pero el sistema distribución de agua si se mantiene igual no va a poder dar abasto a toda la población.

En la AyA (2017) indica “La población mínima de diseño se debe calcular a partir del número de unidades habitacionales que contempla el proyecto multiplicado por el factor de hacinamiento, este último corresponde al valor que se obtiene del último censo de población del distrito.” (p.12)

Una de las maneras para poder calcular el crecimiento de la población es el método geométrico que indica que la relación de crecimiento de la población es proporcional al tamaño de esta y se puede calcular de la siguiente manera:

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Donde:

- P_f : población del año T_f .
- P_{uc} : población del año T_{uc} .
- r : Tasa de crecimiento anual.
- T_f : año de la proyección.
- T_{uc} : año de último censo.

para lograr obtener el valor de r se utiliza la siguiente fórmula:

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\left(\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}} \right)} - 1$$

Donde:

- T_{ci} : Año del censo inicial.
- P_{uc} : población del año T_{uc} .
- r : Tasa de crecimiento anual.
- P_{ci} : población del censo inicial.
- T_{uc} : año de último censo

En caso de calcular la población para unidades que no son habitacionales el AyA nos pone a disposición las siguientes tablas:

Tipo de actividad del nuevo desarrollo	Unidad de cálculo (UC)	Unidad de consumo equivalente (UCE) o servicios equivalentes (SE)
Hoteles y Moteles.	Habitación.	Un servicio equivalente por cada 3 unidades de Cálculo.
Escuela, colegios o centros de educación y capacitación.	Estudiante.	Un servicio equivalente por cada 25 unidades de Cálculo.
Bodega, industrias o centros de acopio almacenamiento y distribución.	Metro cuadrado de esta área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio equivalente por cada 500 unidades de Cálculo.
Restaurante, soda, bares y similares.	Metro cuadrado de esta área de parcela o predio (incluyendo parqueos y áreas verdes excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio equivalente por cada 100 unidades de Cálculo.
Local, comerciales, Centro comerciales. bancarias (industrial o general)	Metro cuadrado de esta área de parcela o predio (Incluyendo parqueos y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio equivalente por cada 200 unidades de Cálculo.
Parcelamiento agrícola con frente a calle pública.	Metro cuadrado del área de parcela.	Un servicio equivalente por cada 500 unidades de Cálculo.
Parcelamiento agrícola con frente a servidumbre.	Metro cuadrado del área de parcela.	Un servicio equivalente por cada 5000 unidades de Cálculo.
Centros de recreación, turísticos o club campestre.	Metro cuadrado de esta área de predio (incluyendo parqueos y áreas verdes excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio equivalente por cada 200 unidades de Cálculo.

Tabla 1: Unidad de Consumo equivalente
Fuente: AyA

1.9. Dotación

Dotación del agua es aquella cantidad de agua que en este caso se utiliza en la red de distribución de agua. Y se puede considerar de dos maneras: la primera; si se cuenta con datos reales de consumos y de demanda de la zona y la segunda; se deben de utilizar los valores de la tabla 2.

Dotaciones brutas		
Zona.	Valor.	Unidades.
Población rural.	200	l/p/d
Población Urbana.	300	l/p/d
Población Costera.	375	l/p/d
Población en área metropolitana.	375	l/p/d

Tabla 2: Dotaciones Brutas
Fuente: Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados, 2017

Para poder obtener un consumo total se puede dividir en el consumo neto y las pérdidas de agua en el sistema del acueducto teniendo en cuenta las características de la población con la que se cuenta en dicho sistema de distribución de agua.

Existen diferentes factores que pueden determinar el consumo del agua en un sistema distribución (López, 2003, p.53):

- Temperatura: este factor se da debido a las condiciones y actividades que realiza el ser humano debido a que mientras que la temperatura sea alta el ser humano tiende a consumir mayor cantidad de agua.
- Calidad del agua: la calidad de agua es uno de los factores de la cual por razones de seguridad las personas van a estar más a gusto con calidad de agua por ende el incremento del consumo va a ser mayor.
- Características sociales y económicas: en cierta parte debido a la educación y el nivel de ingreso que tienen las personas son factores que afectan al consumo de agua.
- Servicio de alcantarillado: Se ha comprobado que al tener una red de alcantarillado el consumo incrementa notablemente.
- Presión en la red de distribución de aguas: al tener altas presiones en la red de distribución de agua se va a ver incrementado el consumo diario.
- Administración: Cuenta con una buena administración que logre realizar todas las tareas de mantenimiento y de vigilancia se podrá controlar el desperdicio de agua llegando a controlar el consumo diario.
- Medidores y tarifas: en este caso si no se cuenta con medidores en buen estado y calibrados hace que la factura incremente mes a mes por lo que el hecho de que las personas vean un incremento en la factura hacen que disminuya el uso del agua

Para poder obtener la dotación si utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Dotación} = D + D_n + E_F + P$$

Donde:

- D : dotación domicilio.
- D_n : Dotación no domiciliar.
- E_F : excesos por servicios fijos.
- P : pérdida de agua.

1.10. Factor de demanda

1.10.1. Caudal

Para poder realizar un adecuado diseño de la red de distribución de agua potable se debe de tomar en cuenta los diferentes tipos de caudales con los que se diseña, existen diferentes condiciones según López (2003) “los sistemas de regulación de caudal como un tanque de almacenamiento, las estructuras del acueducto se diseñan con caudal máximo diario. En caso contrario, se debe diseñar todo el acueducto con caudal máximo horario. la red de distribución se diseña teniendo en cuenta el caudal máximo horario” (p. 59)

1.10.1.1. Caudal Medio Diario

Estimación del consumo promedio por persona establecido para una población en un diseño en un respectivo período

Este caudal “Se obtiene de un de un año de registro y es la base para la estimación del caudal máximo diario y horario” (López, 2003, p. 59)

$$QPD = \frac{n \times d}{86400}$$

Donde:

- QPD: Caudal Medio Diario (l/s).
- N: Número de habitantes (hab).
- d: Dotación (l/hab/día).

1.10.1.2. Caudal Máximo Diario

Es el consumo que dirigiste por día un periodo de un año durante 24 (veinte cuatro) horas

$$QMD = Q_{PD} \times FMD$$

Donde:

- QMD: Caudal Máximo Diario (l/s).
- Q_{PD} : Caudal medio Diario (l/s).
- FMD: Factor Máximo diario.

En este caso según El Instituto costarricense de acueductos y alcantarillados (2017) “el caudal máximo diario será igual a 1,2 veces el caudal promedio diario, es decir el factor máximo diario es 1,2” (pág. 15)

1.10.1.3. Caudal Máximo Horario

Es el caudal máximo que se registra en un período de una hora en un año.

$$Q_{MH} = Q_{PD} \times FMH$$

Donde:

- Q_{MH} : Caudal Máximo Horario (l/s).
- Q_{PD} : Caudal medio Diario (l/s).
- FMH: Factor Máximo Horario.

Por otro lado, el caudal máximo horario según el Instituto costarricense de acueductos y alcantarillados (2017) “El caudal máximo horario será igual a 1,80 veces el caudal máximo diario, es decir el factor máximo horario es 1,80” (p.15)

Para la distribución del caudal máximo horario se debe de realizar “entre todos los nudos de demanda de la red a analizar. Para esta condición la red debe ser diseñada para que, en todo punto o nudo de la red, la presión de servicio (presión Nodal) sea mayor o igual a 15 mca” (AyA, 2017, p.17)

1.11. **Porcentaje de agua no contabilizada.**

Según López (2003) “las pérdidas de agua en el sistema son la diferencia entre el volumen de agua producido y el volumen de agua utilizado por los usuarios” (p.58)

En este caso existen diferentes factores con los que se pueden apreciar este efecto en la red de distribución de aguas como, por ejemplo:

- Robo de agua por medio de conexiones.
- Fugas en la red y daños en tanques de almacenamiento.
- Errores en medición.

Para lograr obtener el porcentaje de pérdida se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = \frac{V_p - V_c}{V_p} * 100$$

Donde:

- P: porcentaje perdido.
- V_c : volumen consumido (m^3 /mes).
- V_p : volumen producido (m^3 /mes).

1.12. **Presiones**

Según el AyA (s.f.) la presión del agua “es la fuerza que ejerce el agua sobre las paredes internas de la tubería” (p.1)

Con la información brindada en el párrafo anterior, se debe tener en cuenta la presión que se tiene en el sistema distribución del agua hasta llegar al punto de conexión de la prevista domiciliar para evitar problemas en el abastecimiento del agua en el servicio brindado, es por ello la norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial del 2017 del AyA nos indica:

La presión estática máxima será de 50 metros columna de agua (mca) en el punto más bajo de la red. Se permitirán en puntos aislados presiones de hasta de 70 mca cuando el área de servicio sea muy quebrada. La presión dinámica de servicio no será menor de 15 mca en la interconexión con la red de distribución, en el punto crítico de la red. (AyA, 2017, p.19)

Es importante tener un adecuado rango de presión en el sistema de distribución del agua, debido a que en puntos con menores presiones en horas pico se vea afectado el abastecimiento del agua y se dificulte suministrar puntos que se encuentran en partes altas de las viviendas, por lo contrario, si se tienen presiones mayores a 100 psi, pueden generarse rupturas de tuberías y los accesorios que comprenden la red de aguas generando esto un aumento en la factura por pérdida de aguas debido a las fugas.

En este caso por medio de programas como el WaterGEMS es uno de los métodos para poder calcular los puntos de presión en la red de distribución del agua ya que en este caso este programa permite ver el flujo que tiene el agua en las tuberías y muchos otros aspectos como lo es niveles de agua, nudos demanda y tiempos de permanencia del agua entre muchos otros aspectos más.

1.12.1. Presiones internas en tuberías

Según el AyA (2017) “Las tuberías deben tener la capacidad de soportar la presión estática interna más sobrepresiones por golpe de ariete, pero en ningún caso dicha capacidad será menor a 100 mca” (p.21)

Sin embargo, en las líneas de conducción y aducción la resistencia a los turistas será menor a 80 mca y para la red de distribución de acueductos rurales “cuando el cálculo hidráulico lo permita, las tuberías deben ser resistentes a la presión estática interna, más sobrepresiones por golpe de ariete, pero en ningún caso, la resistencia de las tuberías será menor a 80 mca.” (AyA, 2017, p.21)

1.12.2. WaterGEMS

Es un software muy potente desarrollado por “Bentley System Inc” que se utiliza en la ingeniería y en la construcción para realizar simulaciones de comportamientos hidráulicos de redes de distribución de agua logrando obtener informes de la calidad del agua en la red de distribución. “El software le ayuda a mejorar su conocimiento acerca del comportamiento de la infraestructura como un sistema, la forma en que reacciona ante las estrategias operativas y cómo debe crecer a medida que aumenta la población y las demandas.” (DATUM ingeniería, 2022, párr. 1)

La utilización de este programa facilita la realización de los diferentes cálculos, se puede modelar diferentes condiciones operativas y de demanda en la red, se puede crear y modificar modelos sin limitación de tamaños, evalúa los diferentes comportamientos de consumo, analizar vulnerabilidad del sistema, simular sistemas de distribución en horas pico o varias horas y costo de energía, ofreciendo resultados rápidos en los diseños, planificación y operación en sistemas de distribución de agua.

Este programa cuenta con los siguientes requerimientos mínimos para poder ser ejecutado en las computadoras:

- Windows 7/8/8.1/10 de 64 bits.
- Procesador Intel® o AMD® 2.0 GHz o mayor.
- 512 MB mínimo, 2 GB recomendado.
- 3 GB de espacio libre en disco.
- Tarjeta gráfica compatible con DirectX 9.0c.

1.13. Pérdida por fricción

La pérdida por fricción en las tuberías se da por “Conforme el fluido pasa por los diferentes tubos y ductos, existen pérdidas por cambios en el tamaño de la trayectoria del flujo.” (Castillo, 2016, párr. 1)

Para poder calcular el valor de la pérdida por fricción existen diferentes fórmulas de la cual cualquiera se puede utilizar para obtener la pérdida de energía:

- Darcy-Weisbach.
- Hazen-Williams.
- Manning.

Primeramente, se tiene la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_f = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- h_f : Pérdida de carga.
- f : Factor de fricción de Darcy.
- L : Longitud de tubería (m).
- D : Diámetro interno de la tubería (m).
- v : Velocidad media de flujo (m/s).
- g : Aceleración de la gravedad (m/s²).

En este caso el valor de f se obtiene por medio de las fórmulas en el Anexo 6

Formula de Hazen-Williams es una de las más usadas en Latinoamérica y se expresa de la siguiente manera:

$$h_f = 10,674 \times \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,86}} \times L$$

Donde:

- h_f : Pérdida de carga (m).
- Q : Caudal (m³/s).
- C : coeficiente de rugosidad.
- D : Diámetro interno de la tubería (m).
- L : Longitud de la tubería (m).

Material.	Valor máximo de C (Adimensional).
Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	130
Cloruro de Polivinilo (PVC)	130
Concreto	120 – 140
Hierro galvanizado	120
Hierro dúctil	120
Hierro fundido a	130
Hierro fundido (10 años)	107 – 113
Hierro fundido (20 años)	89 – 100
Hierro fundido (30 años)	75 – 90
Hierro fundido (40 años)	64 – 83
Acero	130
Acero	140 – 150
Acero rolado.	110
Cobre.	130 – 140

Tabla 3: Valor Máximo de C

Fuente: AyA

Formula de Manning se utiliza normalmente en tuberías llenas en canales circular.

$$h_f = 10,37 \times n^2 \frac{Q^2}{D^{5,33}} \times L$$

Donde:

- h_f : Pérdida de carga.
- Q : Caudal (m^3/s).
- n : coeficiente de rugosidad.
- D : Diámetro interno de la tubería (m).
- L : Longitud de la tubería (m).

Valores del Coeficiente de Manning (n)	
Canales naturales	Canales artificiales
Limpio y rectos = 0.030	Vidrios = 0.010
Fangosos con Piscina = 0.040	Latón = 0.011
Ríos = 0.035	Acero suave = 0.012
	Acero pintado = 0.014
Llanuras de inundación:	Acero Remachado = 0.016
Pasto o campo 0.035	Hierro Fundido = 0.013
Matorrales baja densidad = 0.050	Concreto terminado = 0.012
Matorrales alta densidad = 0.075	Concreto sin terminar = 0.014
Arboles = 0.150	Madera Cepillada = 0.012
	Baldos arcilla = 0.014
Canales de tierra	Ladrillo = 0.015
Limpio = 0.022	Asfalto = 0.016
Grava = 0.025	Metal Corrugado = 0.022
Maleza = 0.030	Madera no cepillada = 0.013
Piedra = 0.035	

Tabla 4: Valores del coeficiente de Manning
Fuente: Pietro Corapi

1.14. Pérdidas de Carga

La pérdida de carga que se produce en ciertos puntos de la tubería como, por ejemplo: Codos, juntas y cambios de dirección hacen que un valor de pérdida por fricción afecte a los valores sumando pérdidas de cargas.

Para la obtención de la pérdida de esta carga se realiza la siguiente formula:

$$\Delta_s = K \times \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- Δ_s : Pérdida de carga.
- Q : Caudal (m^3/s).
- K : coeficiente de rugosidad.
- v : Velocidad media de flujo (m/s).
- g : Aceleración de la gravedad (m/s^2).

Valores del Coeficiente “K” en perdidas singulares		
Singularidad	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en Angulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2	13
Válvula de compuerta (abierta $\frac{3}{4}$)	1.15	35
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{2}$)	5.6	160
Válvula de compuerta (Abierta $\frac{1}{4}$)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)		40
T por salida Lateral	1.80	67
Codo a 90° de radio corto con (bridas)	0.90	32
Codo a 90° de radio normal con (bridas)	0.75	27
Codo a 90° de radio grande con (bridas)	0.60	20
Codo a 45° de radio corto con (bridas)	0.45	-
Codo a 45° de radio normal con (bridas)	0.40	-
Codo a 45° de radio grande con (bridas)	0.35	-

*Tabla 5: Valores del Coeficiente K
Fuente: Paco López*

1.15. Diámetro de tuberías

Para los diseños que realiza el Instituto costarricense de acueductos y alcantarillados ellos toman en cuenta la fórmula de Hazen-Williams por ende se necesita dimensionar con las fórmulas de Hazen-Williams preferiblemente, además, establece que, en líneas de conducción el diámetro mínimo será el que determine el cálculo hidráulico. Y en la normativa se indica los siguiente:

Cuando el diámetro nominal de la tubería a la cual se interconectará la nueva red del proyecto es de 100 mm o menos, el diámetro nominal mínimo de la tubería de interconexión del hidrante debe ser de 100 mm. Cuando el diámetro nominal de la tubería a la cual se interconectará la nueva red del proyecto es igual o mayor a 150 mm, la interconexión del hidrante debe ser de 150 mm. Se acepta un diámetro de 75 mm en sitios de desarrollo limitados, tales como rotondas y martillos, únicamente cuando en ese tramo no se instale un hidrante.

En líneas de conducción y de aducción, el diámetro mínimo de la tubería será el que determine el cálculo hidráulico. El diámetro interno de la tubería corresponderá al que se indique en la norma de fabricación del tubo según el diámetro nominal seleccionado. (AyA, 2017, p.21)

Los diámetros se eligen de acuerdo con la longitud, altura, tasa de flujo y presión con la que cuenta el tubo de agua potable.

1.16. Velocidad del agua

El instituto costarricense de acueductos y alcantarillados (2017) indica que “La velocidad máxima en líneas de conducción y de aducción es de 5,0 m/s y la mínima de 0,60 m/s. En los casos en los que se obtengan valores de velocidad inferiores al mínimo establecido, prevalecerá el criterio de diámetro mínimo de la tubería.” (p.19)

Para obtener la velocidad del agua se utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

- v : Velocidad del agua (m/s).
- Q : Caudal (m³/s).
- A : área de la tubería (m²).

En caso de que no se produzcan pérdidas de cargas excesivas se puede aplicar la siguiente fórmula con el fin de obtener la velocidad ideal:

$$v = 1,5(D + 0,05)^{0,5}$$

Donde:

- v : Velocidad del agua (m/s).
- D : Diámetro de la tubería (m).

1.17. Golpe de Ariete

El Golpe de Ariete se entenderá:

En este caso para evitar problemas en las tuberías del sistema distribución de agua potable con respecto al golpe de ariete se deben de seguir ciertas prevenciones para evitar este problema como, por ejemplo:

- Construcción de pozos de oscilación.
- Cerrar o abrir de manera lenta las válvulas.
- Limitar la velocidad en tuberías.
- Tomar en cuenta el espesor de la tubería.
- Utilizar válvulas mecánicas especiales y cámaras de aire que logren apaciguar los golpes y cambios de dirección del agua.

En caso de que si el tiempo de cierre es menor que el tiempo en el que dura la onda en recorrer la tubería ida y vuelta para poder obtener el valor que produce la sobrepresión por golpe de ariete se utiliza la siguiente fórmula:

$$H_a = \frac{C \times v}{g}$$

Donde:

- v : Velocidad del agua (m/s).
- C : Velocidad de onda (m/s).
- g : gravedad (m/s²).
- H_a : La sobrepresión por golpe de ariete.

Para poder obtener la velocidad de onda se utiliza la siguiente ecuación

$$C = \sqrt{\frac{\frac{K}{r_0}}{1 + K \times \frac{D}{E \times e}}}$$

Donde:

- K : Módulo elástico del fluido (N/m²).
- C : Velocidad de Onda (m/s).
- r_0 : Densidad del fluido (kg/m³).
- E : Módulo de elasticidad (varia con respecto al material) (N/m²).
- e : Espesor (m).
- D : Diámetro de la tubería (m).

1.17.1. Cámara de válvula de aire

Este accesorio funciona cuando existe un aumento de pérdida de carga y una disminución de gasto por el aire acumulado en los diferentes puntos que provoca la reducción del área de flujo.

1.17.2. Válvulas mecánicas

En el mercado existen muchos tipos de válvulas que se implementan en los diferentes sistemas de distribución de agua. Según ARCO (2019) son fabricadas “en metal, aleaciones metálicas o polímeros, se emplean para diversas funciones, como por ejemplo abrir o cerrar el paso del agua por una conducción, una acción imprescindible para la sustitución de una tubería o para su reparación. (párr 1)”

- Válvula de bola o esfera:

Este tipo de llaves de paso son las más utilizadas en el ámbito de las edificaciones residenciales. Pueden ser de dos o tres vías y cuentan con un cierre esférico giratorio y una bola en su interior con un lateral perforado. Cuando se gira en una dirección, esa incisión se alinea con del agua, mientras que, cuando se gira en la opuesta, la llave se cierra y el orificio

permanece en sentido manera perpendicular a la entrada y a la salida del agua, lo que impide que fluya. (ARCO, 2019, párr. 3)

- Válvula de compuerta:

Esta llave de paso de agua potable no se utiliza para la regulación o estrangulamiento del líquido y tiene su mayor utilización con fluidos sin interrupción y limpios, como al agua potable. Permite la circulación del fluido alzando una compuerta o cuchilla redonda o rectangular. De funcionamiento sencillo y bajo coste de instalación, en este tipo de válvulas la compuerta se ajusta al cierre por completo, lo que permite obtener una absoluta estanqueidad e impide que exista la posibilidad de fugas. Siempre debe permanecer abierta o cerrada por completo. (ARCO, 2019, párr. 4)

- Válvula de mariposa:

Esta llave de paso, que destaca por su versatilidad, es útil para detener o regular la circulación del agua potable en una tubería, incrementando o aminorando la sección de paso mediante una placa que gira en un eje. A esta placa se la suele llamar mariposa, de ahí el nombre de la válvula. Para abrirla por completo sólo es necesario ejercer una rotación 90 grados del disco. La llave de paso de agua potable de mariposa siempre está contenida en el interior de la propia conducción y cuando está abierta por completo presenta una baja pérdida de carga. Debido a la búsqueda del mayor ahorro energético posible, esta última característica ha hecho su introducción y difusión haya ido en aumento. (ARCO, 2019, párr. 5)

1.18. Elementos que conforman un acueducto

1.18.1. Bombas

Es aquel elemento que se utiliza para poder transferir energía con el fin de poder darle movimiento al agua de un punto a otro. En la actualidad se utilizan en diferentes sectores.

1.18.1.1. Bomba periférica

Según Hidroteco (2019) “Son muy útiles para el uso doméstico e industrial. La manera de funcionar de esta bomba es que llega a consumir potencia, esto para que en determinado momento pueda actuar como turbina y entregar potencia.” (párr. 5)



*Ilustración 6: Bomba Periférica.
Fuente: Carbone Costa Rica, 2022.*

1.18.1.2. Bomba centrífuga:

“Son siempre rotativas y son un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica de un impulso en energía cinética o de presión de un fluido incomprensible” (Hidroteco, 2019, párr 6)



*Ilustración 7 Bomba Centrífuga.
Fuente: Gladiador Pro, 2022.*

1.18.1.3. Electrobomba:

Según Tameco Mecánica Industrial (2018) “Su funcionamiento se basa en la entrada del fluido por el centro del impulsor, a su vez el giro genera la fuerza centrífuga que hace que el fluido pase al cuerpo de la bomba donde la energía cinética del fluido se transforma en presión.” (párr. 4)



*Ilustración 8 Electrobomba.
Fuente: Tameco Mecánica Industria, 2018.*

1.18.2. Tanque de almacenamiento

Este elemento tiene como función almacenar grandes cantidades de agua por diferentes periodos de tiempo con el fin de poder suministrar el caudal que cumpla con las características necesarias para un caudal constante.



*Ilustración 9 Tanque de almacenamiento de agua
Fuente Propia, 28 de setiembre de 2022*

En los sistemas de acueductos de agua los tanques de almacenamiento que se tienen deben de tener una capacidad para almacenar el agua en diferentes situaciones como lo es compensar las fluctuaciones, combatir incendios y asimientos ante interrupciones del sistema por lo que es importante a la hora de tener un tanque de almacenamiento contemplar estos 3 puntos:

1.18.2.1. Volumen de regulación del consumo:

Este volumen debe de ser determinado mediante las condiciones que se tienen en el sistema, de contar con curva de consumo real, se debe de considerado de esta manera, sin embargo, si no se cuenta con este dato, se requiere determinar si el caudal es constante e igual al caudal promedio requerido por la zona, se requiere aplicar un volumen del 14% del volumen promedio diario.

1.18.2.2. Volumen de reserva por interrupciones:

Se considera que debe de ser el periodo de cuatro horas del caudal promedio diario como mínimo.

$$V_i = 3.6 \times Q_i \times T_i$$

Donde:

- V_i : Volumen contra incendios (m^3).
- Q_i : Caudal contra incendios (l/s).
- T_i : Tiempo de duración del incendio (m^3).

1.18.2.3. Volumen de reserva para incendios:

Hace referencia al volumen de agua necesaria para combatir incendios durante un tiempo determinado.

$$V_f = 3.6 \times Q_i \times T_f$$

Donde:

- V_f : Volumen contra fallas (m^3).
- Q_i : Caudal contra incendios (l/s).
- T_f : Tiempo de duración de falla (m^3).

Para realizar las estimaciones de los volúmenes se toma como referencia lo indicado en la norma suministrada por el AyA y se puede observar en la tabla 6

Volumen de almacenamiento			
Tamaño de la población (habitantes) (l/s)	Caudal de incendio (l/s)	Duración del incendio (horas)	Volumen del almacenamiento (m3)
5000 a 15000	8	3	90
15000 a 30000	16	3	170
30000 a 60000	24	3	260
60000 a 120000	40	4	580
120000 a 200000	48	4	690
200000 a 300000	64	4	920

Tabla 6 Volumen de almacenamiento
Fuente: AyA, 2017

1.18.3. Hidrantes

Según ARESEP (2022) “Son dispositivos que evitan la propagación de los incendios”

En Costa Rica los principales operadores son:

- Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados.
- Empresa de servicios Públicos de Heredia.
- Asociaciones comunales que operan los servicios de agua.



*Ilustración 10 Hidrante
Fuente: La Nación, 2015*

1.18.4. Tuberías

Son los elementos que cumplen el papel más importante en una red de distribución de agua, debido a que son los encargados de transportar el agua de un punto a otro.

1.18.4.1. Tubería de Plástico

Utilizadas para diferentes líneas de conducción, distribución e impulsión y se pueden encontrar en materiales como Cloruro de polivinilo y Polietileno de alta densidad.



*Ilustración 11 Tubería PVC
Fuente Istock, 2022*

1.18.4.2. Tuberías metálicas

Son utilizadas para sistemas que cuentan con altas presiones en líneas de conducción. Normalmente se utilizan para sustituir unidades de plástico donde no se tienen un diámetro mayor.



Ilustración 12 Tubería metálica
Fuente Propia, 28 de setiembre de 2022

1.18.5. Accesorios

Son todos aquellos componentes de la tubería que se encuentran en materiales como: plástico o metal. Se utiliza en los diferentes ramales que brindan una ayuda para las diferentes necesidades que se requieran como, por ejemplo: Reducciones, dirección del agua, conexiones, reductores de presión y otras.



Ilustración 13 Accesorios de PVC
Fuente Hidromedición 2018

1.18.6. Válvulas

Son aquellos objetos que se utilizan diferentes tareas con el fin de permitir, regulación y detención de un flujo como, por ejemplo: válvula de bola, válvula de globo, válvula de mariposa, válvula de aire y válvula de purga.



*Ilustración 14 Válvulas para tuberías
Fuente Tualrep 2022*

1.18.7. Medidores

Son aquellos elementos que se encuentra en las redes de distribución de agua para poder regular y contabilizar la cantidad volumétrica de agua que consume un usuario.



*Ilustración 15 Medidor para agua potable
Fuente Tecnoval, 2022*



**UNIVERSIDAD LATINA
DE COSTA RICA**

POWERED BY **Arizona State University**

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2. Marco Metodológico

2.1. Paradigma

El agua es un recurso esencial para la vida de todo ser vivo que se puede tratar como un elemento renovable que se encuentra en el planeta siendo la base de toda vida de ser vivo. La mayor parte del planeta tierra está cubierto de agua siendo este el elemento que más está presente en la misma es un alrededor de 96,5% en los océanos y mares, 1,74% en glaciares, un 1,72% en acuíferos y el resto del agua se encuentra en ríos, lagos y otros lugares siendo esto indispensable para la vida dándonos a entender que podemos encontrar el agua en 3 estados de la materia como lo es sólido como líquido y gaseoso.

En la actualidad más de 4200 millones de personas no cuentan con agua potable llega alrededor de El 40% de la población mundial que sea afectado por la falta suficiente cantidad de agua potable logrando causar enfermedades de muchas personas hasta el punto de causarle la muerte por causa de la falta de saneamiento.

Costa Rica es uno de los pocos países a nivel mundial que cuentan con agua potable en toda su región siendo esto de carácter importante que Costa Rica cuenta con grandes fuentes de abastecimiento de agua potable que ayuden a la vida del ser humano Sin embargo un mal manejo de este recurso puede y llegar a ser trágico para la sociedad debido a que en algún momento el agua se acabe por completo de todas las fuentes de abastecimiento.

Es importante recalcar que las ASADA son instituciones que son parte esencial para la obtención del agua potable en nuestro país sin embargo gran parte de estas instituciones sufren con grandes anteojos que logran afectar el servicio y la calidad en este caso del recurso natural como lo es el agua.

Existen muchos métodos para la potabilización del agua y que muchos países han tenido que optar para poder obtener este recurso que es esencial para la vida humana un claro ejemplo que se puede tomar en cuenta en estos casos es como los países en el oriente utilizan diferentes métodos para la potabilización del agua salada por medio de métodos de desalinización debido a la escasez de este recurso.

En Costa Rica una parte de la población no cuentan con un pensamiento adecuado cual manejo de este recurso dándole poca importancia a la mañana de cómo se usa.

Es muy importante tener claro que este recurso a pesar de que es renovable si no sé tiene un buen manejo deja de ser renovable por ende es de suma importancia

tener un buen manejo del agua en las diferentes comunidades del país ya que todo va de la mano para un adecuado uso de este.

2.2. Enfoque metodológico

El enfoque que se tendrá en este trabajo final de graduación será una línea cuantitativa debido a que este trabajo será necesario realizar procesos de análisis numéricos y de estadística que permita analizar y evaluar los datos que se obtienen para con el fin de lograr con el mejoramiento del sistema de agua potable.

Por medio de diferentes etapas se buscará, lograr el objetivo principal, por ejemplo:

- Visita a la zona del proyecto, así como la recopilación de archivos antiguos con los que cuenta la ASADA que ayuden a desarrollar y a conocer mucho mejor el sistema actual.
- Por medio de los informes según busca como identificar los diferentes datos que se necesitan para poder realizar los cálculos que se necesitan para poder optimizar, en este caso la distribución nueva. En este punto se debe tomar en cuenta las diferencias que se tienen en los archivos antiguos con la realidad tomando esto en cuenta se realiza una propuesta de mejoramiento del diseño y las recomendaciones.
- Se deben de realizar los diferentes cálculos de estimaciones para los períodos, tomar en cuenta datos como el caudal, capacidad de almacenaje, estimación poblacional y las recomendaciones que indica El Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, en donde nueva técnica para diseño y construcción de sistemas de agua potable y de saneamiento y pluvial para poder realizar de manera adecuada un prediseño para posteriormente.
- Por medio de programas computacionales se desea obtener un tipo de perfil y trazado con la cual podemos obtener datos como presiones que nos ayuden a tomar decisiones de diseño, de la misma manera utilizar este software es de gran ayuda debido a que se puede modificar cualquier aspecto durante el proceso de la creación del nuevo ramal de distribución de agua de la comunidad

- Se pretende realizado las recomendaciones por medio de informes y de planos realizados en AutoCAD y/u otros softwares.

2.3.Método de investigación

Por medio de informes de datos antiguos, visitas al sitio, recolección de nuevos datos y antecedentes encontrados suministrados por diferentes profesionales. Se pretende realizar una investigación cuasiexperimental por causa de que sea tienen que realizar cálculos con el fin de obtener un óptimo diseño, teniendo en cuenta esto, van a haber momentos en la cual se tienen que realizar los mismos cálculos debido a que puede existir factores que no cumplan con lo correcto.

2.4.Categoría de análisis de investigación

Objetivo	Valor dependiente	Valor independiente	Muestra
Modificar el sistema de agua potable de la red de distribución de tal forma que cumpla con los requerimientos necesarios para satisfacer las demandas de la comunidad.	Diseño preliminar en el programa WaterGEMS	Normativa de diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial del AyA, Informes técnicos y planos.	Archivos PDF, Hojas de cálculo de Excel, informes y archivos de AutoCAD.
Realizar la comparación del modelo hidráulico a realizar con la condición operativa que se tiene actualmente en la realidad.	Documento comparativo entre los documentos y los datos obtenidos en las visitas.	Normativa de diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial del AyA, Informes técnicos.	Registros antiguos y actuales, visitas a campo, planos y reuniones personales.
Reconocer las dificultades con las que cuenta realizar este proyecto en la vida real.	Denotar las características y las dificultades con las que se enfrentan día a día el servicio brindado por la ASADA.	Evaluación de sitio.	Por medio de visitas a campo.
Analizar la capacidad hídrica con la contará el sistema de agua potable en un periodo de 15 años de la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito.	Tablas informativas	Informes técnicos antiguos y documentos brindados por la ASADA	Datos obtenidos por medio de cálculos e información del WaterGEMS
Modelar las redes de distribución y abastecimiento de agua potable que son utilizadas en el sistema de la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín.	Modelo realizado en WaterGEMS de los diferentes sectores del sistema de agua potable.	Planos e informes técnicos.	Informes antiguos y datos nuevos obtenidos por hojas de Excel e información del WaterGEMS.

2.5. Población y muestra

La principal población beneficiada con la realización de este trabajo final de graduación son los habitantes de la comunidad de este distrito de Tárcoles.

En la zona de Alto de Capulín, Bajo de Capulín, Bajamar, Guacalillo, Cuarros e Intermedios, así como la ASADA que trabaja en estas diferentes zonas del cantón de Garabito, siendo esto, de mera importancia debido a la actualización del actual sistema de bombeo de agua potable.

2.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

En este aspecto por medio de los informes que incluyan datos como consumo mensual facturado, cantidad de servicios, producción de fuente y registros de aforo ya suministrados por la ASADA de Lagunillas y bajo de Capulín se tomará en cuenta información y se utilizarán dichos informes con el fin de buscar las mejoras que se le pueden brindar a esta red de suministro de agua.

Se cuenta con datos topográficos y diseños hechos anteriormente por empresas privadas intentando realizar mejoras anteriormente sin concretarse. En este caso este informe cuenta con datos como características de tanque, población en los diferentes sectores, características de las fuentes de abastecimiento y tuberías, diferentes tipos de cálculos de dotaciones, caudales, el volumen que se necesita en los almacenamientos, diferentes puntos de presiones, velocidades, longitudes, demanda de nudos y otros datos más que pueden ayudar a realizar el trabajo final de graduación.

En este caso tomando en cuenta todos estos datos de los diferentes informes dados por la ASADA se utilizará el software WaterGEMS para realizar un análisis de la información y de esta manera realizar modificaciones y mejoras con el fin de poder alcanzar el objetivo principal.

Se toma en cuenta información dada en otros trabajos finales de graduación con el fin de tomar recomendaciones para poder aplicarse en este trabajo final de graduación con el fin de mejorar aún más el trabajo final, de la misma manera se toma en cuenta las recomendaciones que puedan brindar profesionales en la ingeniería como profesores (tutor y lector) y amigos que se encuentran en el ámbito que puedan aportar alguna información de carácter educativa siempre buscando la información necesaria para realizar un trabajo de calidad.

2.7. Técnicas e instrumentación para el procesamiento y análisis de los datos

Luego de haber revisado los informes y hayan realizado las diferentes inspecciones a toda la red de suministro de agua de la ASADA se espera poder realizar cálculos con el fin de poder obtener los diferentes datos y de esa manera dar las recomendaciones de las mejores, siempre tomando en cuenta lo que indique la normativa diseño y construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluviales del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

Se espera realizar un modelo por medio del software WaterGEMS donde se pueda observar toda la red de distribución de agua con sus nuevas mejoras teniendo los diferentes puntos de información que puedan ayudar a tener más claro cómo se va a comportar el modelo.

Con la realización de este trabajo final de graduación se espera ayudar a esta comunidad que actualmente en ciertas zonas se ven afectadas debido las altas presiones. La falta del servicio y la interrupción del servicio debido a las fugas que se producen todos los días en el sistema debido a la antigüedad de la red de agua por ende es de suma importancia realizar las mejoras con el fin de poder tener una calidad de servicio.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LOS RESULTOS

3. Análisis de Resultados

3.1. Recopilación de datos

Con el fin de poder entender y conocer la situación actual que presenta todo el sistema de la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín se deberá de poder identificar y reconocer los diferentes elementos con lo que cuenta la ASADA y los diferentes problemas que enfrentan día con día.

Se realizaron cinco diferentes visitas al sistema con el que cuenta la ASADA con el fin de poder conocer el estado actual. Las fechas de inspección realizadas fueron:

- 7 de julio de 2022: Conocer la junta administrativa de la ASADA, entrega de documentos y reportes de consumos mensual e inspección del sector 2 y 3.
- 28 de setiembre de 2022: Inspección de fuentes de almacenamiento, fuentes de abastecimiento y sistema de bombeo.
- 24 de octubre de 2022: Inspección al sector 1 y 2.
- 28 de octubre de 2022: Toma de datos y coordenadas de accesorios, tanques de almacenamiento, fuentes de abastecimiento y otros.
- 14 de noviembre de 2022: Chequeo de planos y revisión de datos suministrados.

3.2. Tanques de almacenamiento de la ASADA

La ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito cuenta con los siguientes tanques de almacenamiento de agua:

3.2.1. Tanque de almacenamiento #1

En este caso, el tanque de almacenamiento de agua potable número # recibe el nombre de “Raúl” lo cual se ubica en las siguientes coordenadas: Latitud 9.849633° y Longitud -84.0991103 a una altura de 150 msnm. Este tanque de almacenamiento está compuesto por cuatro depósitos asentados, uno de concreto armado y cinco depósitos de plástico capaz de almacenar 22.000L de agua para un total de 183 m^3 de agua almacenada.



*Ilustración 16 Tanque de almacenamiento de agua #1
Fuente Propia, 28 de setiembre de 2022*

3.2.2. *Tanque de almacenamiento #2*

El segundo tanque de almacenamiento de agua potable recibe el nombre de “Federico” en este caso, es el tanque con mayor dimensión con los que cuenta la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín de Garabito, este se ubica en las coordenadas: Latitud 9.842506° y Longitud -84.591507° a una altura de 177 msnm. Este tanque de almacenamiento está compuesto por dos depósitos asentados, dos depósitos de concreto armado para un total de 220 m³ de agua almacenada.



*Ilustración 17 Tanque de Almacenamiento #2
Fuente Propia, 28 de setiembre de 2022*

3.2.3. *Tanque de almacenamiento #3*

El tercer tanque de almacenamiento de agua potable recibe el nombre de “Villalta” este se ubica en las coordenadas: Latitud 9.839942° y Longitud -84.583641° a una altura de 190 msnm. Este tanque de almacenamiento está compuesto por dos depósitos asentados, uno de los es de concreto armado y el otro de plástico capaz de almacenar 22.000L de agua, para un total de 57 m³ de agua almacenada.



*Ilustración 18 Tanque de almacenamiento #3
Fuente ASADA Lagunillas y Alto de Capulín., 14 de diciembre de 2022*

3.2.4. . *Tanque de captación*

El tanque de captación con la que cuenta la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín se ubica a una latitud de 9.859017° , longitud -84.615708° y a una altura de 44 msnm capaz de tener 45 m^3 de agua potable.

En este caso, este tanque reúne las aguas captadas de la naciente con la que cuenta la ASADA para posteriormente ser bombeada hasta el tanque de almacenamiento #1 mediante una tubería de cuatro pulgadas.



Ilustración 19 Tanque de Captación
Fuente Hidrogeotecnia, junio 2013

3.3. **Tanque Quebra Gradiente**

Este tanque, tiene como objetivo principal reducir la presión que trae el agua en la tubería debido a la topografía que se presenta en la zona. En este caso se ubica a latitud 9.820939° y longitud -84.598060° a una altura de 120 msnm.

Se instaló este tanque quiebra gradiente, debido a que para los proyectos de vivienda que se encuentran al sur de la ASADA presentan grandes presiones por lo que produce daños de tuberías.



Ilustración 20 Tanque quiebra Gradiente
Fuente ASADA Lagunillas y Alto de Capulín., 14 de diciembre de 2022

3.4. Fuente de abastecimiento

3.4.1. *Naciente.*

El acueducto, cuenta con una fuente principal de abastecimiento, en este caso se ubica en las coordenadas: Latitud 9.859038° y Longitud -84.615649° a una altura de 46 msnm. En esta fuente de abastecimiento se captan alrededor de 10.5 l/s sin embargo, la naciente cuenta con un caudal de 15 l/s desaprovechando alrededor de 4.5 l/s y esto debido a que la ASADA por el momento no requiere de un mayor cantidad de caudal para el sistema. En la zona donde se encuentra la naciente se puede ver afloramiento de agua debido a la gran cantidad de agua que logra producir.



Ilustración 21 Naciente
Fuente Propia, 28 de setiembre de 2022

3.4.2. *Pozo Raúl*

Este pozo se encuentra en latitud 9.849606° y longitud -84.611380° es capaz de brindar un caudal de 18 l/s de agua. Este pozo se encuentra en uso logrando abastecer parte del volumen de los tanques ubicados en el sector uno, específicamente al tanque numero 1 llamado Raúl.



Ilustración 22 Pozo Raúl
Fuente Propia, 28 de setiembre 2022

3.4.3. *Pozo Federico*

Este pozo tiene la capacidad de brindar un caudal de 14 l/s logrando abastecer los tanques ubicados en el sector dos, específicamente a los tanques llamado “Federico” ubicados en latitud 9.842488° y longitud -84.591539° , para lograr captar esta agua se utiliza una bomba de 35 caballos de fuerza.



Ilustración 23 Pozo Federico
Fuente Propia, 28 de septiembre de 2022

3.4.4. *Pozo Plaza*

Este es el pozo más pequeño con lo que cuenta la ASADA actualmente logrando captar 5 l/s de agua, este, es utilizado para abastecer el sector dos de igual manera logrando suministrar agua a los tanques del sector dos llamado Federico.

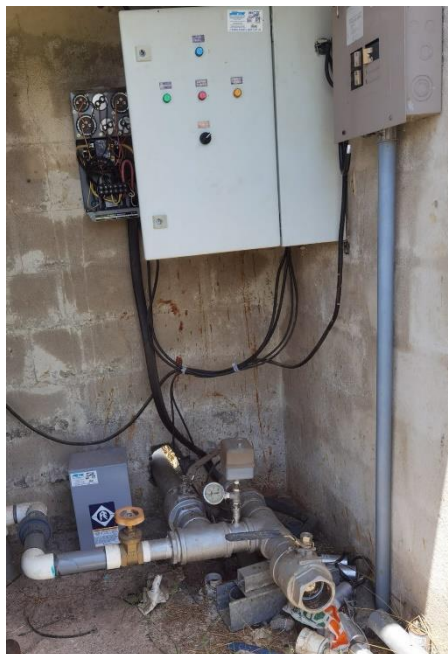


Ilustración 24 Pozo Plaza
Fuente Propia, 28 de septiembre 2022

3.5.Desinfección

La ASADA, usa en cada uno de los tanques un sistema de desinfección de agua llamado Accu-Tab, donde colocan cinco pastillas de hipoclorito de calcio los lunes, miércoles y viernes con el fin de garantizar la desinfección del agua captada de la fuente de abastecimiento.



Ilustración 25 Sistema de Desinfección del agua Fuente Propia, 28 de setiembre de 2022

3.6.Sistema de bombeo

La ASADA, cuenta con un sistema de bombeo del agua potable que se encuentren ubicados meramente en los mismos puntos donde están los diferentes tanques de almacenamiento en este caso el sistema tiene tres bombas sumergibles para la extracción del agua de los diferentes pozos y dos bombas de rebombeo que actúan como ayuda para agregarle energía al fluido con tal de alcanzar el punto más complicado debido a la topografía.

Sistema de bombeo				
Nombre	Latitud	Longitud	Potencia	Detalle
Pozo Raúl	9.849606°	-84.611380°	25 hp	Marca JACUZZI
Pozo Federico	9.842488°	-84.591539°	35 hp	Caudal máximo de 17 l/s
Pozo Plaza de fútbol	9.841967°	-84.601753°	15 hp	Caudal máximo de 5 l/s
Naciente	9.859090°	-84.615718°	15 hp	Flujo con dirección al tanque de captación
ASADA 1	9.841367°	-84.590356°	7.5 hp	Bomba principal del rebombeo
ASADA 2	9.841367°	-84.590356°	5 hp	Se utiliza como auxiliar ante cualquier interrupción del sistema

Tabla 7 Sistema de bombeo Fuente Propia 2022

3.7. Operación del sistema de bombeo

El sistema, se abastece con la captación del agua de la naciente en el sector de Quiebrapatas en Lagunillas donde se captan alrededor de 10,5 l/s de agua, Esta principal fuente cuenta con un excedente de 4.5 l/s de agua que no son aprovechados. Seguidamente la misma, llega hasta un tanque cisterna de 45 m³ para posteriormente ser impulsada hasta el tanque #1 a través de una línea de impulsión de 100 mm de diámetro con una longitud de alrededor de 1700 metros.

Inmediatamente en este punto, se extraen alrededor de 18 l/s de agua y se inyectan al tanque #2 para que posteriormente el agua que se encuentra en el tanque Raúl sea bombeada hacia el tanque Federico mediante una línea de impulsión con un diámetro de 100 mm y una distancia de 2500 metros. En este mismo punto del tanque #2 se extraen alrededor de 14 l/s de agua que es inyectada al tanque con tal de cumplir el abastecimiento de este, consecutivamente el agua es bombeada de este hasta el tanque #3 pasando por el sistema de rebombeo que se encuentra en la ASADA ya que debido a el tipo de topografía que se presenta en el recorrido donde están la tubería de abastecimiento de agua resulta con una dificultad poder conducir toda está agua hasta el último tanque de almacenamiento que abastece al sector tres de este sistema de agua potable.

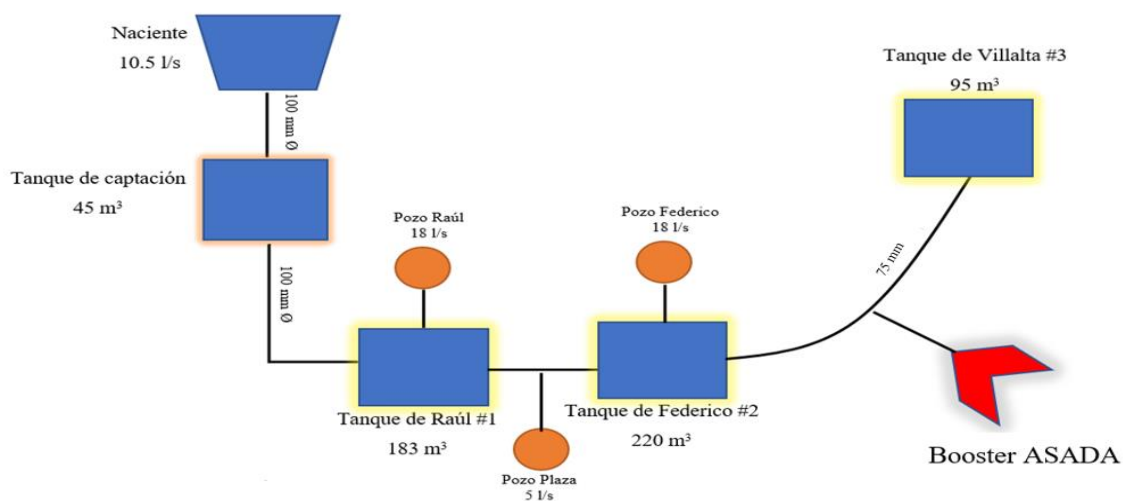


Ilustración 26 Esquema
Fuente Propia, 2022

3.8. Balance hídrico

Según el AyA (2019) un balance hídrico “Consiste en comparar la producción de las fuentes de abastecimiento (pozos y nacientes) contra la demanda de la población atendida (p.1)



*Ilustración 28 Agua captada de la naciente
Fuente Propia, 28 de setiembre de 2022*

3.8.2.1. Agua no contabilizada

En tal caso, se utilizaron los datos suministrados por la ASADA en un período de doce meses que van comprendidos del mes de octubre de 2021 hasta septiembre de 2022 dando como resultado un 30% de agua no contabilizada (ANC) que hace referencia a las pérdidas que se tienen en el sistema entre el volumen de agua producido y el volumen utilizado por la población que utiliza dicho sistema.

Cuando las ASADA cuentan con solo registros de micromedición, automáticamente se asume un 30% de ANC como valor.

Dotación octubre 2021 – septiembre 2022					
Mes	Servicios	Total, micromedición m³	Dotación mensual (l/p/d)	ANC	Cantidad de días
<i>oct-21</i>	1219	26886	215	0%	31
<i>nov-21</i>	1225	16524	136	0%	30
<i>dic-21</i>	1230	22423	178	0%	31
<i>ene-22</i>	1243	25231	198	0%	31
<i>feb-22</i>	1249	20733	180	0%	28
<i>mar-22</i>	1255	18502	149	0%	30
<i>abr-22</i>	1263	15889	127	0%	30
<i>may-22</i>	1262	14457	112	0%	31
<i>jun-22</i>	1264	17995	144	0%	30
<i>jul-22</i>	1267	17377	134	0%	31
<i>ago-22</i>	1271	17818	137	0%	31
<i>sep-22</i>	1278	16854	133	0%	30
			215	30%	
			Máxima	Promedio	

*Tabla 8 Agua No Contabilizada
Fuente Propia, 2022*

3.8.3. Usuarios del sistema

Se utilizan la información sobre la unidad de consumo equivalente de la norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluviales del Instituto costarricense de Acueductos y Alcantarillados que requiere realizar un tipo de análisis para realizar las estimación total de servicios equivalentes tomando en cuenta los valores de las tablas vendadas en dicho informe.

Tipo de actividad del nuevo desarrollo	Unidades de cálculo (UC)	Unidad de consumo equivalente (UCE) o Servicios equivalentes (SE) ¹
Hoteles, Moteles	Habitación	Un servicio Equivalente por cada 3 Unidades de Cálculo
Escuelas, colegios o centros de educación y capacitación	Estudiante	Un servicio Equivalente por cada 25 Unidades de Cálculo
Bodegas, industrias o centros de acopio, almacenamiento y distribución	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parques y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio Equivalente por cada 500 Unidad de Cálculo
Restaurantes, sodas Bares y similares	Metro cuadrado de área de parcela o predio. (incluyendo parques y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio Equivalente por cada 100 Unidad de Cálculo
Locales comerciales, Centros comerciales, Oficinas administrativas y bancarias (Industrial o general)	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parques y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio Equivalente por cada 200 Unidad de Cálculo
Parcelamiento agrícola con frente a calle pública	Metro cuadrado del área de parcela	Un servicio Equivalente por cada 500 Unidades de Cálculo
Parcelamiento agrícola con frente a servidumbre	Metro cuadrado del área de parcela	Un servicio Equivalente por cada 5000 Unidades de Cálculo
Centros de recreación, turísticos o club campestre.	Metro cuadrado de área de parcela o predio (incluyendo parques y áreas verdes, excluyendo áreas de protección de ríos y quebradas)	Un servicio Equivalente por cada 200 unidad de cálculo.

Ilustración 29 Calculo de servicios equivalentes según el tipo de actividad de desarrollo
Fuente AyA, 2017

Tomando en cuenta la ilustración 29 se realizaron los respectivos cálculos para una estimación 1431 servicios equivalentes como se puede observar en la tabla siguiente:

Cantidad de servicios	Tipo de actividad	Cantidad total de UC	Unidad de cálculo (UC)	Servicios equivalentes
6	Hoteles, moteles	56	habitaciones	19
2	Escuelas, colegios o centros de educación y capacitación	248	estudiantes	10
1	Bodegas, industrias o centros de acopio, almacenamiento y distribución*	497	m ²	1
7	Restaurantes, sodas, bares y similares*	11890	m ²	119
7	Locales comerciales, centros comerciales, oficinas administrativas y bancarias (industrial o general)	4535	m ²	23
1	Parcelamiento agrícola con frente a calle pública	300	m ²	1
1	Parcelamiento agrícola con frente a servidumbre	6000	m ²	2
0	Centros de recreación, turísticos o club campestre	0	m ²	-

*Tabla 9 Servicios equivalentes
Fuente Propia 2022*

Obteniendo estos datos se pudo realizar la población abastecida por el acueducto y se obtiene que son alrededor de 4725 personas que abastece la ASADA de Lagunillas y alto de Capulín para un factor de hacinamiento de 3,3 personas por casa.

3.8.4. Cálculo de crecimiento poblacional

Para realizar la proyección de población de la comunidad donde la ASADA brinda el servicio se utilizaron datos de crecimiento brindados por Instituto Nacional de Estadística y Censos del 2011 y se obtiene un porcentaje de crecimiento poblacional anual para el cantón de Garabito y Distrito de Tárcoles de 2,6% como se observa en el anexo 9 dando como resultado hasta el 2082 los siguientes datos de la siguiente tabla.

Para la obtención de sus valores se utilizaron las siguientes fórmulas para poder obtener dichos datos para los siguientes años y de la misma manera se calcula el crecimiento de los servicios se van a tener en los próximos quince años.

$$P = P_{ac} + (P_{ac} \times Crecimiento)$$

Donde:

- P : Población.
- P_{ac} : Población Actual.
- $Crecimiento$: Porcentaje de crecimiento.

$$S = P \div F_{ha}$$

Donde:

- P : Población.
- F_{ha} : Factor de hacinamiento.
- S : Servicios.

3.8.5. Caudales

Para poder obtener los caudales hasta el 2067, se realizan por medio de las estimaciones de la población con la que cuenta la ASADA.

Año	2022	2037	2052	2067	2082
Población	4725	6947	10215	15019	22083
Servicios	1431	2104	3094	4549	6688

Tabla 10 Crecimiento poblacional
Fuente Propia, 2022

Año	2022	2037	2052	2067
Caudal Promedio (l/s)	15.32	22.52	33.12	48.69
Caudal Máximo Diario (l/s) Producción	18.38	27.03	39.74	58.43
Caudal Máximo Horario (l/s) Distribución	33.09	48.65	71.53	105.18

*Tabla 11 Caudales del sistema
Fuente: Propia 2022*

3.8.6. Afors de producción de agua en la ASADA

La ASADA para poder cumplir con el caudal total que requiere el sistema utiliza cuatro fuentes de abastecimiento de agua potable por lo que se tomaron los valores más críticos durante el año para realizar los estudios esto debido a que según el administrador de la ASADA muchas veces los caudales se mantienen constantes sin embargo en muy pocas épocas del año en condiciones muy críticas ambientales se generan una disminución del caudal.

Este sistema, cuenta con un pozo más donde se puede utilizar más caudal sin embargo actualmente no se está utilizando debido a que con las cuatro fuentes de abastecimiento que se tienen por el momento se cumple con la demanda que requiere el sistema con lo que en futuros años se estará implementando utilizar este nuevo Pozo, que aproximadamente se pueden obtener 20 l/s de agua.

Se realizaron los respectivos cálculos, con valores críticos en las épocas más complicadas del año, por ende, en total para este sistema abastecimiento de agua se tienen 47.2 l/s de agua potable, lo cual tomando en cuenta lo realizado en el balance hídrico es suficiente hasta el 2057, posteriormente se deben de implementar nuevas fuentes de abastecimiento para poder cumplir la demanda sin tener problemas de desabastecimiento y racionamiento del servicio.

Fuente de abastecimiento	Caudal - Q (l/s)
Pozo Raúl	18
Pozo plaza	5
Pozo Federico	14
Naciente	10.2
Total	47.2

*Tabla 12 Caudales de fuentes de abastecimiento
Fuente Propia, 2022*

3.8.7. *Proyección a futuro de la producción del sistema de la ASADA*

En este caso los datos obtenidos se venden comparar la producción que se obtienen en las fuentes contra la demanda que da la población en los diferentes años.

Según el AyA (2019) “el resultado del balance hídrico puede ser positivo, cercano a cero o negativo” (p.2) donde:

- Positivo: la producción de las fuentes del sistema es suficiente para satisfacer la demanda actual.
- Cercano a cero: la producción de las fuentes del sistema es suficiente para satisfacer la demanda actual, pero no es suficiente para brindar el servicio a nuevos usuarios.
- Negativo: la producción de las fuentes del sistema no es suficiente para satisfacer la demanda actual ni la del futuro usuario.

Por lo que es importante poder realizar estos cálculos para tener una proyección a futuro si el sistema con el que cuenta la ASADA puede satisfacer la demanda actual y futura de la población que hace uso del sistema de agua potable.

<i>Proyecciones</i>					
Año	Servicios	Demanda (l/s)	Producción (l/s)	Balance Hídrico (l/s)	Interpretación
2022	1431	18.38	47.20	28.82	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2037	2104	27.03	47.20	20.17	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2052	3094	39.74	47.20	7.46	ASADA cuenta con capacidad hídrica para nuevos servicios
2067	4549	58.43	47.20	-11.23	Desabastecimiento y racionamiento del servicio

*Tabla 13 Proyecciones del sistema de agua potable de la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín
Fuente Propia, 2022*

Según la Norma Técnica Para El Diseño Y Construcción Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, De Saneamiento Y Pluvial del AyA estipula que los periodos de diseño para red general se utiliza un periodo de 25 años, sin embargo para dar referencia a los desabastecimiento de las fuentes de agua potable que se tienen actualmente se toma un intervalo de análisis de 15 años, dando como resultado que hasta el 2052 la ASADA, cuenta con la capacidad hídrica para poder satisfacer nuevos servicios, posteriormente para el año 2067 la ASADA se va a encontrar en un desabastecimiento y racionamiento del servicio debido a que van a tener un balance hídrico de -11.23 l/s.



Ilustración 30 Gráfico Balance hídrico
Fuente Propia, 2022

3.9. Creación del modelo en WaterGEMS

Para la creación de este modelo hidráulico, se utilizó la versión 2019 del WaterGEMS, con el fin de poder realizar la red de distribución de agua potable con el que permita observar cómo se comporta el sistema de dicha ASADA por lo que es importante realizarlo y tomar en cuenta las características que brindan la administración para apegarse a lo más real posible siempre y cuando consultando con los administradores para acatar las recomendaciones de este.

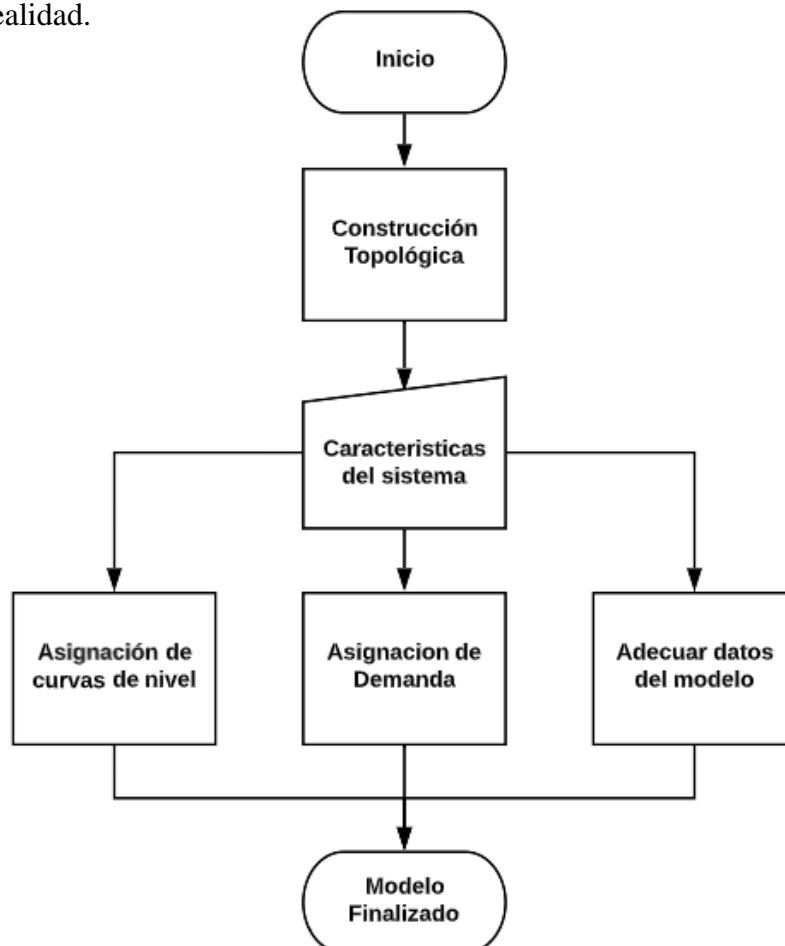
Durante el proceso de moderación se tuvo información brindada por la ASADA, Hidrogeotecnia, AyA y el INEC como, por ejemplo: Informes de producción, dimensiones de tanques, población, materiales y dimensiones de tuberías, ubicación de accesorios, curvas de nivel, bases de datos de población y otros elementos necesarios que se pueden tomar en cuenta para la modelación de dicho sistema.

Se crearon 3 diferentes modelos diferentes con el fin de poder analizar los comportamientos que tiene el sistema actual, ante diferentes situaciones que se presentan es por ello por lo que se tienen los siguientes modelos:

- Modelo estático: Hace referencia a los efectos que tiene la presión al momento en el que no hay demanda en el sistema
- Modelo Dinámico Promedio lo cual busca simular el comportamiento de la demanda con el caudal promedio diario.
- Modelo Dinámico Factor Máximo Horario: Determina lo sucedido en el sistema cuando el sistema llega a su límite.

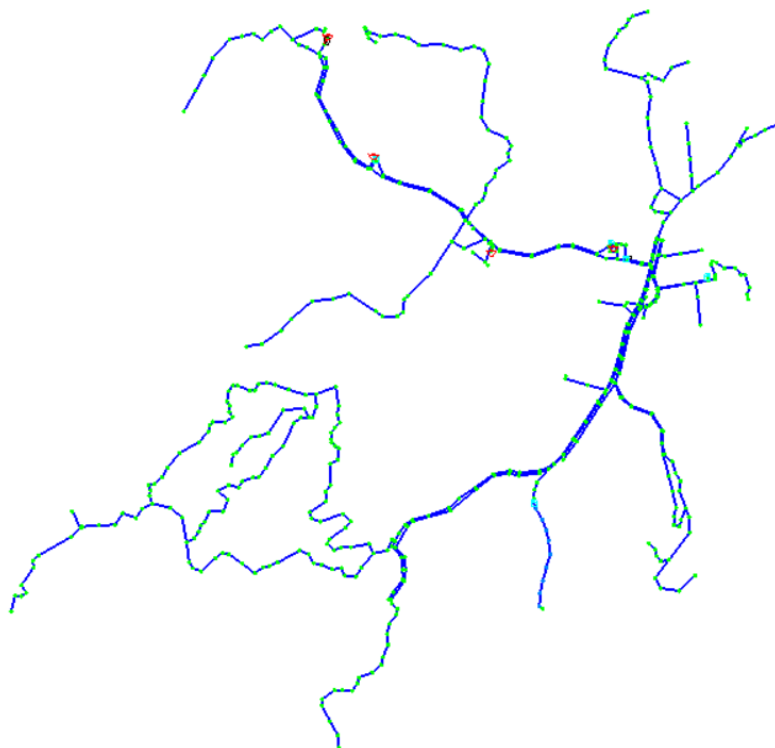
El programa utiliza diferentes métodos numéricos para realizar sus cálculos, en este caso las ecuaciones que describen el flujo uniforme se basan en gran medida el equilibrio de fuerzas, tomando en cuenta las diferencias entre las ecuaciones. Se toma en cuenta lo dicho por los diferentes investigadores como: Darcy y Weisbach que brinda la fórmula para las pérdidas de energía por fricción a través de una tubería, Hazen y Williams que indica una formula empírica para la perdida de carga por fricción a través de una tubería.

La ASADA fue el encargada principal de actualizar los documentos de los datos que se obtienen mes a mes ya que de esta manera es como se va a realizar el modelo del sistema por lo que y de suma importancia que los datos que se obtengan se apeguen a la realidad con el fin de obtener un modelo con gran exactitud a la realidad.



3.9.1. Creación de la infraestructura del modelo

Para la creación del modelo, se deben de realizar diferentes pasos como se vio en la ilustración 32, por lo que se debe dibujar los diferentes elementos que componen este sistema de distribución de agua potable. Se tomaron en cuenta los planos suministrados por la ASADA y por la empresa Hidrogeotecnia lo cual se encuentran en formato PDF con el fin de por observar los diferentes detalles como: diámetros, materiales, longitudes y otros. Teniendo esto en cuenta el programa nos permite ingresar todas esas características con el fin de asegurarnos que nos estamos apegando la realidad de la que cuenta el sistema actual.



*Ilustración 32 Red de distribución de agua potable ASADA
Fuente Propia, 2022*

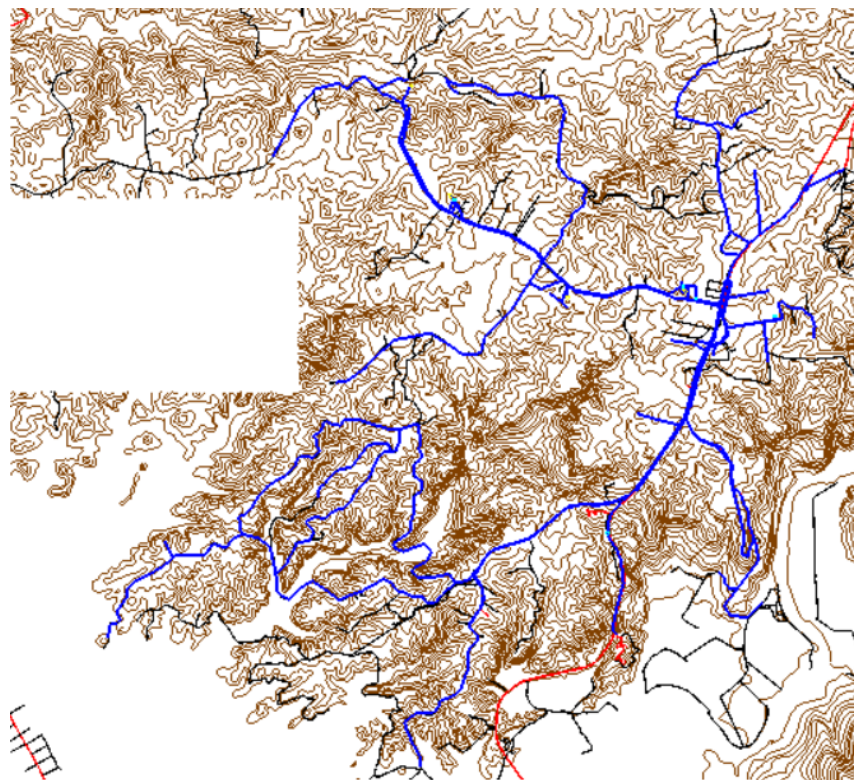
Para realizar este diseño se tomaron valores como Darcy-Weisbach para la pérdida de energía por fricción en este modelo, se utilizaron los valores 0.0015 para el material Policloruro de vinilo (PVC) y Polietileno (PEAD).

Primeramente, a la hora de dibujar el modelo se colocan los diferentes nodos para posteriormente unirlos con las tuberías para crear los diferentes tipos de red y en el momento que se tiene los diferentes nodales, se colocan los elementos como: naciente, tanques de almacenamiento y quiebra gradiente, reservorios y bombas para la impulsión del agua.

Seguidamente, se toman los datos e información que se obtienen a la hora de correr el modelo y se consultó con los respectivos administradores de la ASADA y con los datos que se obtuvieron en las diferentes visitas, para revisar que el sistema se comporta como en la realidad.

3.9.2. *Curvas de nivel*

Se asignaron las elevaciones a los diferentes nodos, reservorios, tanques de almacenamiento, tanque gradiente y bombas por medio de la herramienta proporcionada por el WaterGEMS llamada “TRex”. En este caso, se usaron los archivos necesarios donde estuviera ubicado el sistema completo, es por ello que se tienen alrededor de once archivo tipo “Esri ShapeFile” brindado por AyA provenientes del Sistema nacional de información territorial, para que posteriormente, por medio del programa AutoCAD se unieran entre sí con el fin de tener las curvas mayores, curvas menores, carreteras municipales y carreteras nacionales.



*Ilustración 33 Curvas de Nivel en el sistema
Fuente Propia, 2022*

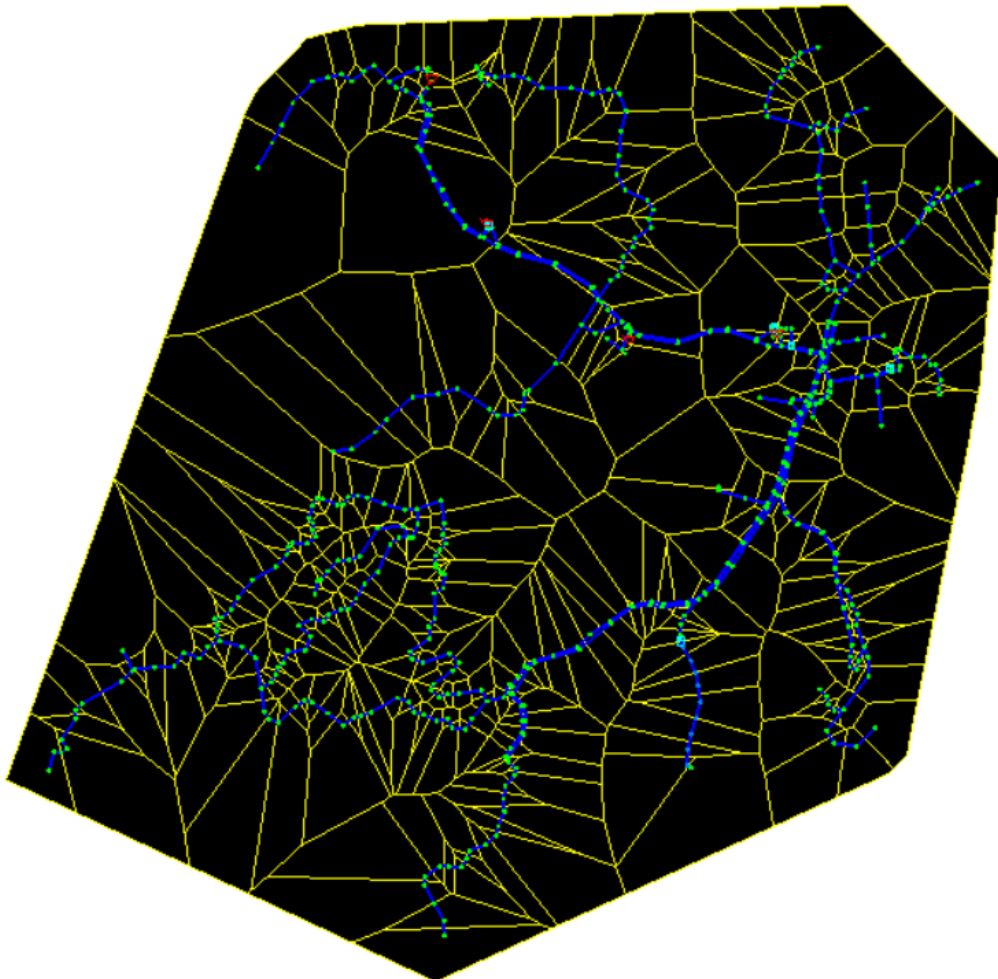
Estas curvas de nivel son utilizadas para poder conocer el relieve del terreno en los diferentes puntos del mapa del sistema en este caso el sistema cuenta con un rango de elevación entre 5 msnm hasta los 190 msnm.

3.9.3. *Demanda*

En este punto, se establece la demanda con la que cuenta los diferentes nodos del sistema, por lo que por medio del método de distribución proporcional al área se pudieron asignar las diferentes demandas, es por ello, que por medio de un caudal promedio se pueda distribuir el caudal promedio diario en las diferentes partes del sistema.

Se utiliza Polígonos de Thiessen, que es una herramienta que brinda el WaterGEMS, con el fin de unir los diferentes nodos presentes en el modelo tomando en cuenta la curva de nivel de demanda que indica que existen momentos críticos durante diferentes hora debido al gran consumo de agua.

Para el actual sistema se cuentan con demandas entre 0 y 0.32 l/s.



*Ilustración 34 polígonos de Thiessen
Fuente Propia, 2022*

3.9.4. Asignación de datos del modelo

Para esta última parte de la modelación, a los diferentes objetos que se modelaron, se interpretan y se asignan los diferentes datos, con el fin de que el modelo se parezca en mayor proporción a la realidad, por lo que se debe de tener claro el comportamiento que se tiene actualmente para poder interpretar de manera adecuada el comportamiento del programa a la hora de ejecutarlo.

Se recomienda realizar la ejecución por sectores ya que de esta manera se logra una mejor interpretación.



*Ilustración 35 Programa ejecutado en el sector 2 y 3
Fuente Propia, 2022*

Este último paso, nos permite finalizar la creación del modelo para que posteriormente se puede realizar el respectivo análisis de este, con el fin de poder realizar alguna mejora o simplemente dar una recomendación.

Es importante recalcar, que los datos que se obtuvieron son muy similares a la realidad, gracias a esto, se tiene en concreto un modelo realizado en WaterGEMS de una manera correcta, por lo que se procede a observar el comportamiento de los diferentes modelos con su respectiva situación, con el fin de poder realizar las diferentes conclusiones y recomendaciones.

3.9.5. Modelo de WaterGEMS finalizado

Una vez realizado y verificado las diferentes características con las que cuenta el sistema, se puede denotar las diferentes características principales, como: el diámetro, longitud, presiones y demandas con las que cuenta el sistema.

Se toma en cuenta toda la información recopilada en las visitas a campo, reuniones personales, informes y fichas técnicos con tal de poder comparar con el sistema actual que se tiene en funcionamiento.

Se realizaron 3 modelos diferentes con diferentes comportamientos, con el fin de ver las diferentes características como, por ejemplo: modelo estático, modelo dinámico promedio y el modelo dinámico con el factor máximo diario. Es importante recalcar que estos 3 modelos utilizan la misma base sin embargo las cosas que cambian es el comportamiento que se tiene en el sistema debido a las características.

3.9.5.1. General

Se puede notar las características principales con las que cuenta el modelo. Debido a lo extenso del sistema, se puede notar una longitud muy grande en los ramales del sistema dando como resultados altas pérdidas de fricción debido al materiales y accesorios de la tubería.

Es importante ver el rango de diámetros que se tienen en ese sistema debido a que la Norma Técnica Para El Diseño Y Construcción Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, De Saneamiento Y Pluvial del AyA estipula que los diámetros mínimos de la tubería deberían de ser de 75 mm.

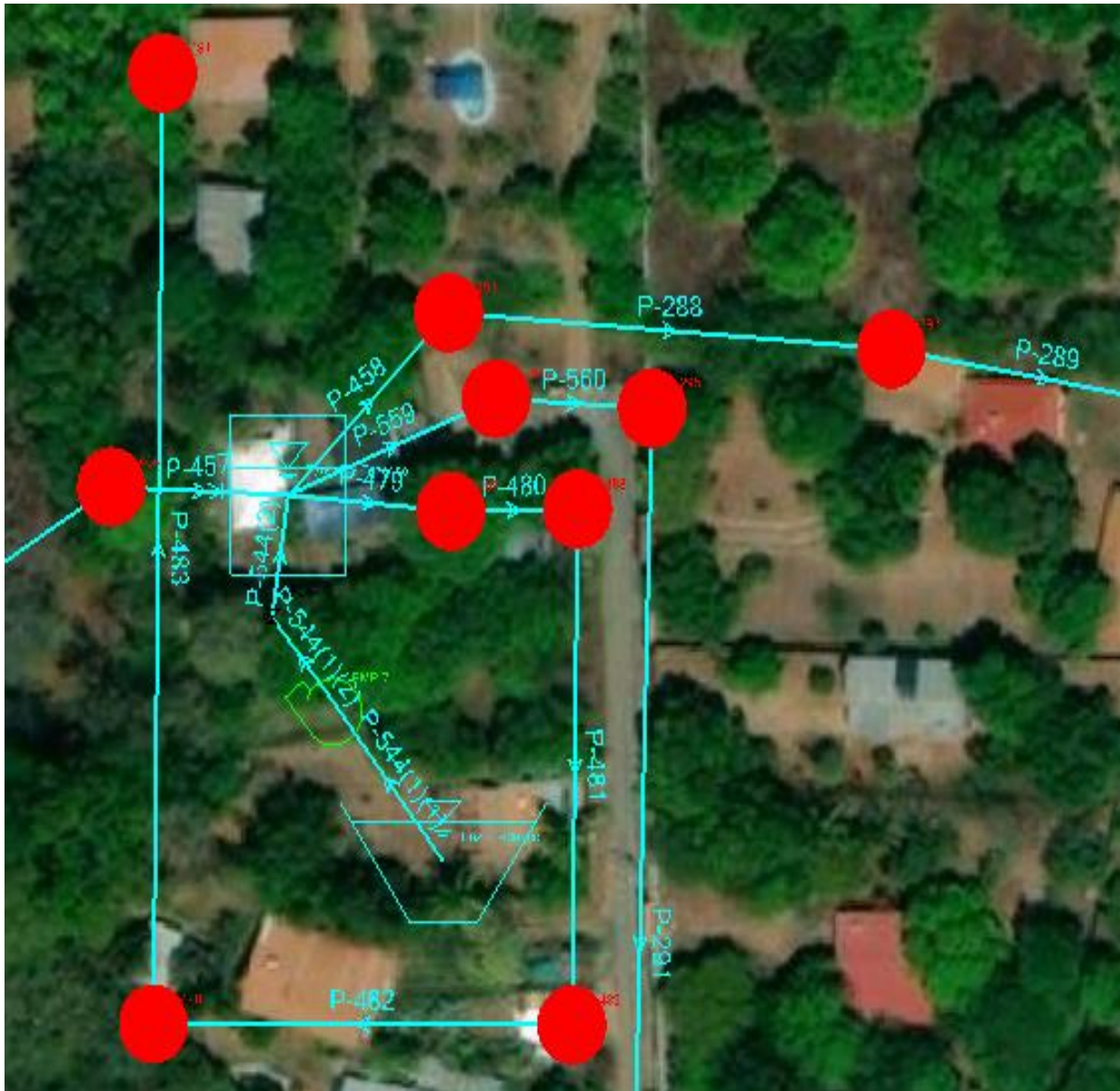
Por parte de los materiales en el sistema de agua potable se presenta únicamente dos tipos de materiales.

Detalles Generales	
Longitud total del sistema	61.759 m
Materiales	PVC
	PEAD
Diámetro Máximo	100 mm
Diámetro Mínimo	18 mm

Tabla 14 Detalles generales del Modelo WaterGEMS
Fuente Propia, 2022

En la ilustración 36, se puede observar las características que presenta una parte del sector dos, exactamente donde se encuentra el tanque #2 llamado por la administración de la ASADA como “Federico”. En este caso se puede apreciar que

la tubería P-458, P-479 y P-559 salen del tanque de abastecimiento. P-458 en este caso es la línea que se utiliza como línea de impulsión que permite el paso del agua hasta el Tanque número 3 llamado “Villalta” en el sector 3, por otro lado, las otras dos líneas se utilizan como línea de distribución logrando cumplir la demanda de las propiedades que se encuentran alrededor del lote donde está el tanque “Federico” y la otra para poder cumplir la demanda de la zona de Lagunillas.



*Ilustración 36 Tuberías en tanque "Federico"
Fuente Propia, 2022*

Como se puede ver en la siguiente ilustración (34) la tubería P-457, P-559, P-544 (2) y P-544(1)(2) son las tuberías que más caudal presentan debido aquellos utilizados como líneas de impulsión, por lo que va a haber mayor caudal en ellas. La

tubería P-544(1)(2) es la que presenta mayor presión debido a que es la tubería que está después de la bomba sumergible que extrae el agua en el pozo por lo que tiene gran cantidad de energía.

Por parte de las tuberías que se utilizan para la línea de distribución, la tubería P-480 y P481 se tiene un flujo de 0.19 l/s y una presión de 3 mca

Numero	Tubería	Nodo de inicio	Nodo Final	Longitud (m)	Diametro (mm)	Material	Flow (L/s)
1026	P-479	Tanque 2 Federico	J-487	22	38.0	PVC	0.13
1028	P-480	J-487	J-488	17	38.0	PVC	0.13
1030	P-481	J-488	J-489	62	38.0	PVC	0.13
1032	P-482	J-489	J-490	58	38.0	PVC	0.09
1034	P-483	J-490	J-491	114	38.0	PVC	0.05
975	P-458	Tanque 2 Federico	J-291	31	62.0	PVC	5.87
1172	P-544(2)	FCV-13	Tanque 2 Federico	15	75.0	PVC	14.00
1339	P-544(1)(1)	Pozo Federico	PMP-7	24	75.0	PVC	14.00
1340	P-544(1)(2)	PMP-7	FCV-13	13	75.0	PVC	14.00
974	P-457	J-404	Tanque 2 Federico	24	100.0	PVC	4.99
1277	P-559	Tanque 2 Federico	J-294	31	100.0	PVC	10.66

*Ilustración 37 Detalles de tuberías sector 2 Tanque Federico
Fuente Propia, 2022*

3.9.5.2. Modelo Estático

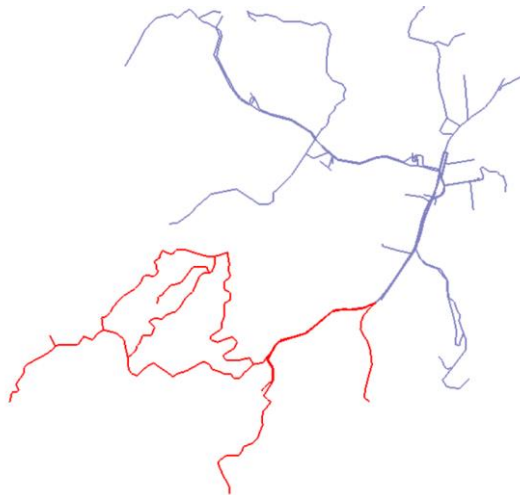
Hacer referencia al efecto que tienen las presiones en el momento en el que no hay demanda en el sistema, como, por ejemplo: en la noche. La cantidad demanda es realmente casi nula, porque la comunidad no consume agua.

Detalles modelo Estático			
Detalle	Valor	cantidad	unidad
Diámetro	mínimo	18	mm
	máximo	100	mm
Presión	mínimo	1	mca
	máximo	173	mca
Elevación	mínimo	8	msnm
	máximo	190	msnm

*Tabla 15 Detalles Modelo Estático
Fuente Propia, 2022*

3.9.5.2.1. **Presiones:** como se pudo observar en la tabla anterior, en este modelo existen presiones que van en un rango entre 1 y 173 mca, por lo que existen sectores cuando no hay demanda, que presentan altos problemas de presiones siendo esto, uno de los principales factores que afectan al sistema. Consultando con la administración de la ASADA y los informes técnicos antiguos, efectivamente, existen varios sectores de la zona 2 del sistema de agua potable, que cuentan con altas presiones dando como resultado tener que realizar reparación de tuberías, debido a este problema.

En la siguiente imagen se puede apreciar las zona del sector 2 (rojo) donde se presentan los principales problemas de altas presiones.



*Ilustración 38 Sector 2 con altas presiones
Fuente Propia, 2022*

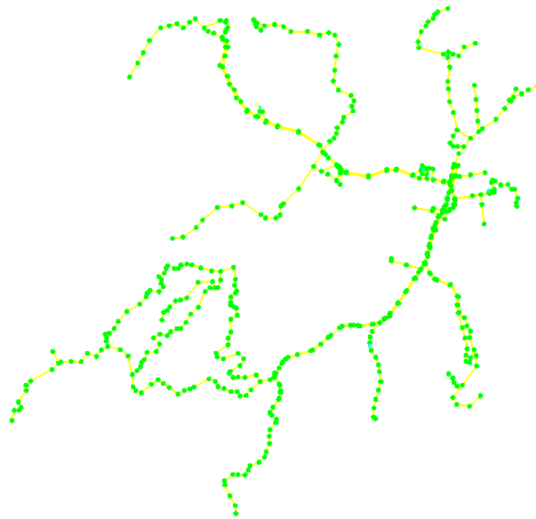
Se puede recordar que dependiendo del tipo de tubería que se esté usando, la misma cuenta con una presión nominal específica.

El punto más afectado por altas presiones en este sistema de agua potable de la ASAD, se encuentra en el sector 2 donde la topografía (zona más baja del sistema) y los diámetros de las tuberías juegan un gran papel.

Presión nominal de trabajo a 23 °C						
	SDR 41	SDR 32.5	SDR 26	SDR 21	SDR 17	SDR 13.5
mca	70.3089	87.886125	112.49424	140.6178	175.77225	221.473035
kpa	690	862	1103	1379	1724	2172
psi	100	125	160	200	250	315
g/cm²	7.03	8.93	11.25	14.06	17.58	22.15

*Tabla 16 Presión Nominal de las tuberías
Fuente: Propia, 2022*

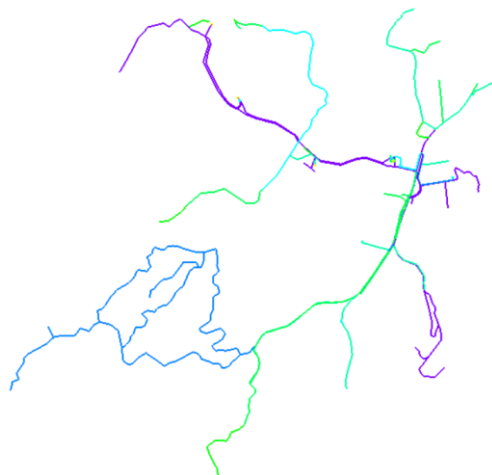
3.9.5.2.2. **Demanda:** en este modelo hace referencia al momento del día en la cual no hay demanda en el sistema por lo que se trata de simular este. Tomando esto en cuenta, se programa el modelo sin demandas para ver el comportamiento que se tiene. En la siguiente imagen los nodos de color verde hacen referencia a la cantidad de demanda que se tiene, se puede observar que, en toda la red, la demanda se encuentra en 0.



*Ilustración 39 Demanda de modelo estático
Fuente Propia, 2022*

3.9.5.2.3. **Tuberías:** en este punto se tienen tuberías en entre un rango de 18 y 100 mm con diferentes cédulas o SDR que agregan características a las tuberías, por ejemplo: toda la línea del abastecimiento se encuentra construida con una tubería PVC SDR 26, 100 mm Ø siendo esta, la línea principal del funcionamiento del sistema. El sector 2 en el punto de la zona llamada “Intermedios” se encuentra construido en PVC, SDR 26 75 mm Ø, siendo esto un diámetro muy pequeño.

Es importante recalcar que el sistema aun cuenta con muchas tuberías con SDR 32 lo cual incumple con lo estipulado en la normativa del AyA.



*Ilustración 40 Diámetro de tuberías
Fuente Propia, 2022*

3.9.5.3. Modelo Dinámico Promedio

Este segundo modelo, busca simular el comportamiento de la demanda con el caudal promedio diario., por lo que se toma en cuenta lo visto en las visitas a campo y los diferentes criterios que brindan la administración de la ASADA.

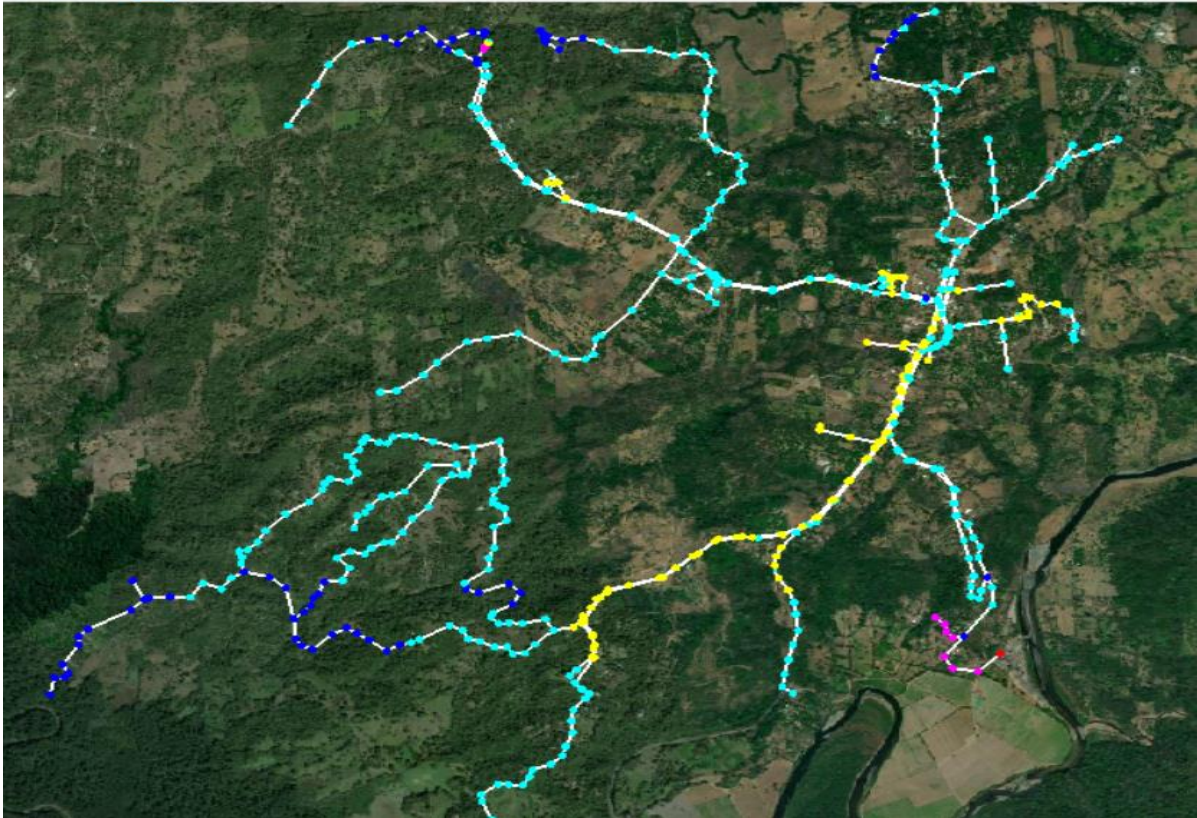
La demanda promedio diaria es de 21.79 l/s y cuenta con estas ciertas características.

Detalles modelo Dinámico			
Detalle	Valor	cantidad	unidad
Diámetro	mínimo	18	mm
	máximo	100	mm
Presión	mínimo	-11	mca
	máximo	165	mca
Demanda	mínimo	0	l/s
	máximo	0.32	l/s

Tabla 17 Detalles de modelo Dinámico Promedio
Fuente Propia, 2022

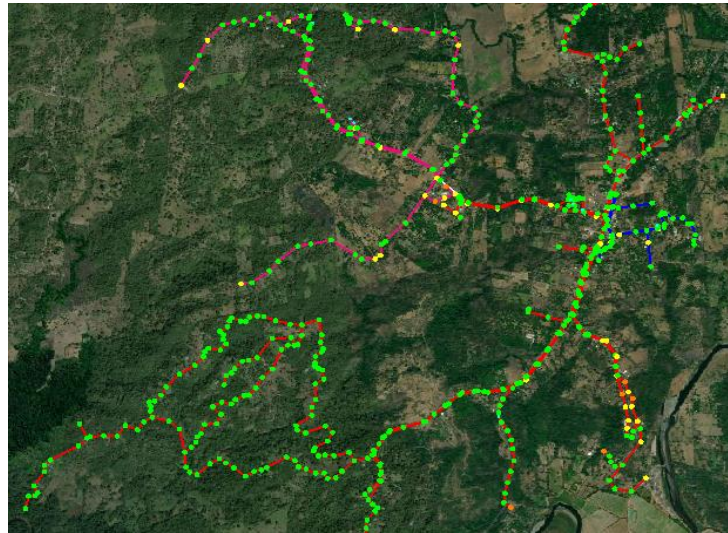
El resultado las dentro de la tubería en ciertas zonas del sistema de la ASADA.

- 3.9.5.3.1. **Presiones:** este modelo presenta como se puede apreciar en la tabla anterior presiones en un rango entre -9 y 165 mca, donde el principal sector afectado es la parte de intermedios en el sector dos debido al tipo de material y diámetro que se está utilizando, ya que es un diámetro muy pequeño. Este mismo sector de igual manera presenta altas presiones, ya que es una zona donde hay muy poca población, por lo que, al no haber gran cantidad de demandas, las presiones se disparan causando problemas en las tuberías. Posteriormente los nodos que se encuentran después del tanque gradiente en el sector dos, presentan altas presiones. A pesar de que se utilice el tanque gradiente para reducir la presión, la topografía hace que las presiones se disparen nuevamente.
- Estos datos fueron corroborados en las visitas de campo y se comprueba que, en realidad, existen ese problema de presiones en esta zona.
- En la siguiente imagen, se aprecian en los nodos en color rojo las altas presiones y en el color verde las presiones bajas que tanto afectan al sistema de este acueducto al brindar el servicio.



*Ilustración 41 Presiones del Modelo Dinámico Promedio
Fuente Propia, 2022*

3.9.5.3.2. **Demandas:** El mayor foco de población en el sector dos es el principal consumidor de agua del sistema y el sector tres el que menos caudal demanda. Las demandas se dividen de la siguiente manera:



*Tabla 18 Demandas en Modelo Dinámico Promedio
Fuente Propia. 2022*

Demandas por sector del Modelo Dinámico Promedio			
Sector	Demanda	Unidad	Color
Sector 1	5.42	l/s	Rosado
Sector 2	11.32	l/s	Rojo
Sector 3	1.54	l/s	Azul
Total	18.28	l/s	

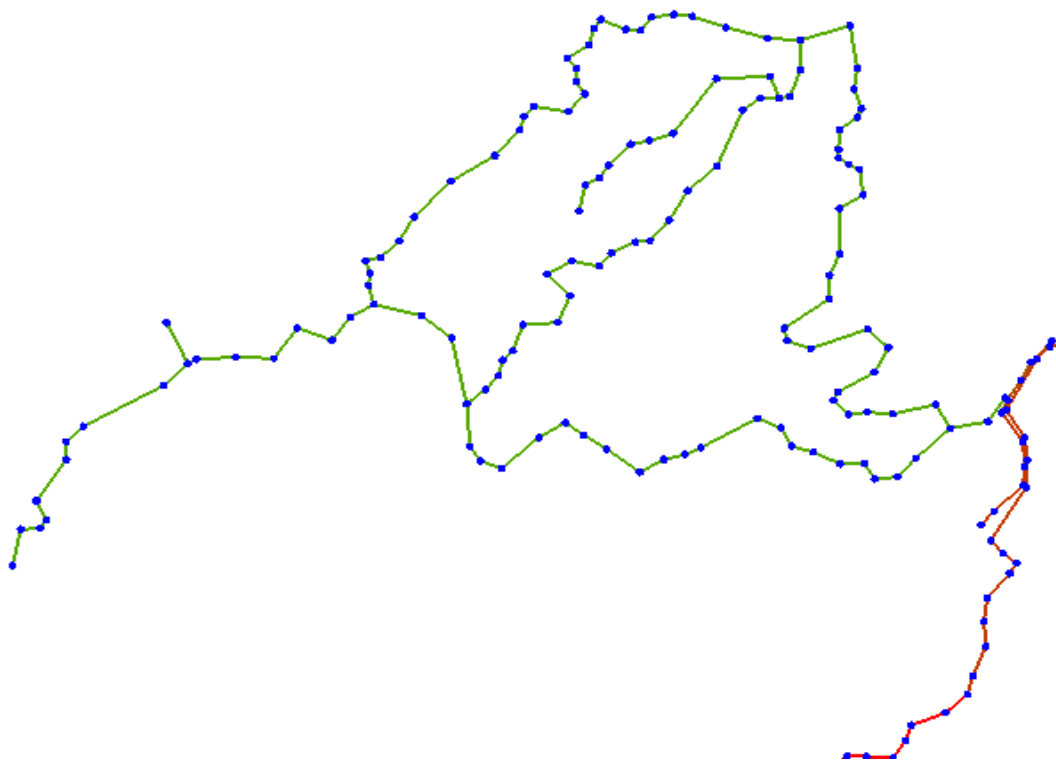
Tabla 19 Demandas por sectores del modelo Dinámico Promedio
Fuente Propia, 2022

La comunidad llamada “Centro de población” en Lagunillas es 1 de los principales consumidores del sector uno, teniendo un promedio de demanda base de 0.83 l/s y puntos con mayor demanda son los de color naranja



Ilustración 42 Demanda de "Centro de población"
Fuente Propia, 2022

3.9.5.3.3. **Tuberías:** existe la posibilidad de que hay puntos en el sistema donde se pueda limitar el crecimiento poblacional sino se toman en cuenta el cambio de las tuberías que se tienen en la actualidad, como antes mencionado, el sector 2 por el lado de la comunidad llamado “Intermedios” es la principal parte del sistema que se vea afectado por este problema por lo que, si no se toman medidas necesarias, la administración va a tener que evitar el crecimiento por esta zona. Podemos recordad que en esta zona el sistema cuenta con diámetros muy pequeños.



*Ilustración 43 Ramal principalmente afectado en el sistema de la ASADA, zona de “Intermedios”
Fuente Propia 2022*

3.9.5.4. Modelo Dinámico Factor Máximo Diario.

Este modelo está pensado en lo que sucede en el transcurso del día, cuando el sistema llega a su límite, por lo que podemos ver los diferentes comportamientos que se tienen los tres sectores del sistema.

Para este modelo, se puede analizar para la demanda que nuestro sistema tiene es de aproximadamente 22.06 l/s.

Detalles modelo Dinámico FMD			
Detalle	Valor	cantidad	unidad
Diámetro	mínimo	18	mm
	máximo	100	mm
Presión	mínimo	-22	mca
	máximo	162	mca
Demanda	mínimo	0	l/s
	máximo	0.39	l/s

*Tabla 20 Detalle de modelo Dinámico Factor Máximo Diario
Fuente Propia, 2022*

3.9.5.4.1. **Presiones:** en este modelo, se puede observar el rango de presiones que se tienen en el sistema, donde se presentan presiones negativas hasta presiones altas. Las presiones negativas, son realmente por la pérdida de la energía debido a la fuerza de fricción del agua ante la tubería, esto debido a las largas distancias y los diámetros pequeños que se tienen, en este aspecto una de las líneas que se encuentra construida en 38 mm Ø es la que mayor se ve afectada en el sector 2.

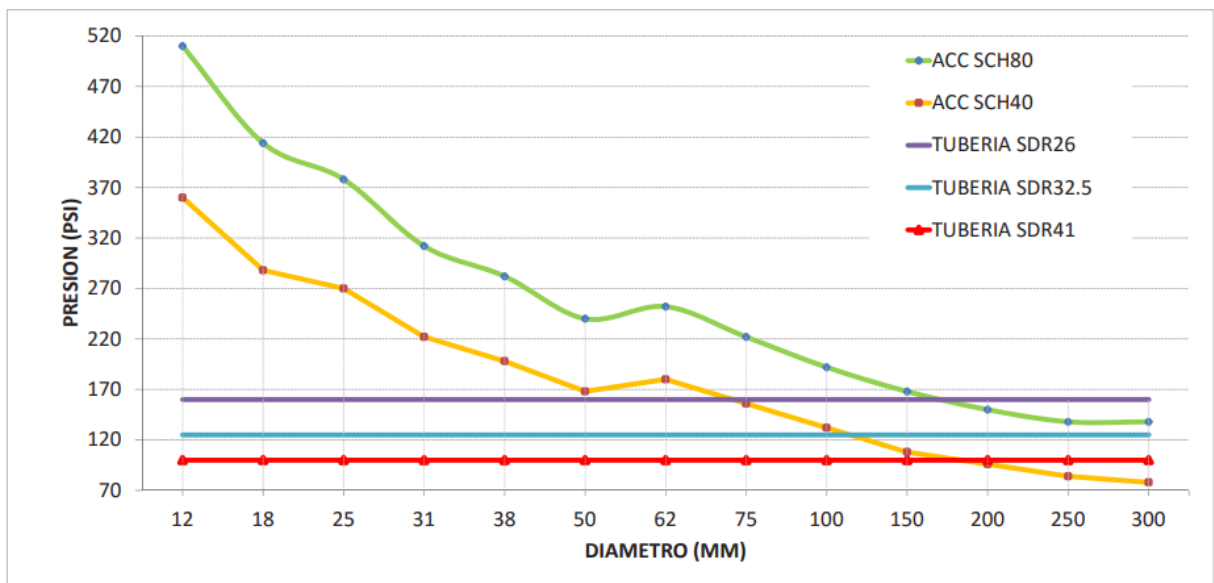


Ilustración 44 Presión de trabajo vs Diámetro de tubería
Fuente Durman, 2018

En el sistema se puede observar puntos rojos, que hacen referencia a las presiones más altas. Estos puntos rojos se encuentran en las elevaciones más bajas del sistema, por lo que tienen gran presión del agua, otros puntos que a pesar de que no se encuentren en una elevación baja, no cuentan con una demanda significativa, por lo que para este ramal tiende a presentar presión alta, debido a la poca demanda que se tiene, un claro ejemplo es el sector de intermedios, que se tiene apenas un promedio de consumo de 2.96 l/s y se puede apreciar que los nodos se encuentran en colores como turquesa, azul y rosado, teniendo esto en cuenta pocas partes de este mismo sector, utiliza tubería con cédula ACC SCH40 que es tubería de pared gruesa con el fin de poder resistir altas presiones.

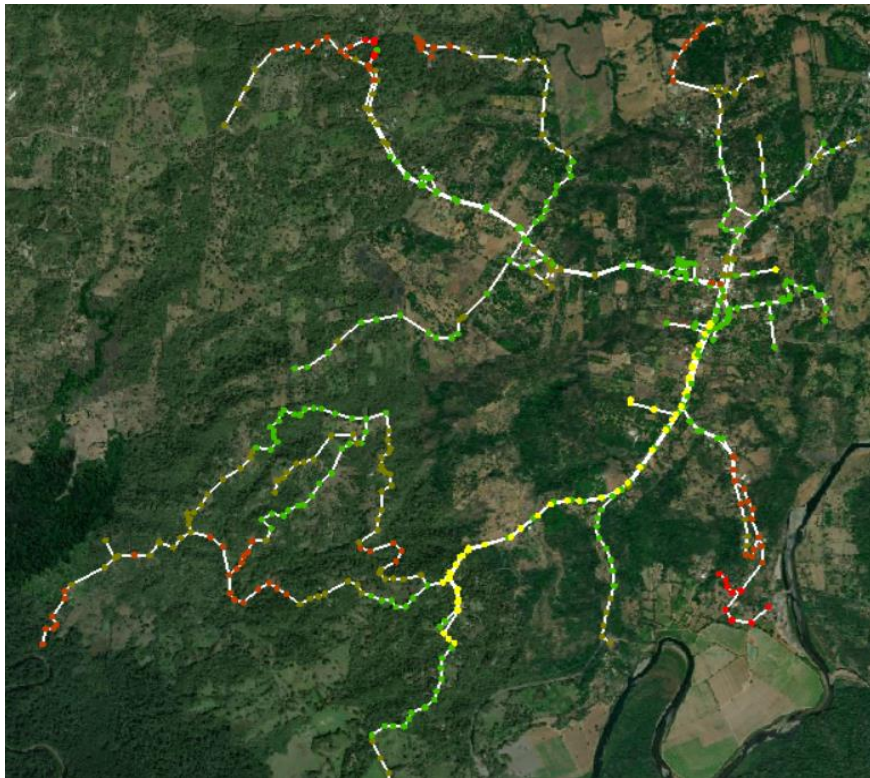


Ilustración 45 Presiones en Modelo dinámico FMD
Fuente Propia, 2022

3.9.5.4.2. **Demandas:** las demandas en este modelo como se pueden observar en la siguiente tabla están repartidas en tres sectores diferentes, siendo el sector dos el mayor sector que tiene demanda y el sector tres el que menor demanda consume.

Demandas por sector		
Sector	Demanda	Unidad
Sector 1	6.51	l/s
Sector 2	13.58	l/s
Sector 3	1.85	l/s
Total	21.94	l/s

Tabla 21 Demanda de consumos por Sectores
Fuente Propia, 2022

El sector dos, es el que mayor demanda tiene debido al gran foco poblacional que presenta, sin embargo, este sector presenta unos cuantos nodos en color amarillo y naranja que tienen como significado grandes demandas, como se puede apreciar en la ilustración 45, por lo que es importante denotar, que aquí es donde se presenta la mayor cantidad de demanda.

Por el sector uno se puede observar la mayor cantidad de demanda por el lado llamado “Centro de Población” generando una demanda aproximado de 1.20 l/s.

Demandas en "Centro de Población"		
Numero de Nodo	Tubería	Demanda (l/s)
323	J-146	0.26
269	J-118	0.18
868	J-418	0.30
1353	J-580	0.25
	Total	0.99

Tabla 22 Demandas en "Centro de Población"
Fuente Propia, 2022

El último sector (3), es el que requiere menos cantidad de agua por lo que no existe problema alguno por faltante de agua en este sector.

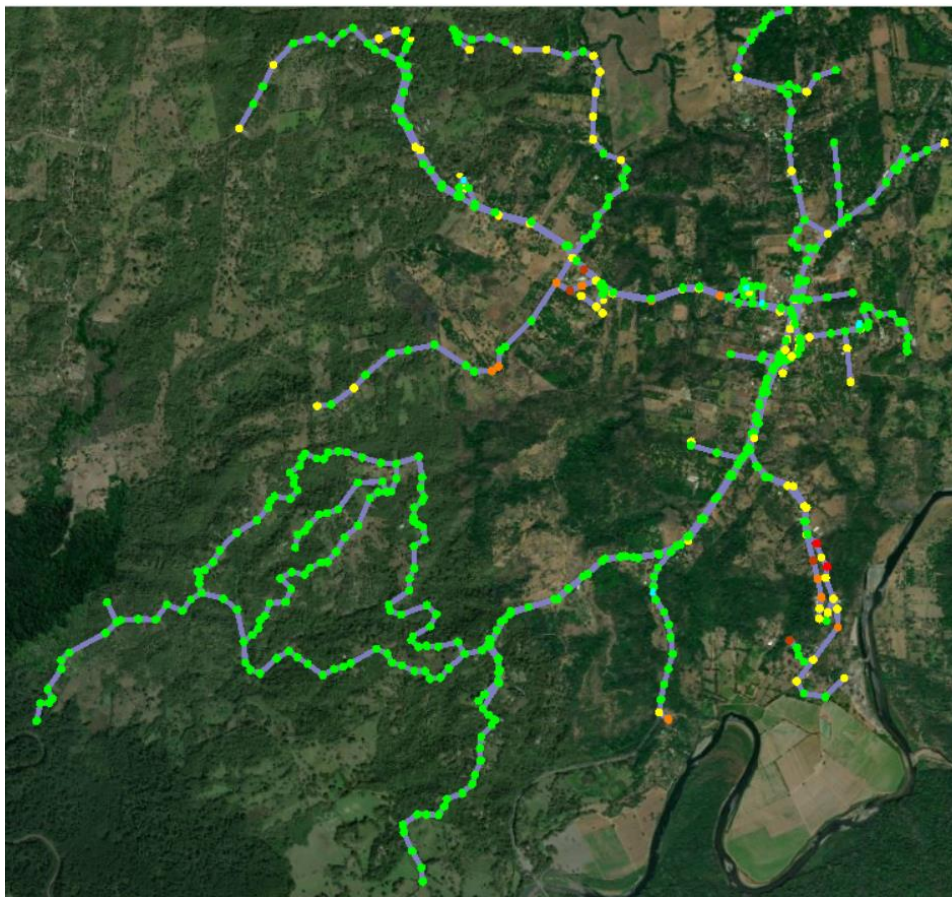
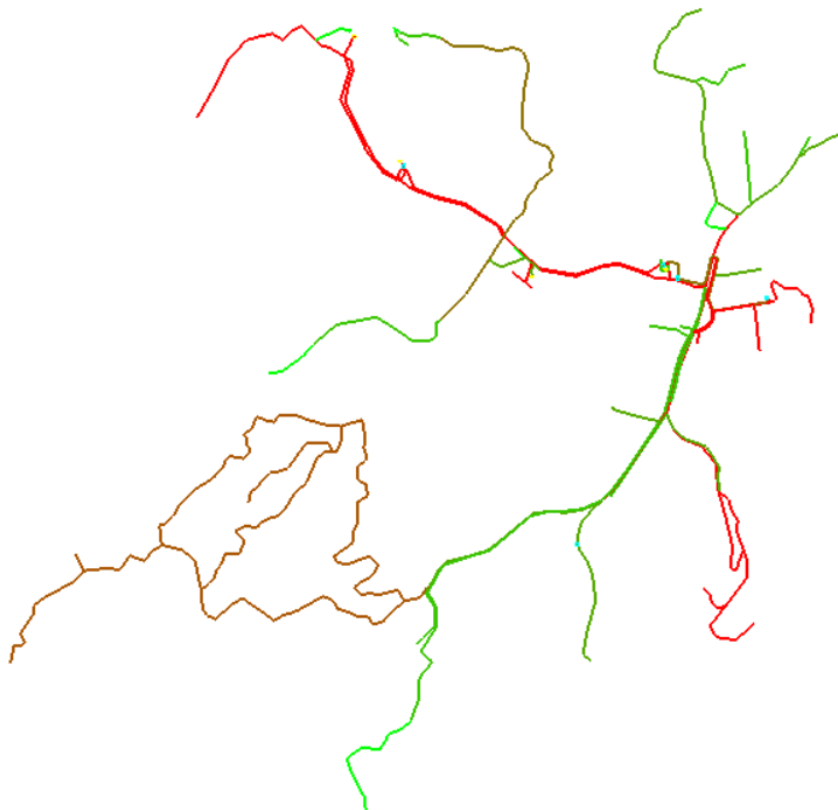


Ilustración 46 Demanda de Modelo Dinámico Promedio
Fuente Propia, 2022

3.9.5.4.3. **Tuberías:** en este caso para este Modelo Dinámico de Factor máximo Diario, se debe tomar muy en cuenta los materiales y diámetros que se están utilizando en el sistema, debido a que esto afecta en gran medida el tema del flujo del agua y las presiones. Se debe de tomar en cuenta que, al no realizar modificaciones de diámetros, cédulas, accesorios o alguna medida correctiva

se pueden generar una mayor cantidad de problemas con respecto a los modelos anteriores.

Sin embargo, tomando en cuenta lo estipulado en el sector dos en la comunidad llamada intermedios y calle al quebrador la garita, debido a las altas presiones se recomienda realizar en cambio de diámetro de las tuberías u optar por implementar tuberías con pared gruesa que soporte altas cantidades de presión.



*Ilustración 47 Diámetro de tuberías
Fuente Propia, 2022*

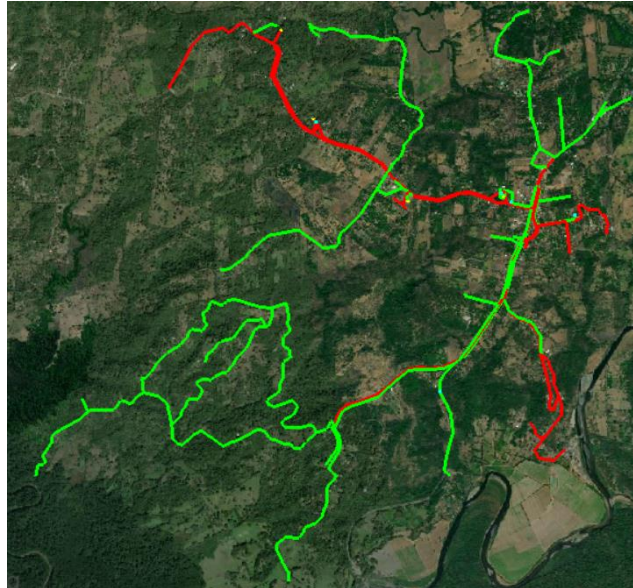
3.9.5.5. Modelo con actualizaciones.

Tomando en cuenta lo estipulado anteriormente con los 3 diferentes modelos se pueden apreciar que el principal problema que se tiene actualmente son las altas y bajas presiones en el sistema. Las altas presiones mayormente se deben a la poca demanda y topografía que se tiene en el sector dos en la comunidad de "intermedios" y en la calle con nombre "tajo la garita" debido a la topografía.

Se realizan los cambios de cédula de las tuberías cumpliendo con la Norma Técnica Para El Diseño Y Construcción Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable, De Saneamiento Y Pluvial del AyA que estipula que no se pueden utilizar

tuberías con cédula SDR 32 ni diámetros menores a 75 mm, por lo que se realiza el cambio a SDR 26 y SDR 21 y la sustitución de los diámetros 18 mm, 25 mm, 38 mm y 50 mm por 75 mm y de la misma manera se hace el cambio del material de las tuberías que se encontraban en PEAD por PVC.

En la siguiente imagen se puede observar los diferentes diámetros propuestos, en este caso el color rojo hace referencia al diámetro de 100 mm y el color verde a 75 mm.



*Ilustración 48 Diámetros propuestos
Fuente Propia, 2022*

3.9.5.5.1. **Sector 1** Por parte de las tuberías que se encontraban en la zona 1 con diámetros 18 mm, 25 mm y 38 mm se realizaron los cambios los diámetros a 75 mm siendo esto uno de los principales cambios que se realiza, lo cual en corto plazo se pueden realizar estas variaciones.



*Ilustración 49 Tuberías con cambios
Fuente Propia, 2022*

Para las tuberías de 50 mm y 62 mm se realizó el cambio a tuberías PVC a tuberías de 75 mm, propiamente se sustituyeron los tramos en color rojos de la siguiente ilustración.



*Ilustración 50 Sustitución de diámetros por 75 mm
Fuente Propia, 2022*

Tuberías de la Zona 1							
Numero	Tubería	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro antiguo	Diámetro nuevo	Material antiguo	Material nuevo
917	P-436	J-440	J-442	18	75	PVC	PVC
930	P-441	J-449	J-450	25	75	PVC	PVC
932	P-442	J-450	J-451	25	75	PVC	PVC
1351	P-443(1)	J-451	J-579	25	75	PVC	PVC
1352	P-443(2)	J-579	J-134	25	75	PVC	PVC
627	P-294	J-299	J-298	25	75	PVC	PVC
629	P-295	J-300	J-299	25	75	PVC	PVC
631	P-296	J-301	J-300	25	75	PVC	PVC
869	P-412	J-118	J-418	25	75	PVC	PVC
913	P-434	J-439	J-440	25	75	PVC	PVC
915	P-435	J-440	J-441	25	75	PVC	PVC
330	P-149	J-148	J-149	38	75	PVC	PVC
332	P-150	J-149	J-150	38	75	PVC	PVC
334	P-151	J-150	J-151	38	75	PVC	PVC
336	P-152	J-151	J-152	38	75	PVC	PVC
633	P-297	J-302	J-301	38	75	PVC	PVC
635	P-298	J-303	J-302	38	75	PVC	PVC
637	P-299	J-304	J-303	38	75	PVC	PVC
639	P-300	J-305	J-304	38	75	PVC	PVC
640	P-301	J-152	J-305	38	75	PVC	PVC
907	P-431	J-436	J-437	38	75	PVC	PVC
909	P-432	J-437	J-438	38	75	PVC	PVC
911	P-433	J-438	J-439	38	75	PVC	PVC
923	P-439	J-442	J-445	38	75	PVC	PVC
925	P-440	J-445	J-446	38	75	PVC	PVC

*Tabla 23 diámetros entre 18 y 38 mm en la Zona 1
Fuente Propia, 2022*

Para los diámetros entre 50 mm y 62 mm se puede apreciar en la siguiente tabla las variaciones que se realizaron en los diámetros de la tubería

Tuberías 50 mm y 62 mm de la Zona 1							
Numero	Tubería	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro antiguo	Diámetro nuevo	Material antiguo	Material nuevo
339	P-154	J-153	J-146	50	75	PVC	PVC
1354	P-153(1)	J-118	J-580	50	75	PVC	PVC
1355	P-153(2)	J-580	J-153	50	75	PVC	PVC
324	P-146	J-120	J-146	62	75	PVC	PVC
326	P-147	J-146	J-147	62	75	PVC	PVC
328	P-148	J-147	J-148	62	75	PVC	PVC
854	P-406	J-120	J-411	62	75	PVC	PVC
856	P-407	J-411	J-412	62	75	PVC	PVC
858	P-408	J-412	J-413	62	75	PVC	PVC
871	P-413	J-413	J-419	62	75	PVC	PVC
873	P-414	J-419	J-420	62	75	PVC	PVC
875	P-415	J-420	J-421	62	75	PVC	PVC
877	P-416	J-421	J-422	62	75	PVC	PVC
879	P-417	J-422	J-423	62	75	PVC	PVC
881	P-418	J-423	J-424	62	75	PVC	PVC
883	P-419	J-424	J-425	62	75	PVC	PVC
885	P-420	J-425	J-426	62	75	PVC	PVC
887	P-421	J-426	J-427	62	75	PVC	PVC
889	P-422	J-427	J-428	62	75	PVC	PVC
891	P-423	J-428	J-429	62	75	PVC	PVC
893	P-424	J-429	J-430	62	75	PVC	PVC
895	P-425	J-430	J-431	62	75	PVC	PVC
897	P-426	J-431	J-432	62	75	PVC	PVC
899	P-427	J-432	J-433	62	75	PVC	PVC
901	P-428	J-434	J-433	62	75	PVC	PVC
903	P-429	J-434	J-435	62	75	PVC	PVC
905	P-430	J-435	J-436	62	75	PVC	PVC

*Tabla 24 Tuberías entre 50 mm y 62 mm de la Zona 1
Fuente Propia, 2022*

Se hace la sustitución y la implementación en las zonas donde estaban las previstas de los accesorios como las válvulas reguladoras o sostenedoras de presión que ya cumplieron con su vida útil debido a que existen válvulas. Por otra parte, de se implementaron diferentes accesorios que, debido al cambio de diámetro de las tuberías, se tuvieron que realizar los cambios, en este

aspecto sustituyendo accesorios como: Codos 45° y 90°, Tee, válvula de compuerta y válvula de bola.

En la siguiente imagen propiamente se puede observar los accesorios que se remplazaron en la intersección entre avenida Castro Fernández Cervantes que se encuentra en dirección Noroeste a Sureste y la Calle Benavides con dirección suroeste hacia Noreste.



Ilustración 51 ubicación de accesorio 25
Fuente Propia, 2022

Como se puede observar en la siguiente imagen se tiene una tubería que permite el flujo del agua desde el tanque Raúl hasta esta zona del sector 1 con el finde poder brindar el servicio de agua potable a las diferentes casas de la zona. En este accesorio está conformado por Tee de 100 mm, codo de 90°, dos reducciones de 100 mm a 75 mm y una válvula Unival de 100 mm. Anteriormente se utilizaban diámetros entre 62 mm y 100 mm para conformar este accesorio.

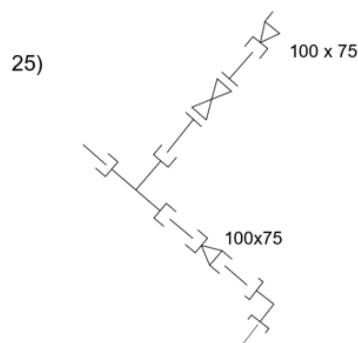


Ilustración 52 Accesorio 25
Fuente Propia 2022

Es importante recalcar que una mejora a corto plazo que se debe de realizar sería, la implementación de los macromedidores electromagnético en los diámetros de las tuberías ya sea para el Pozo Raúl y la naciente instalándolo en la entrada del tanque de captación, con el fin de que se brinde una ayuda para la toma de datos mes a mes y que de esta manera se logre determinar el valor del agua no contabilizada para este sector.

Macromedidores				
Detalle	Costo	Ubicación		
		Latitud	Longitud	Lugar
Macromedidor Bermad MUT2300 4"	¢1,718,165.00	9.849633°	-84.611347°	Pozo Raúl
Macromedidor Bermad MUT2300 4"	¢1,718,165.00	9.859038°	-84.615649°	Naciente

Tabla 25 Macromedidores electromagnéticos para el sector 1
Fuente Propia, 2022.

A mediano plazo se puede realizar la sustitución de los ramales (color verde de la siguiente imagen) que no cumplen con lo establecido en la implementaron los cambios de los diámetros que no cumplen con lo que estipula la Norma técnica para Diseño y construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial del AyA.



Ilustración 53 Tubería sustituida en el Sector 1
Fuente Propia 2022

Los costos de los materiales para que se realice estas mejoras se especifican en la siguiente tabla, tomando en cuenta que, para la realización de estas mejoras en este y los otros sectores del sistema de la ASADA, se debe de alquilar maquinaria tipo Backhoe que tiene un costo de alquiler por hora entre los ¢18,000 a los ¢20,000 en esta zona.

Costo de Materiales para el mejoramiento del sector 1						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio unitario + 13%	Total	Total + 13%
Tubo de PVC sdr26 3" x 6 m	und	1037	¢8,199.05	¢91,375.19	¢82,437,782.67	¢94,756,072.03
Codo liso PVC pres 4"x 90 SCH40	und	10	¢24,851.78	¢28,565.27	¢248,517.85	¢285,652.70
Codo liso PVC pres 3"x 90 BL SCH 40	und	5	¢15,314.73	¢17,603.14	¢76,573.66	¢88,015.70
Codo liso PVC pres 3"x 45 BL SCH 40	und	104	¢16,260.47	¢18,690.20	¢1,691,089.30	¢1,943,780.80
Unión lisa PVC pres 3" BL SCH 40	und	371	¢8,199.05	¢9,424.20	¢3,041,849.03	¢3,496,378.20
Tapón hembra liso PVC pres 3" BL SCH 40	und	2	¢6,492.39	¢7,462.52	¢12,984.78	¢14,925.04
Tapón hembra liso PVC pres 4" BL SCH 40	und	1	¢11,423.62	¢13,130.60	¢11,423.62	¢13,130.60
Tee lisa PVC pres 3" BL SCH 40	und	3	¢17,172.79	¢19,738.84	¢51,518.37	¢59,216.52
Válvula de Bola Bogadali A-622 TDL 3"	und	2	¢84,850.00	¢95,880.50	¢166,832.07	¢191,761.00
Válvula de compuerta Aleum ANSR-FF 3"	und	1	¢173,500.00	¢196,055.00	¢170,567.85	¢196,055.00
Manómetro Glicerina 0 a 100 psi	und	1	¢15,747.00	¢18,100.00	¢15,747.00	¢18,100.00
Macromedidor Bermad MUT2300 4"	und	2	¢1,520,500.00	¢1,718,165.00	¢2,989,607.10	¢3,436,330.00
Reducción 100x75 SCH40	und	3	¢18,165.72	¢20,880.14	¢54,497.17	¢62,640.42
TOTAL					¢90,968,990.47	¢104,562,058.01

Tabla 26 Costo de Materiales para el mejoramiento del sector 1
Fuente Propia, 2022

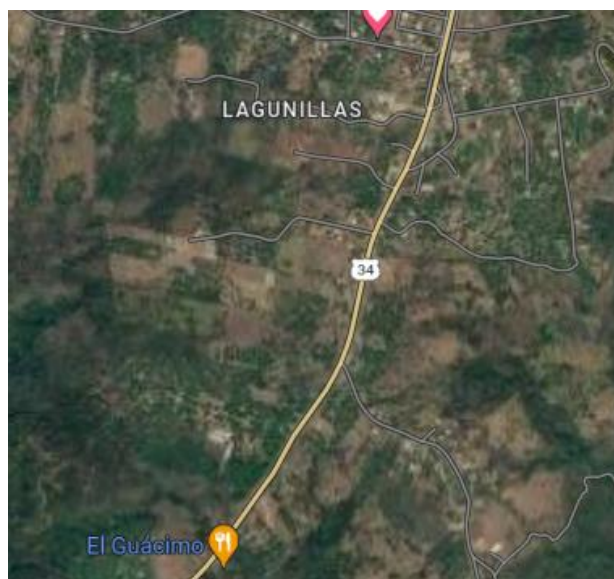
3.9.5.5.2. **Sector 2** Para este zona de la misma manera se implementaron los cambios de los diámetros que no cumplen con lo que estipula la Norma técnica para Diseño y construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial del AyA, por lo que, este sector es el que se ve mayormente modificado por la sustitución de los diámetros.

Propiamente la red de distribución de agua que se encuentra paralela a la ruta 34 mejor conocida como Costanera Sur, sustituyendo las tuberías que estaban en 38 mm se sustituyen por diámetros de 75 mm y las tuberías que estaban en 75 mm se sustituyen por diámetros de 100 mm.



*Ilustración 54 Sustitución de tuberías paralelas a la Ruta 34
Fuente Propia, 2022*

Como se puede ver en la siguiente imagen, la carretera Costanera Sur se puede apreciar de color amarillo.



*Ilustración 55 Ruta 34
Fuente Google Maps, 2022*

Por parte de la Calle al Tajo y la ruta 757 hacia San Jerónimo se realizó la sustitución de las tuberías de 25 mm, 38 mm y 50 mm por tuberías diámetros de 75 mm SDR 26. Por un lado, La calle al Tajo se ve representada con color rojo y se hicieron sustitución de los diámetros 25, 38 y 50 mm por los 75 mm, las tuberías que se encuentran paralela a la ruta 34 e ingresando a una zona donde se espera realizar un proyecto nuevo de casa se ve de color azul sustituyendo los diámetros 38 mm y 50 mm por 75 mm y por ultimo las tuberías que se encuentran en la ruta 757 se ven de color amarillo.

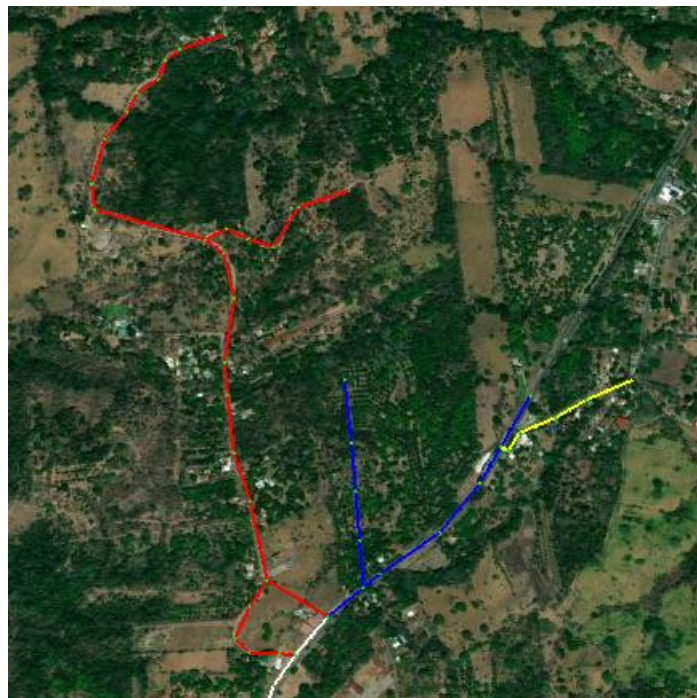


Ilustración 56 Sustitución de diámetros de Calle al Tajo y ruta 757
Fuente Propia, 2022

Las tuberías que se encuentran paralelo a la ruta 34 propiamente hacia sur, propiamente hacia el proyecto Montmar (círculo rojo) ubicado propiamente en las coordenadas 9.812259° , -84.596900° .



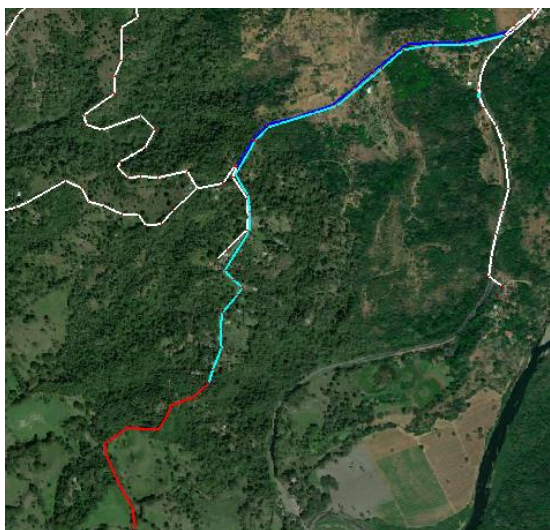
Ilustración 57 Proyecto Montmar
Fuente Propia, 2022

Tomando en cuenta la ubicación de este proyecto, se hizo la sustitución de las tuberías de 50 mm a 75 mm SDR 26 como se puede apreciar en la siguiente imagen:



*Ilustración 58 Sustitución de tubería hacia el proyecto Montmar
Fuente Propia, 2022*

En la siguiente imagen se puede apreciar la sustitución de los diámetros en la zona de Intermedios, las tuberías en color azul la anterior tenía un diámetro de 50 mm y fue sustituida por 100 mm, la turquesa de 38 mm y la roja de 25 mm se sustituyen por 75 mm SDR 75. Las tres sustituciones de los diámetros se toman en cuenta que por ser de alta presión se considera utilizar cedulas SCH 40 o SDR 26.



*Ilustración 59 Sustitución de diámetros en la zona de intermedios sector 2
Fuente Propia, 2022*

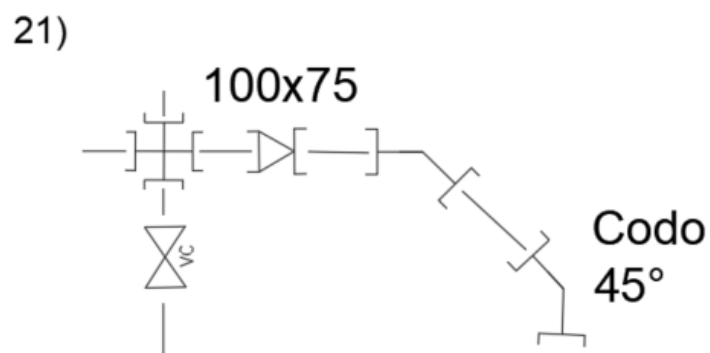
Por parte de accesorios en esta zona, se agregaron accesorios como: Codos 45° y 90°, Tee, válvula reguladora de presión, válvula de compuerta y válvula bola.

Claros ejemplos donde se realizaron sustitución de accesorios se encuentran propiamente entre la avenida Fernando Castro Cervantes y la ruta 34 en las coordenadas geográficas 9.870879°, -84.588459°.



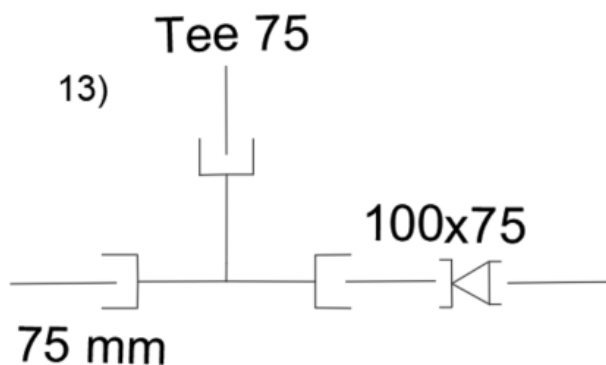
*Ilustración 60 Ubicación de accesorio 21
Fuente Propia, 2022*

El conjunto de accesorios numero 21 está conformado por una cruz de 100 mm, válvula de compuerta de 100 mm, reducción de 100 mm a 75 mm, dos codos de 45° con unión de tubería de 75 mm. Anteriormente, Se utilizaron diámetros como 38 mm lo cual se sustituyó por diámetros de 100 mm.



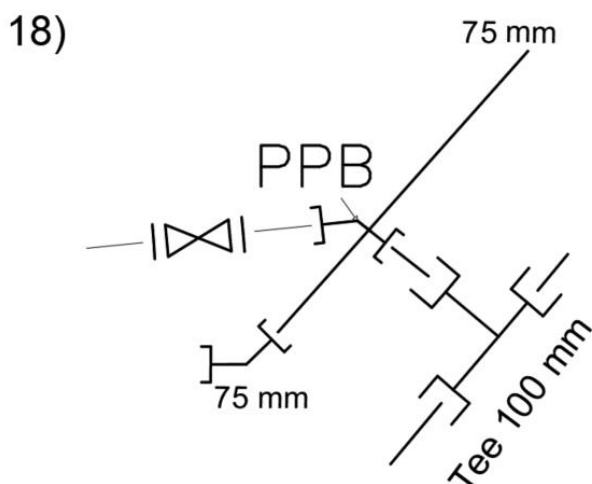
*Ilustración 61 Accesorio 21
Fuente Propia, 2022*

De la misma manera se implementa el accesorio 13 en las coordenadas 9.817881, -84.609639, implementando accesorios como Tee de 75 mm y reducción de 100 mm a 75 mm.



*Ilustración 62 Accesorio 13
Fuente Propia, 2022*

De los principales accesorios que sufrieron sustitución se ubica propiamente en la entrada en la zona de intermedios en las coordenadas 9.824605, 84.596171. Como se puede apreciar en la siguiente ilustración se implementan accesorios Tee de 100 mm que tiene paso por bajo de la tubería de 75 mm, ambos tuberías permiten el flujo del agua desde el tanque “Federico”, de la misma manera se implementa una válvula Unival de 100 mm



*Ilustración 63 Accesorio 18
Fuente Propia, 2022*

Tomando en cuenta que el sector dos es el mayor afectado por tema de presiones, se realiza el remplazo de las válvulas reguladoras de presión por elementos nuevos debido a la antigüedad de los accesorios y la implementación en las previstas que se realizaron y no se colocaron.

En total se tienen nueve válvulas reguladoras de presión que se puede observar en la siguiente tabla.

Accesorio	Diámetro	Ubicación	
		Latitud	Longitud
Válvula de Presión	75 mm	9.81371°	-84.640435°
Válvula de Presión		9.816422°	-84.639768°
Válvula de Presión		9.819000°	-84.625931°
Válvula de Presión		9.826768°	-84.625435°
Válvula de Presión		9.828264°	-84.617543°
Válvula de Presión		9.829668°	-84.616243°
Válvula de Presión		9.801423°	-84.614295°
Válvula de Presión		9.804912°	-84.615695°
Válvula de Presión		9.820351°	-84.585664°

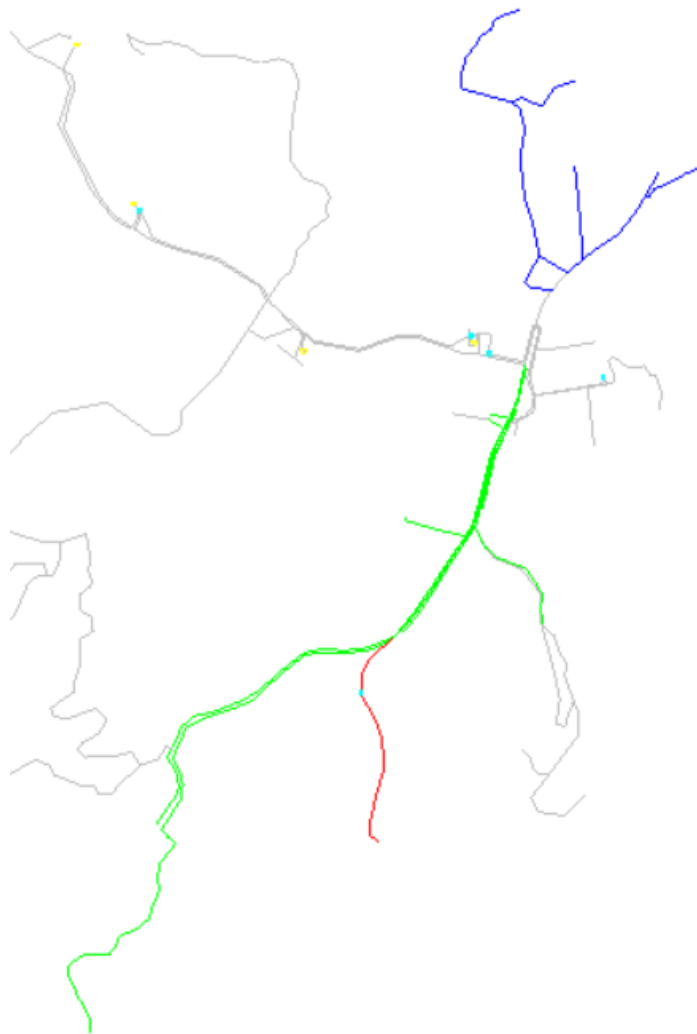
Tabla 27 Válvulas reguladoras de Presión
Fuente Propia, 2022

De la misma manera se requiere realizar la implementación de dos macromedidores en los diámetros de las tuberías posteriormente a la salida de los pozos, con el fin de obtener datos mes a mes y que de esta manera se logre recopilar los datos de la producción, por lo que se recomienda en gran medida que estos dispositivos de la siguiente tabla se implementen en un corto plazo.

Macromedidores				
Detalle	Costo	Ubicación		
		Latitud	Longitud	Lugar
Macromedidor Bermad MUT2300 4"	¢1,718,165.00	9.842506°	-84.591507°	Pozo Federico
Macromedidor Bermad MUT2300 4"	¢1,718,165.00	9.841948°	-84.601737°	Pozo Plaza

Tabla 28 Macromedidores del sector 2
Fuente Propia, 2022

El sector dos de este sistema de agua es el más grande donde mayor se ve la implementación de las diferentes mejoras en temas de sustitución de diámetros de las tuberías con tal de que cumplan lo estipulado por el AyA y sustitución de válvulas y accesorios, por lo que las mejoras se deben de plantear en plazos debido a la magnitud del sistema, en este caso la sustitución de los diámetros de las tuberías en color azul que indican la zona de “Calle al tajo”, “San Jerónimo” y color rojo el “Proyecto Montmar” para realizarlo en corto plazo y posteriormente para un largo plazo realizar la sustitución de los diámetros de todo el sector paralelo a la ruta 34 y parte de la zona de “Intermedios” que se puede apreciar en la siguiente imagen de color verde.



*Ilustración 64 Sustitución de ramales en plazos
Fuente Propia, 2022*

Se realiza la estimación de los costos de los materiales que se utilizan en este sector y se logra determinar lo que se observa en la siguiente tabla:

Costo de materiales para el mejoramiento del sector 2						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio unitario + 13%	Total	Total + 13%
Tubo de PVC sdr26 3" x 6 m	und	2873	₡8,199.05	₡91,375.19	₡228,393,201.16	₡262,520,920.87
Tubo de PVC sdr26 4" x 6 m	und	624	₡132,265.29	₡152,029.07	₡82,533,541.52	₡94,866,139.68
Codo liso PVC pres 4"x 90 SCH40	und	12	₡24,851.78	₡28,565.27	₡298,221.42	₡342,783.24
Codo liso PVC pres 3"x 90 BL SCH 40	und	2	₡15,314.73	₡17,603.14	₡30,629.46	₡35,206.28
Codo liso PVC pres 4"x 45 SCH 40	und	53	₡21,223.16	₡24,394.44	₡1,124,827.63	₡1,292,905.32
Codo liso PVC pres 3"x 45 BL SCH 40	und	244	₡16,260.47	₡18,690.20	₡3,967,555.66	₡4,560,408.80
Unión lisa PVC pres 4" BL SCH40	und	62	₡10,410.05	₡11,965.57	₡645,422.85	₡741,865.34
Unión lisa PVC pres 3" BL SCH 40	und	287	₡8,199.05	₡9,424.20	₡2,353,128.50	₡2,704,745.40
Tapón hembra liso PVC pres 3" BL SCH 40	und	9	₡6,492.39	₡7,462.52	₡58,431.53	₡67,162.68
Tapón hembra liso PVC pres 4" BL SCH 40	und	1	₡11,423.62	₡13,130.60	₡11,423.62	₡13,130.60
Tee lisa PVC pres 4" BL SCH 40	und	2	₡33,620.05	₡38,643.74	₡67,240.11	₡77,287.48
Tee lisa PVC pres 3" BL SCH 40	und	6	₡17,172.79	₡19,738.84	₡103,036.74	₡118,433.04
Válvula de Bola Bogadali A-622 TDL 3"	und	7	₡84,850.00	₡95,880.50	₡583,912.25	₡671,163.50
Válvula de compuerta Aleum ANSR-FF 3"	und	3	₡173,500.00	₡196,055.00	₡511,703.55	₡588,165.00
Válvula de compuerta Aleum ANSR-FF 4"	und	3	₡203,500.00	₡229,955.00	₡600,182.55	₡689,865.00
Válvula reguladora de presión 3"	und	9	₡554,046.45	₡636,835.00	₡4,986,418.05	₡5,731,515.00
Manómetro Glicerina 0 a 200 psi	und	3	₡25,404.00	₡29,200.00	₡76,212.00	₡87,600.00
Macromedidor Bermad MUT2300 4"	und	2	₡1,520,500.00	₡1,718,165.00	₡2,989,607.10	₡3,436,330.00
Reducción 100x75 SCH40	und	5	₡18,165.72	₡20,880.14	₡90,828.61	₡104,400.70
TOTAL					₡329,425,524.30	₡378,650,027.93

Tabla 29 Materiales para el mejoramiento del sector 2
Fuente Propia, 2022

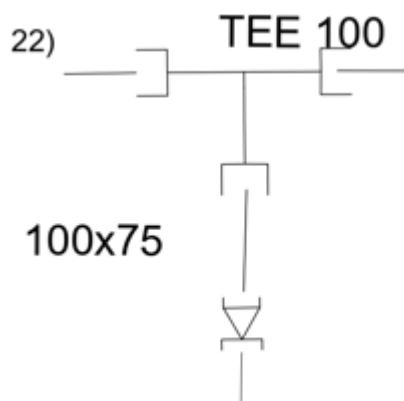
3.9.5.5.3. **Sector 3** Es importante recalcar este es el sector más pequeño de todo el sistema de la ASADA y los principales cambios realizados fueron:

La tubería principal de abastecimiento de agua sufre cambio de diámetro de 62 mm a 75 mm (rojo) y la única tubería de distribución que se cambia pasa de 50 mm a 75 mm (azul).



*Ilustración 65 Sustitución de Diámetro del sector 3
Fuente Propia, 2022*

Tomando en cuenta que se realizaron cambios de diámetros, se realizaron las sustituciones de los accesorios y válvulas con diámetros dando como resultado nuevas conexiones entre las tuberías como la de la siguiente ilustración que se ubican en las coordenadas 9.838908° , -84.587780° y 9.841703° , -84.587784° .



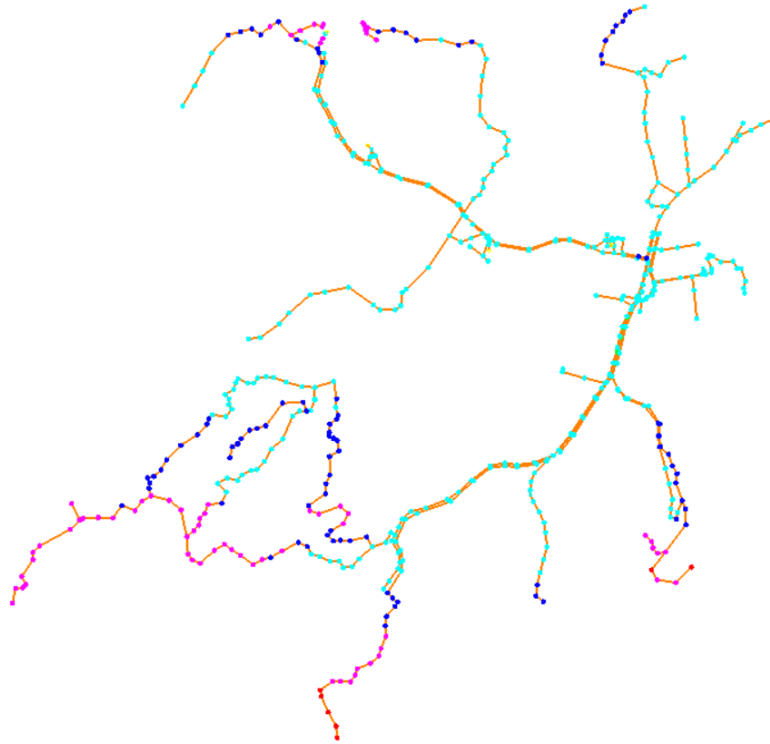
*Ilustración 66 Accesorio 22
Fuente Propia, 2022*

El mejoramiento de este sector se puede realizar en un corto plazo junto con las mejoras del sector 2 de corto plazo. Tomando en cuenta esto, se presentan los costos de los materiales para el mejoramiento de este sector.

Costo de materiales para el mejoramiento del sector 3						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio unitario + 13%	Total	Total + 13%
Tubo de PVC sdr26 3" x 6 m	und	238	₡10,410.05	₡91,375.19	₡18,920,146.84	₡21,747,295.22
Codo liso PVC pres 4"x 90 SCH40	und	5	₡24,851.78	₡28,565.27	₡124,258.92	₡142,826.35
Codo liso PVC pres 3"x 90 BL SCH 40	und	2	₡15,314.73	₡17,603.14	₡30,629.46	₡35,206.28
Codo liso PVC pres 4"x 45 SCH 40	und	4	₡21,223.16	₡24,394.44	₡84,892.65	₡97,577.76
Codo liso PVC pres 3"x 45 BL SCH 40	und	5	₡16,260.47	₡18,690.20	₡81,302.37	₡93,451.00
Unión lisa PVC pres 3" BL SCH 40	und	24	₡8,199.05	₡9,424.20	₡196,777.30	₡226,180.80
Tapón hembra liso PVC pres 3" BL SCH 40	und	3	₡6,492.39	₡7,462.52	₡19,477.18	₡22,387.56
Tapón hembra liso PVC pres 4" BL SCH 40	und	1	₡11,423.62	₡13,130.60	₡11,423.62	₡13,130.60
Tee lisa PVC pres 3" BL SCH 40	und	1	₡17,172.79	₡19,738.84	₡17,172.79	₡19,738.84
Válvula de Bola Bogadali A-622 TDL 3"	und	1	₡84,850.00	₡95,880.50	₡83,416.04	₡95,880.50
Válvula de compuerta Aleum ANSR-FF 4"	und	1	₡203,500.00	₡229,955.00	₡200,060.85	₡229,955.00
Manómetro Glicerina 0 a 100 psi	und	1	₡15,747.00	₡18,100.00	₡15,747.00	₡18,100.00
Macromedidor Bermad MUT2300 4"	und	1	₡1,520,500.00	₡1,718,165.00	₡1,494,803.55	₡1,718,165.00
Reducción 100x75 SCH40	und	2	₡18,165.72	₡20,880.14	₡36,331.44	₡41,760.28
TOTAL					₡21,316,440.02	₡24,501,655.19

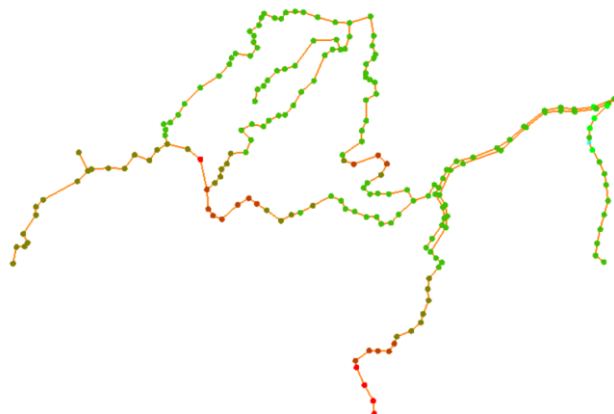
Tabla 30 Materiales para el mejoramiento del sector 3
Fuente Propia, 2022

Como se puede apreciar en la ilustración 67, el color rojo hace referencia a las altas presiones y el color verde a las presiones bajas por lo que se puede ver y consideradamente que realizando estos cambios las presiones en el sistema se encuentran de una mejor manera.



*Ilustración 67 Presiones en el sistema posteriormente a los cambios
Fuente Propia, 2022*

El sector que mayor daño sufría por las altas presiones como se indicaba era el sector 3 propiamente en la zona de “Intermedios”, posteriormente a la implementación de las mejoras se tiene presiones más favorables en este sector donde verde son valores aproximados a 10 mca hasta los 124 mca en color rojo.



*Ilustración 68 Altas presiones en la zona de Intermedios
Fuente Propia, 2022*

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

Como resultado de este trabajo final de graduación se logra obtener la información necesaria con el fin de poder el estado y la condición en la que se encuentra el sistema de agua potable de la ASADA de Lagunillas y Alto de Capulín.

Tal y como se ha podido comprobar el principal problema que presenta este sistema de abastecimiento de agua potable serían las altas y bajas presiones que están presentes en el sector 2, teniendo presiones en un rango entre -22 mca hasta los 162 mca, donde no se cumple con lo estipulado en la Norma técnica para Diseño y construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial del AyA indica que se debe de tener un valor entre 15 mca y 70 mca y produciendo grandes problemas en las tuberías ya que supera la resistencia de los materiales, por lo que se debe de realizar un aumento entre los diámetros 75 mm y los 100 mm o realizar la sustitución de las tuberías con materiales con cédula entre SDR 21 y 26 o SCH 40.

Se realizó los cálculos respectivos por medio de la herramienta Excel con el fin de poder obtener el balance respectivo para esta ASADA y se logra determinar diferentes factores como lo es la demanda, producción y población para un período de 15 años.

Se realizó las proyecciones a futuro de la población para la comunidad que hace uso de los servicios de la ASADA y se determina que el crecimiento de la población anual es de 2.6% y que la producción actual cuenta con la capacidad hídrica para nuevos servicios hasta el 2052 para un total de 3094 servicios, posteriormente se deben de realizar cambios al sistema para lograr cumplir los objetivos.

En cuanto a las visitas a campo y reuniones realizadas en estos meses se pudo comparar los modelos realizados en el programa WaterGEMS con respecto a las condiciones que se tienen en la vida real, logrando obtener mucha similitud entre ambas situaciones debido a que se puede denotar muchas características como lo es demandas y presiones de ambos, en este caso puede existir un grado de incertidumbre debido a que las presiones obtenidas se realizan de manera teórica y no práctica.

Se realizan los planos respectivos en el programa AutoCAD donde se detallan las modificaciones que se realicen con tal de poder cumplir con los requerimientos necesarios de la población que hace uso del sistema de agua potable.

En definitiva, a lo largo del desarrollo de este trabajo final de graduación se pudo comprobar las dificultades que conlleva realizar las modificaciones en un periodo corto debido a que es un sistema de distribución y abastecimiento de agua potable muy extenso.

4.2.Recomendaciones

Una vez realizada esta investigación durante estos meses se pueden presentar ciertas recomendaciones que ayuden a satisfacer los requerimientos necesarios con los que cuenta la población de este sector de Garabito.

En temporada seca y ante un eventual crecimiento de la población, se recomienda utilizar el caudal máximo que ofrece la naciente del sistema, ya que se están desperdiciando un total de 4,5 l/s de agua que se podrían estar utilizando en el sistema, siempre y cuando se respete lo estipulado por parte de la Dirección de Aguas del MINAE.

Se aconseja realizar un tipo de cerramiento en el lote donde se encuentra la naciente, debido a que los alambres de púas que se tienen en la actualidad se encuentran en muy mal estado, facilitando el acceso por ciertos sectores.

Se deben de realizar la respectiva limpieza de hierva, maleza, panales de abejas y hojas caídas de los árboles de las instalaciones donde se encuentran los pozos y tanques de almacenamiento.

Se debe de realizar un mejoramiento de la recopilación de datos debido a la falta de datos de producción, en este caso se debe de realizar periódicamente los aforos y denotar en un informe o bitácora los datos obtenidos de las fuentes de abastecimiento del sistema del acueducto.

Es necesario mejorar el dato del agua no contabilizada, por lo que se recomienda en gran medida implementar la macromedición en cada fuente de abastecimiento los tres sectores y que de esta manera mensualmente se logre la obtención de datos.

Se recomienda realizar plan de sustitución y de los micromedidores actuales que se encuentran en mal estado para evitar la afectación económica de la ASADA por la mala medición de lo que se factura mensualmente.

Se recomienda la sustitución de los manómetros de glicerina en mal estado que están presentes en los sistema de bombeo en los pozos por manómetros digitales.

Se recomienda realizar la sustitución de las tuberías que presentan diámetros menores a 75 mm debido a que la Norma Técnica Para Diseño Y Construcción De Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable, De Saneamiento Y Pluvial del 2017 del AyA indica que no se debe de usar diámetros menores a este.

Se aconseja realizar los cambios de diámetros pequeños en tuberías principales en los sectores 2 y 3 del sistema, con el fin de reducir las bajas presiones debido a la pérdida de fricción. Evitando de esta manera la limitación del crecimiento de la población por la baja cantidad de energía.

Se recomienda instalar válvulas reguladoras o sostenedores de presión en el sector 2 exactamente en la zona de “Intermedios” de tal manera que permita mejorar la presión operativa del sistema, debido a que al realizar las visitas a campo se observaron las prevista que no cumplen ninguna función y válvulas antiguas que ya cumplieron con su vida útil, afectando la función de regulación de presión en el sistema.

Para el sector de “Intermedios” se recomienda la sustitución de las tuberías por diámetros mayores o que soporten mayor presión nominal como por ejemplo tubería de cédula: SDR 21, SDR 26, SCH 40 y SCH 80.

Por último, en gran medida se le recomienda a la ASADA ver en detalles los resultados dados en el balance hídrico con el fin de poder implementar las medidas necesarias que permita optimizar el sistema ante un eventual crecimiento poblacional en la zona de Tárcoles.

Referencias bibliográficas

- FUNCAAGUA (2020). *Agua en el planeta*. <https://funcagua.org.gt/agua-en-el-planeta/#:~:text=La%20disponibilidad%20de%20agua%20promedio,de%20glaciares%2C%20nieve%20o%20hielo>.
- Uquillas L (2022, 29 marzo) 160 Millones sin acceso seguro al agua. <https://www.efeverde.com/noticias/latinoamerica-caribe-160-millones-no-acceso-seguro-agua/>
- Mora, K. (2020, 24 marzo). *El agua de Costa Rica aún tiene muchos retos y oportunidades, por. Hoy en el TEC*. <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2020/03/20/agua-costa-rica-aun-tiene-muchos-> E.F.E. (2022, 29 marzo). *Latinoamérica y Caribe, donde 160 millones de personas no tienen un acceso seguro al agua*. [elconfidencial.com. https://www.elconfidencial.com/medioambiente/agua/2022-03-30/acceso-al-agua-latinoamerica-caribe_3399819/retos-oportunidades-cumplir](https://www.elconfidencial.com/medioambiente/agua/2022-03-30/acceso-al-agua-latinoamerica-caribe_3399819/retos-oportunidades-cumplir)
- AyA (s.f.) *Guía rápida de medición y monitoreo de las presiones en red de distribución de acueductos rurales*
- Instituto Geológico y Minero de España (s.f.) *El agua al servicio humano*. https://www.igme.es/ZonaInfantil/MateDivul/guia_didactica/pdf_carteles/cartell1/CARTEL%201_1-6.pdf
- Barquero, A. (s. f.). *Agua en Costa Rica: Problemáticastica, logros y retos*. *Ambientico*. https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/15820/152_2-3.pdf
- PNUD (2019, 14 agosto) *Agua que da vida a la igualdad*. <https://www.undp.org/es/costa-rica/stories/agua-que-da-vida-la-igualdad>
- Hidroteco (2019, 15 noviembre) *Bomba centrífuga vs bomba periférica* <http://www.hidrotecocr.com/bomba-centrifuga-vs-bomba-periferica/>
- Municipalidad de Garabito (s.f.) *Distrito de Lagunillas* <https://www.munigarabito.go.cr/garabito/distritos#lagunillas>
- Ministerio de Salud, Instituto Costarricense de Acueducto y Alcantarillado, Organización Panamericana de la Salud, & Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. (2004, febrero). *Calidad del agua potable en Costa Rica: Situación actual y perspectiva*. BVS. <https://www.bvs.sa.cr/php/situacion/agua.pdf>
- ONU. (2021, 24 octubre). *Costa Rica, en busca del acceso universal al agua potable*. *Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1489822>

Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (2014) Conservación y uso sostenible del servicio ecosistémico agua.

<https://www.aya.go.cr/interactivo/materialDocentes/El%20Agua.pdf>

Instituto Costarricense de Turismo. (s. f.). Costa Rica recuperó en 2021 más del 50% del turismo que ingresó vía aérea previo a la pandemia. https://www.ict.go.cr/es/noticias-destacadas/2023-costa-rica-recupero-en-2021-mas-del-50-del-turismo-que-ingreso-via-aerea-previo-a-la-pandemia.html#:~:text=Lunes%2017%20de%20enero%2C%202022,se%20hab%20C3%ADa%20efectuado%20en%20diciembre.

FUNCAgua. (s. f.). Agua en el planeta. https://funcagua.org.gt/agua-en-el-planeta/#:~:text=La%20disponibilidad%20de%20agua%20promedio,de%20glaciares%2C%20nieve%20o%20hielo.

Servicio Geológico de Estados Unidos (2019, 25 octubre) La distribución del agua sobre, dentro y por encima de la Tierra. https://www.usgs.gov/media/images/distribution-water-and-above-earth

Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Mazatlan (s.f.) Distribución de Agua en el Planeta. http://jumapam.gob.mx/cultura-del-agua/distribucion-de-agua-en-el-planeta/#:~:text=El%2097.5%25%20del%20agua%20en,encuentra%20en%20un%20estado%20s%C3%B3lido.

Haléco Iberia (2021, 28 julio) Tanques de almacenamiento: tipos, materiales y usos. http://www.haleco.es/tanques-almacenamiento-tipos-materiales-usos/#:~:text=Un%20tanque%20de%20almacenamiento%20es,qu%C3%ADmico%20y%20petr%C3%B3leos%2C%20entre%20otros.

Eadic (2016, 10 agosto) Diseño de redes de agua potable. https://eadic.com/blog/entrada/disenio-de-redes-de-agua-potable/

SSWM (s.f.) Red de distribución comunitaria. https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/red-de-distribuci%C3%B3n-comunitaria#:~:text=El%20conjunto%20de%20ambas%20redes,(en%20forma%20de%20malla).

F. Ramírez (s.f) Tratamiento del Agua. http://www.elaguapotable.com/tratamiento_del_agua.htm

Hidrogeotecnia Ltda (2019, 15 marzo) Tipos de tubería en sistemas de agua potable. https://hidrogeotecnia.com/informacion/tipos-de-tuberia-en-sistemas-de-agua-

potable/#:~:text=A%20continuaci%C3%B3n%20se%20describen%20los,de%20tuber%C3%ADas%20de%20agua%20potable.&text=Son%20fabricadas%20por%20un%20proceso,de%20alta%20densidad%20(PEAD).

Ulla RothSCHuh Osorio (2022, 10 junio) Qué son las aguas superficiales: definición y ejemplos
<https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-superficiales-definicion-y-ejemplos-3944.html>

Camila A. Castillo Casas (2016, 15 noviembre) Perdida por fricción en tuberías.
<http://mecanicadefluidos-lab.blogspot.com/2016/11/perdidas-por-friccion-en-tuberia.html>

Paco Lopez Vera (2015, 14 octubre) Determinación de las pérdidas de carga
<https://es.slideshare.net/PacoLpezVera/prdidias-de-carga-friccionales>

Luis Roberti Pérez (s.f.) Coducción por Gravedad <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/conducci%C3%B3n-por-gravedad>

DATUM Ingeniería (2022) WaterGEMS <https://datuming.com/producto/watergems/>

Danahé San Juan (s.f.) Golpe de Ariete. Consecuencias y prevenciones.
<https://0grados.com/golpe-de-ariete-consecuencias-y-prevenciones/>

Agustin Saldarriaga (s.f.) Líneas de Conducción por bombeo

Darner Mora y Ana Mata (2003, diciembre) Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de aguas residuales

Evio Alegret Breña y Yaset Martínez Valdés (2019) coeficiente de Hazel-Williams en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa.
<https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=googleSCHolar&id=GALE|A612580282&v=2.1&it=r&sid=IFME&asid=16f53486>

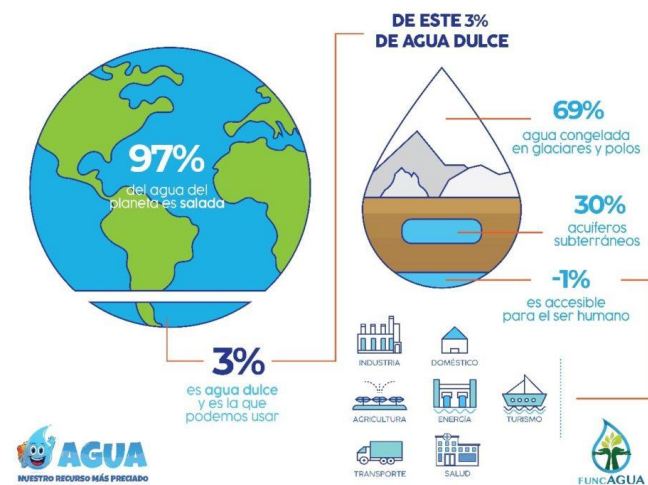
Anexos



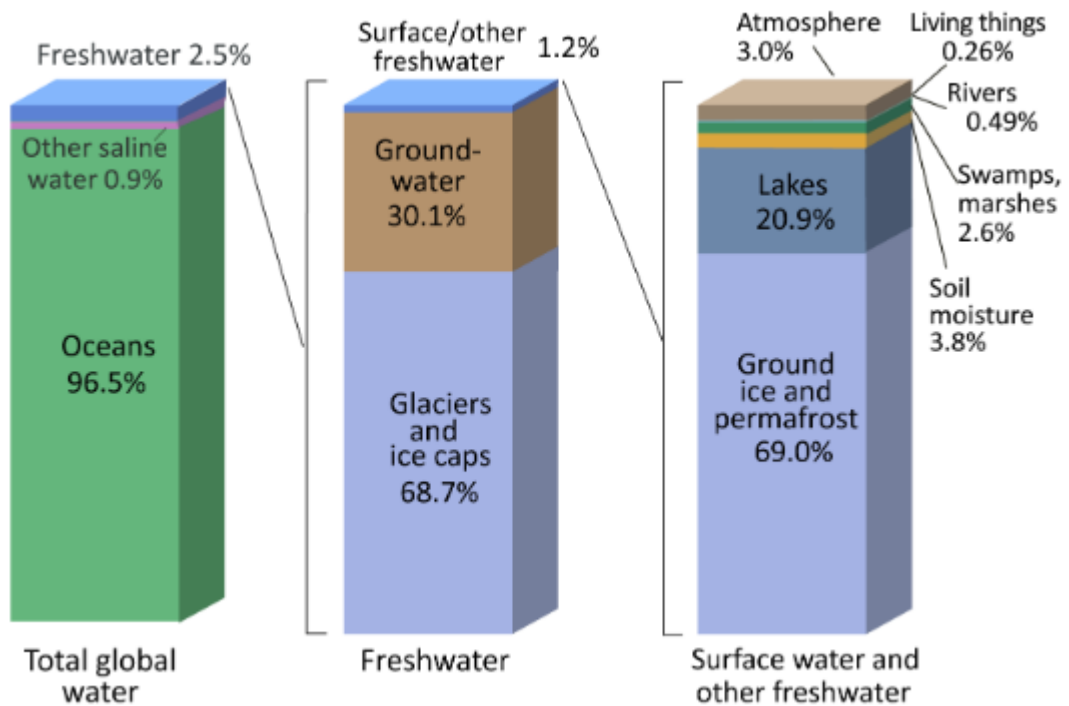
Anexo 1: Estado Actual de Costa Rica en Agua Potable y saneamiento
Fuente: AyA

AGUA EN EL PLANETA

El agua, es el elemento más importante en la Tierra, está por todas partes, en las nubes, en la humedad del ambiente, en ríos, lagos y océanos, debajo de la tierra, dentro de plantas y animales, incluso, dentro de nosotros.



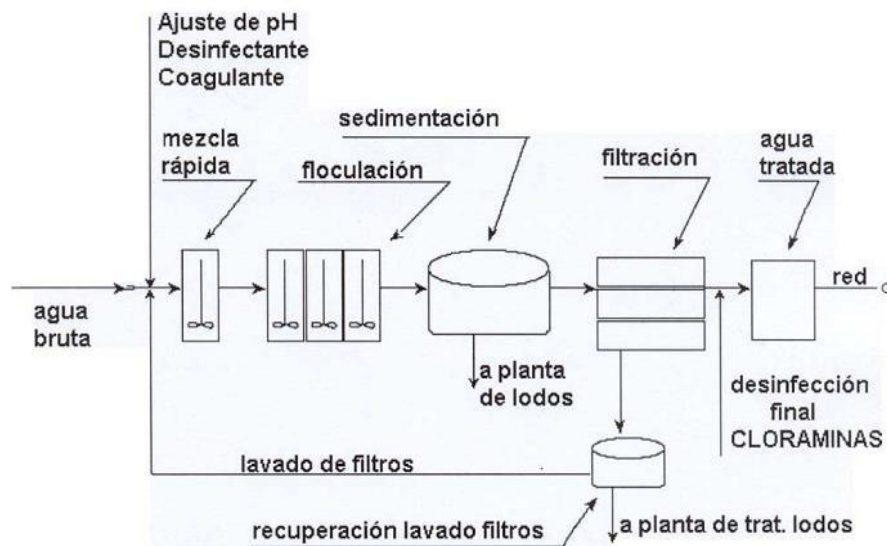
Anexo 2 Agua en el planeta
Fuente: FUNCAGUA



Anexo 3: Distribución del agua sobre y dentro de la tierra

Fuente: Servicio Geológico de Estados Unidos

ESQUEMA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO



Anexo 4: Esquema de tratamiento de Aguas

Fuente: F. Ramírez



Volumen de reserva para incendios			
Tamaño de la población (l/s)	caudal de incendio (l/s)	duración del incendio (h)	volumen de almacenamiento (m ³)
5000 a 15000	8	3	90
15000 a 30000	16	3	170
30000 a 60000	24	3	260
60000 a 120000	40	4	580
120000 a 200000	48	4	690
200000 a 300000	64	4	920

Anexo 5: Volumen de Reserva de Incendios
Fuente: AyA, 2017

Ecuaciones para el calculo del factor de fricción

El factor de fricción de Darcy – Weisbach, tiene una gran importancia en el diseño de tuberías ya que mediante la misma podremos calcular la pérdida de carga, para su calculo se debe aplicar alguna de las siguientes ecuaciones. Las cuales se encuentran en función del numero de Reynolds, la rugosidad del material «ε» (m) y el diámetro «D» (m).

Para flujos laminares

Re < 2300

$$f = \frac{64}{Re}$$

Para flujos en transición

2300 < Re < 4000

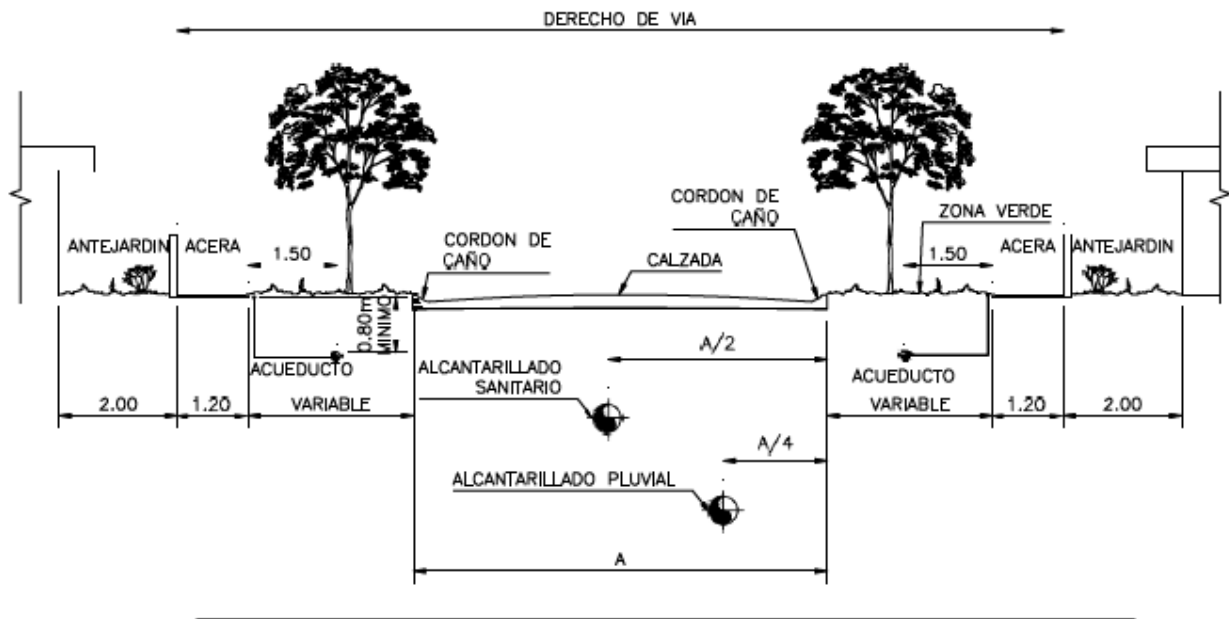
$$f = \frac{1}{(1,81 \cdot \text{Log } Re - 1,5)^2}$$

Para flujos turbulentos

Re > 4000

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{\frac{\epsilon}{D}}{3,71} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{\epsilon}{3,71 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$



Anexo 7 Ubicación de Tubería
Fuente AyA, 2018

División Industrial

FICHA TÉCNICA



ACCUTAB

(Hipoclorito de Calcio tableta de 3")

Tableta de 3" de Cloro inorgánico con el 65% mínimo de Cloro Activo, de color blanco ligeramente grisáceo.

Agente bactericida y algicida para aplicaciones industriales y en alimentos.

Características y beneficios

- ▶ Mantiene mayor estabilidad a diferente pH.
- ▶ Excelente desinfectante, en sistemas de agua e industria alimenticia.
- ▶ Remueve residuos orgánicos.
- ▶ No baja el pH o reduce la Alcalinidad.
- ▶ No contiene estabilizadores.
- ▶ Elimina el olor a Ácido Sulfidrico (Huevo podrido).

Anexo 8 Sistema Accu-Tab
Fuente Spingrup, 2018

Provincia, cantón y distrito	Población ^{1/}			Viviendas					Viviendas colectivas
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Viviendas individuales			Promedio de ocupantes ^{2/}	
					Total	Ocupadas	Desocupadas		
Garabito	17 229	8 644	8 585	10 061	10 060	5 313	4 747	3.2	1
Jacó	11 685	5 814	5 871	6 611	6 610	3 634	2 976	3.2	1
Tárcoles	5 544	2 830	2 714	3 450	3 450	1 679	1 771	3.3	-

*Anexo 9 Población de Cantón de Garabito, Puntarenas
Fuente INEC, 2011*

Durman®

FT Tubería Tipo SDR

Descripción

Tubería de PVC para conducción de agua potable.

Presentación

Tubería PVC

Diámetros de ½ a 18 pulgadas

Empaque Rieber incorporado o campana cementada

La presión de trabajo varía de acuerdo al SDR

Norma de referencia ASTM D 2241

Aplicaciones y consideraciones básicas

- Este producto es utilizado solamente para sistemas de distribución agua.
- No es apto para la distribución de gases o aire comprimido.

Normas de producto

- Norma ASTM D 2241
- NSF STD 14-61 (si el cliente lo requiere)

Características generales

- Fácil instalación
- Químicamente inerte
- No produce olores ni sabores
- Libres de plomo
- Apariencia uniforme

Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Diam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)					
		SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
12	21,34±0,10	...	...	...	...	...	1,57+0,09
18	26,67±0,10	...	...	...	1,52+0,09	1,57+0,09	1,98+0,12
25	33,40±0,13	...	...	1,52+0,09	1,60+0,10	1,96+0,12	2,46+0,15
31	42,16±0,13	1,18+0,07	1,52+0,09	1,63+0,10	2,01+0,12	2,49+0,15	3,12+0,19
38	48,26±0,15	1,18+0,07	1,52+0,09	1,85+0,11	2,29+0,14	2,84+0,17	3,58+0,21
50	60,32±0,15	1,47+0,09	1,85+0,11	2,31+0,14	2,87+0,17	3,56+0,21	4,47+0,27
62	73,02±0,18	1,78+0,11	2,24+0,13	2,79+0,17	3,48+0,21	4,29+0,26	5,41+0,32
75	88,90±0,20	2,16+0,13	2,74+0,16	3,43+0,21	4,24+0,25	5,23+0,31	6,58+0,39
100	114,30±0,23	2,79+0,17	3,51+0,21	4,39+0,26	5,44+0,33	6,73+0,40	8,46+0,51
150	168,28±0,28	4,11+0,25	5,18+0,31	6,48+0,39	8,03+0,48	9,91+0,59	12,47+0,75
200	219,08±0,38	5,33+0,32	6,73+0,40	8,43+0,51	10,41+0,62	12,90+0,77	...
250	273,05±0,38	6,65+0,40	8,41+0,50	10,49+0,63	12,98+0,78	16,05+0,96	...
300	323,85±0,38	7,90+0,47	9,96+0,60	12,45+0,75	15,39+0,92	19,05+1,14	...
375	388,62±0,41	9,47+0,57	11,96+0,72	14,94+0,90	18,49+1,11	...	...
450	457,20±0,48	11,15+0,67	14,07+0,84	17,58+1,05	21,77+1,31	26,90+1,61	...

Presión nominal de trabajo a 23 °C

	SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
psi	100	125	160	200	250	315
Kg/cm ²	7,03	8,93	11,25	14,06	17,58	22,15
kPa	690	862	1103	1379	1724	2172





Tanques de Almacenamiento

Especificaciones Técnicas

- Material: Polietileno de alta densidad.
- Color: Negro y Blanco.
- Tapa: 18".
- Estándar o de acuerdo a necesidades del cliente.
- Tanque de acuerdo a densidad almacenada.
 - Estándar 1.00 - 1.20 kg / dm³.
 - Reforzado 1.21 - 1.50 kg / dm³.
 - Doble Reforzado 1.51 - 1.90 kg / dm³.

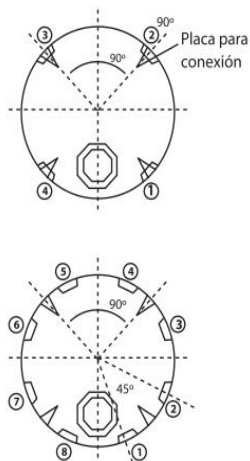


Cuadro de capacidades

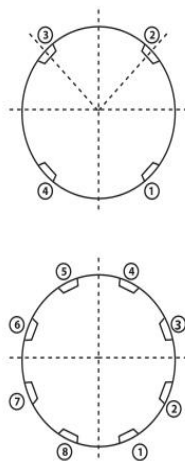
Descripción	Altura (A)	Diámetro (B)	Placa (D)	Ø Tapa (C)	Peso
TAN - 2 500 L	1.76 m	1.55 m	0.20 m	18"	50 kg
TAN - 5 000 L	1.77 m	2.20 m	0.20 m	18"	85 kg
TAN - 5 001 L	2.34 m	1.83 m	0.20 m	18"	85 kg
TAN - 10 000 L	3.10 m	2.20 m	0.20 m	18"	200 kg
TAN - 10 000 L*	2.70 m	2.40 m	0.20 m	18"	200 kg
*Esta medida aplican para planta Monterrey.					
TAN - 15 000 L	3.80 m	2.40 m	0.20 m	18"	400 kg
TAN - 22 000 L	3.52 m	3.00 m	0.20 m	18"	400 kg
TAN - 25 000 L	3.90 m	3.00 m	0.20 m	18"	500 kg

Tolerancia general +/- 5cm

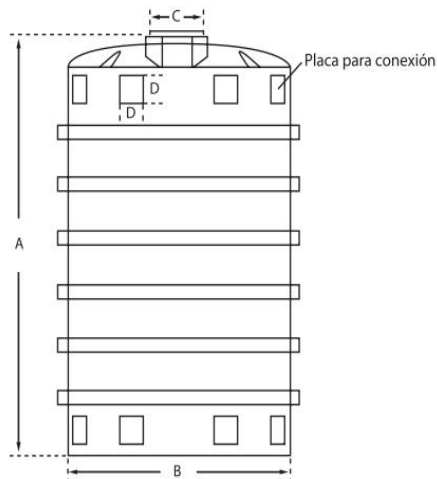
Vistas Superiores



Vistas Inferiores



Vista Frontal



© Rotoplas, 2016. Cualquier modificación física al diseño del producto o uso diferente al especificado invalida el respaldo de la garantía brindada por Rotoplas.



Almacenamiento

www.distribuidornacional.com
01 800 0016 500

• Innovación • Calidad • Garantía



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



01 800 0016 500

www.distribuidornacional

Dinámica en Soluciones
HIDRÁULICA ESPECIALIZADA

RS-VEN-08-FO

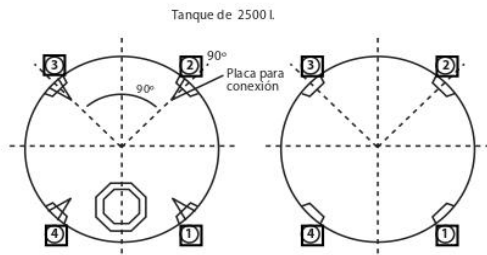
TANQUE DE ALMACENAMIENTO

MARQUE EN LA ILUSTRACIÓN CON "X" LA (S) UBICACIÓN (ES) DONDE DESEA LA (S) CONEXIÓN (ES)

VISTA SUPERIOR

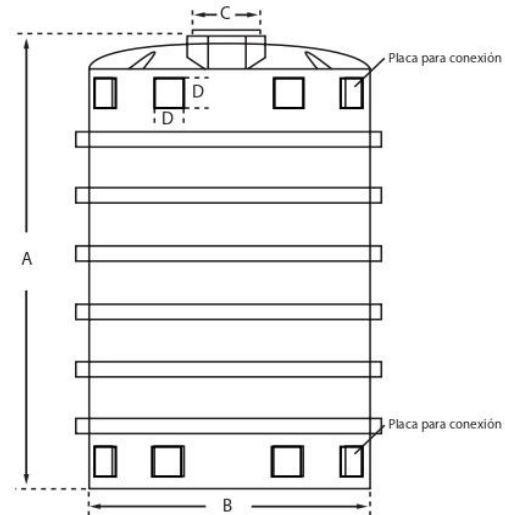
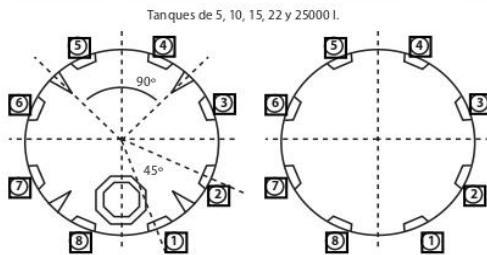
VISTA INFERIOR

VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR

VISTA INFERIOR



CUADRO DE REFERENCIAS Y MEDIDAS

ANOTACIONES Y FIRMAS

-
-
-
-
-
-
-
-

DESCRIPCION	A	B	C	D	PESO	
TAN-2500 lt.	1.75 m	1.55 m	18"	0.20 m	50 kg.	
TAN-5001 lt.	2.34 m	1.83 m	18"	0.20 m	85 kg.	
TAN-5000 lt.	1.77 m	2.20 m	18"	0.20 m	85 kg.	
TAN-10000 lt.	3.10 m	2.20 m	18"	0.20 m	200 kg.	
TAN-10000*lt.	2.70 m	2.40 m	18"	0.20 m	200 kg.	
* estas medidas aplican para planta Monterrey						
TAN-15000 lt.	3.80 m	2.40 m	18"	0.20 m	400 kg.	
TAN-22000 lt.	3.52 m	3.00 m	18"	0.20 m	400 kg.	
TAN-25000 lt.	3.90 m	3.00 m	18"	0.20 m	500 kg.	
						NOMBRE Y FIRMA DEL CLIENTE

PARA USO EXCLUSIVO DE ROTOPLAS

* Consulte nuestra guía de resistencias químicas

PEDIDO	Capacidad (litros)		Número de conexiones
	* Sustancia o material a almacenar		
FOLIO	* Densidad (sustancia)		Tipo de conexiones
	* Concentración % (sustancia)		
ARTICULO	* Temperatura máxima (sustancia)		Estándar <input type="radio"/> Ref. 20% <input type="radio"/> Ref. 40% <input type="radio"/>
	* Pared del tanque		
PIEZAS	Color		Otros accesorios
	Tipo de tapa		



	HORMIGÓN CAMISA	HORMIGÓN PRETENS.	AMIANTO CEMENTO	PVC	POLIETIL.	ACERO	FUNDIC. DÚCTIL
FRAGILIDAD	SI AL TRANSPOR.	SI A LAS RANURAS	POSIBLE ROTURA POR FLEXIÓN	SI A LOS CHOQUES	NO	NO	NO
RESISTENCIA A LA PRESIÓN	<15 bar	< 15 bar	< 15 bar	< 15 bar	< 10 bar	< 100 bar	< 27 bar
PROTECCIÓN CATÓDICA	BUENA, SALVO CORRIENTE VAGABUN.	BUENA, SALVO CORRIENTES VAGABUN.	BUENA.	BUENA.	BUENA.	NECESITA PROTEC. ESPECIAL.	BUENA, SALVO TERR. AGRE-
FACILIDAD DE REPARACIÓN MODIFICAC.	DIFÍCIL	MUY DIFÍCIL.	FÁCIL	FÁCIL	FÁCIL	BASTANTE FÁCIL	FÁCIL
NORMALIZ. DE PIEZAS ESPECIALES	BAJO PEDIDO	BAJO PEDIDO	DEPENDE DE LA GAMA DE PRESIONES	SI, EN PVC O EN FUNDICIÓN	SI, LIMITADA A PEQUEÑAS PRESIONES	SI	SI
TIPOS DE JUNTAS	MANGUITO ANILLO O SOLD.	JUNTA DE CAUCHO	SUPERSIMPL GIBault O RK	MANGUITO DE CAUCHO	RACOR ENROSCADO SOLDADO	SOLDADURA AL ARCO	CAUCHO
PESO (facilidad de transporte)	ELEVADO	ELEVADO	DISCRETO	ESCASO	ESCASO A MEDIO	ELEVADO A MEDIO	MEDIO
LONGITUDES CORRIENTES	3 A 5 METROS	3 A 5 METROS	5 METROS	5 A 6 METROS	CARRETES DE HASTA	6 METROS	6 METROS
RUGOSIDAD	BUENA	BUENA	BUENA	MUY BUENA	MUY BUENA	BASTANTE BUENA	BUENA, (REVEST. DE MORT.)
LOCALIZAC. ELECTROMAG.	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI
COMENTARIOS	Sólo para grandes diámetros	Aducciones y grandes diámetros.	φ ext. variable según la clase de presión.	Las piezas especiales de fundición precisan un hilo de	Para acometidas principalm.	Necesita envoltura exterior e interior.	Reune las ventajas del acero y fundic.

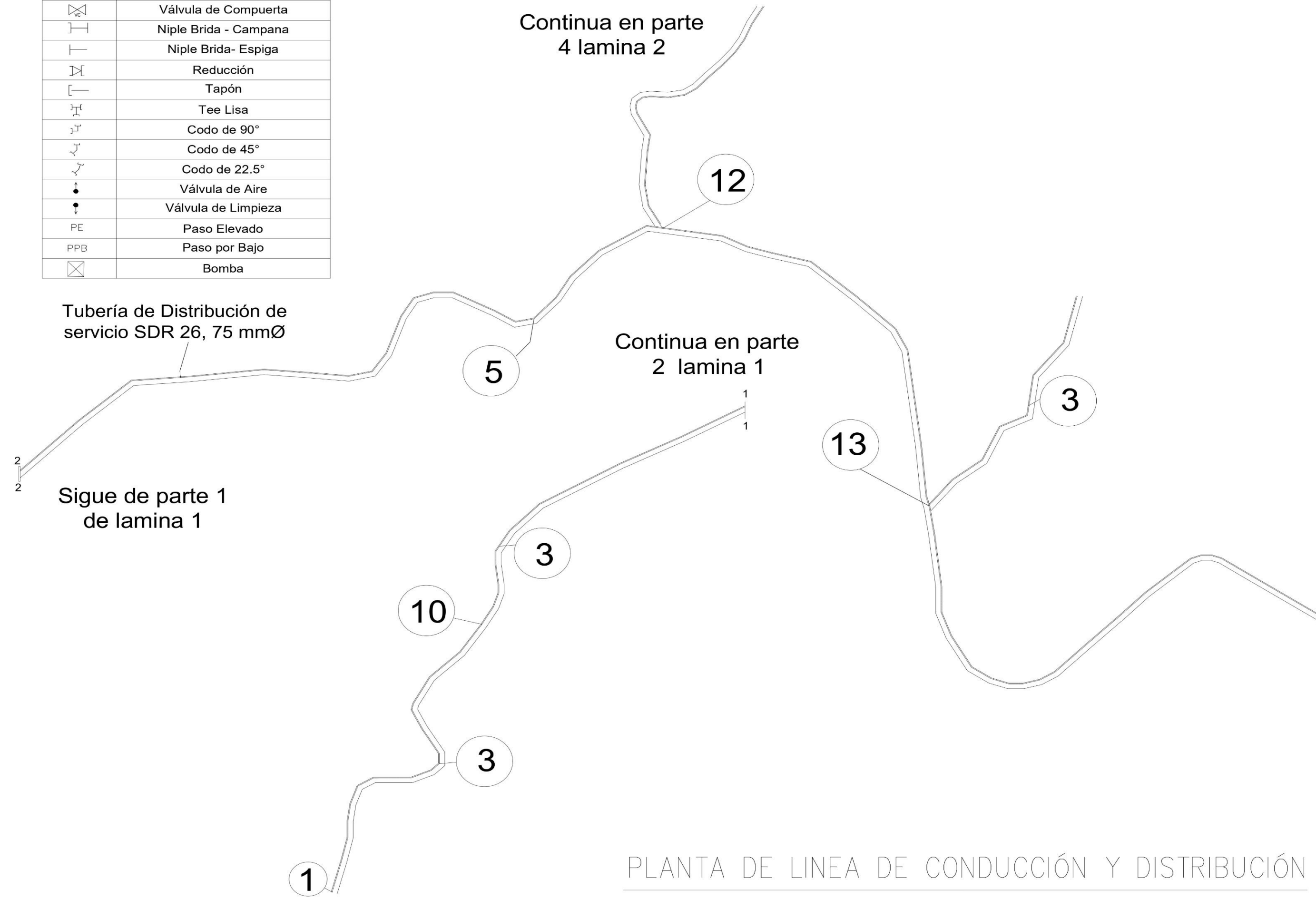
Tuberías de la Zona 2							
Numero	Tubería	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro antiguo	Diámetro nuevo	Material antiguo	Material nuevo
257	P-113	J-112	J-90	25	75	PVC	PVC
742	P-353	J-354	J-355	25	75	PVC	PVC
744	P-354	J-355	J-356	25	75	PVC	PVC
746	P-355	J-356	J-357	25	75	PVC	PVC
748	P-356	J-357	J-358	25	75	PVC	PVC
750	P-357	J-358	J-359	25	75	PVC	PVC
752	P-358	J-359	J-360	25	75	PVC	PVC
754	P-359	J-360	J-361	25	75	PVC	PVC
756	P-360	J-361	J-362	25	75	PVC	PVC
758	P-361	J-362	J-363	25	75	PVC	PVC
1156	P-542	J-363	J-547	25	75	PVC	PVC
1158	P-543	J-547	J-548	25	75	PVC	PVC
1197	P-115(1)	J-553	J-113	25	75	PVC	PVC
1198	P-115(2)	J-79	J-553	25	75	PVC	PVC
1201	P-114(1)	J-555	J-112	25	75	PVC	PVC
1202	P-114(2)	J-113	J-555	25	75	PVC	PVC
183	P-76	J-38	J-75	38	75	PVC	PVC
185	P-77	J-75	J-76	38	75	PVC	PVC
187	P-78	J-76	J-77	38	75	PVC	PVC
247	P-108	J-97	J-107	38	75	PVC	PVC
249	P-109	J-107	J-108	38	75	PVC	PVC
251	P-110	J-108	J-109	38	75	PVC	PVC
253	P-111	J-109	J-110	38	75	PVC	PVC
255	P-112	J-110	J-111	38	75	PVC	PVC
677	P-320	J-4	J-323	38	75	PVC	PVC
679	P-321	J-323	J-324	38	75	PVC	PVC
683	P-323	J-325	J-326	38	75	PVC	PVC
685	P-324	J-326	J-327	38	75	PVC	PVC
687	P-325	J-327	J-328	38	75	PVC	PVC
689	P-326	J-328	J-329	38	75	PVC	PVC
691	P-327	J-329	J-330	38	75	PVC	PVC
694	P-329	J-330	J-331	38	75	PVC	PVC
698	P-331	J-333	J-332	38	75	PVC	PVC
700	P-332	J-333	J-334	38	75	PVC	PVC
706	P-335	J-336	J-337	38	75	PVC	PVC
712	P-338	J-339	J-340	38	75	PVC	PVC
714	P-339	J-340	J-341	38	75	PVC	PVC
716	P-340	J-164	J-342	38	75	Polietileno	PVC
718	P-341	J-342	J-343	38	75	Polietileno	PVC
720	P-342	J-343	J-344	38	75	Polietileno	PVC
722	P-343	J-344	J-345	38	75	Polietileno	PVC
724	P-344	J-345	J-346	38	75	Polietileno	PVC
728	P-346	J-347	J-348	38	75	PVC	PVC
730	P-347	J-348	J-349	38	75	PVC	PVC
732	P-348	J-349	J-350	38	75	PVC	PVC
734	P-349	J-350	J-351	38	75	PVC	PVC
736	P-350	J-351	J-352	38	75	PVC	PVC
738	P-351	J-352	J-353	38	75	PVC	PVC
740	P-352	J-353	J-354	38	75	PVC	PVC
767	P-365	J-366	J-368	38	75	PVC	PVC
769	P-366	J-368	J-369	38	75	PVC	PVC
771	P-367	J-369	J-370	38	75	PVC	PVC
773	P-368	J-370	J-371	38	75	PVC	PVC
777	P-370	J-373	J-372	38	75	PVC	PVC
779	P-371	J-374	J-373	38	75	PVC	PVC
781	P-372	J-375	J-374	38	75	PVC	PVC
783	P-373	J-376	J-375	38	75	PVC	PVC
785	P-374	J-377	J-376	38	75	PVC	PVC
786	P-375	J-341	J-377	38	75	PVC	PVC
985	P-464	J-337	J-339	38	75	PVC	PVC
986	P-465	J-334	J-336	38	75	PVC	PVC
995	P-322(1)	J-324	J-474	38	75	PVC	PVC
996	P-322(2)	J-474	J-325	38	75	PVC	PVC
997	P-468	J-473	J-474	38	75	PVC	PVC
1000	P-469	J-475	J-476	38	75	PVC	PVC
1001	P-470	J-476	J-325	38	75	PVC	PVC
1013	P-474	J-482	J-481	38	75	PVC	PVC
1015	P-475	J-483	J-482	38	75	PVC	PVC
1017	P-476	J-484	J-483	38	75	PVC	PVC
1021	P-477	J-485	J-484	38	75	PVC	PVC
1026	P-479	Tanque 2 Federico	J-487	38	75	PVC	PVC
1028	P-480	J-487	J-488	38	75	PVC	PVC
1030	P-481	J-488	J-489	38	75	PVC	PVC
1032	P-482	J-489	J-490	38	75	PVC	PVC
1034	P-483	J-490	J-491	38	75	PVC	PVC
1067	P-330(1)	J-331	J-506	38	75	PVC	PVC
1068	P-330(2)	J-506	J-332	38	75	PVC	PVC
1324	P-565	J-372	J-366	38	75	PVC	PVC
1325	P-566	J-371	J-347	38	75	PVC	PVC
1328	P-568	J-471	J-575	38	75	PVC	PVC
1330	P-569	J-575	J-576	38	75	PVC	PVC
1332	P-570	J-576	J-577	38	75	PVC	PVC
992	P-467	J-15	J-472	38	75	PVC	PVC
1023	P-478	J-84	J-486	38	75	PVC	PVC
166	P-68	J-38	J-68	50	75	PVC	PVC
168	P-69	J-68	J-69	50	75	PVC	PVC
170	P-70	J-69	J-70	50	75	PVC	PVC
172	P-71	J-70	J-71	50	75	PVC	PVC
174	P-72	J-71	J-72	50	75	PVC	PVC
181	P-75	J-72	J-549	50	75	PVC	PVC
197	P-83	J-81	J-82	50	75	PVC	PVC
199	P-84	J-82	J-83	50	75	PVC	PVC
201	P-85	J-83	J-84	50	75	PVC	PVC

Sigue...

Continua...

Numero	Tubería	Nodo Inicial	Nodo Final	Diámetro antiguo	Diámetro nuevo	Material antiguo	Material nuevo
205	P-87	J-85	J-86	50	75	PVC	PVC
207	P-88	J-86	J-87	50	75	PVC	PVC
209	P-89	J-87	J-88	50	75	PVC	PVC
211	P-90	J-88	J-89	50	75	PVC	PVC
213	P-91	J-80	J-90	50	75	PVC	PVC
215	P-92	J-90	J-91	50	75	PVC	PVC
217	P-93	J-91	J-92	50	75	PVC	PVC
219	P-94	J-92	J-93	50	75	PVC	PVC
221	P-95	J-93	J-94	50	75	PVC	PVC
223	P-96	J-94	J-95	50	75	PVC	PVC
225	P-97	J-95	J-96	50	75	PVC	PVC
227	P-98	J-96	J-97	50	75	PVC	PVC
229	P-99	J-97	J-98	50	75	PVC	PVC
231	P-100	J-98	J-99	50	75	PVC	PVC
233	P-101	J-99	J-100	50	75	PVC	PVC
235	P-102	J-100	J-101	50	75	PVC	PVC
237	P-103	J-101	J-102	50	75	PVC	PVC
239	P-104	J-102	J-103	50	75	PVC	PVC
243	P-106	J-104	J-105	50	75	PVC	PVC
343	P-156	J-154	J-155	50	75	Polietileno	PVC
345	P-157	J-155	J-156	50	75	Polietileno	PVC
347	P-158	J-156	J-157	50	75	Polietileno	PVC
349	P-159	J-157	J-158	50	75	Polietileno	PVC
351	P-160	J-158	J-159	50	75	Polietileno	PVC
353	P-161	J-159	J-160	50	75	Polietileno	PVC
355	P-162	J-160	J-161	50	75	Polietileno	PVC
357	P-163	J-161	J-162	50	75	Polietileno	PVC
359	P-164	J-162	J-163	50	75	Polietileno	PVC
674	P-318	J-322	J-154	50	75	Polietileno	PVC
846	P-403	J-407	J-408	50	75	PVC	PVC
848	P-404	J-408	J-409	50	75	PVC	PVC
852	P-405	J-409	J-410	50	75	PVC	PVC
865	P-120(1)	J-117	J-417	50	75	PVC	PVC
866	P-120(2)	J-417	J-118	50	75	PVC	PVC
1004	P-471	J-478	J-477	50	75	PVC	PVC
1006	P-472	J-479	J-478	50	75	PVC	PVC
1019	P-82(1)	J-80	J-485	50	75	PVC	PVC
1038	P-485	J-492	J-493	50	75	PVC	PVC
1040	P-486	J-493	J-494	50	75	PVC	PVC
1042	P-487	J-494	J-495	50	75	PVC	PVC
1046	P-489	J-496	J-497	50	75	PVC	PVC
1048	P-490	J-497	J-498	50	75	PVC	PVC
1050	P-491	J-498	J-499	50	75	PVC	PVC
1052	P-492	J-499	J-500	50	75	PVC	PVC
1054	P-493	J-500	J-501	50	75	PVC	PVC
1056	P-494	J-501	J-502	50	75	PVC	PVC
1058	P-495	J-502	J-503	50	75	PVC	PVC
1060	P-496	J-503	J-504	50	75	PVC	PVC
1062	P-497	J-504	J-505	50	75	PVC	PVC
1064	P-498	J-495	Tanque Quiebra gradiente	50	75	PVC	PVC
1065	P-499	Tanque Quiebra gradiente	J-496	50	75	PVC	PVC
1167	P-402(2)	J-566	J-407	50	75	PVC	PVC
1204	P-105(1)	J-103	J-556	50	75	PVC	PVC
1205	P-105(2)	J-556	J-104	50	75	PVC	PVC
1311	P-165(1)	J-163	J-573	50	75	Polietileno	PVC
1321	P-165(2)(1)	J-573	J-574	50	75	Polietileno	PVC
1322	P-165(2)(2)	J-574	J-164	50	75	Polietileno	PVC
1326	P-567	J-322	J-492	50	75	PVC	PVC
1335	P-402(1)(1)	R-3	PMP-6	50	75	PVC	PVC
1336	P-402(1)(2)	PMP-6	J-566	50	75	PVC	PVC
1069	P-500	J-506	J-479	50	75	PVC	PVC
1266	P-553	J-84	J-85	50	75	PVC	PVC
1267	P-554	J-485	J-81	50	75	PVC	PVC
580	P-273	PMP-4	J-275	62	75	PVC	PVC
582	P-274	J-275	J-276	62	75	PVC	PVC
584	P-275	J-276	J-277	62	75	PVC	PVC
586	P-276	J-277	J-278	62	75	PVC	PVC
588	P-277	J-278	J-279	62	75	PVC	PVC
612	P-288	J-292	J-291	62	75	PVC	PVC
614	P-289	J-293	J-292	62	75	PVC	PVC
975	P-458	Tanque 2 Federico	J-291	62	75	PVC	PVC
1233	P-290(1)	J-293	T-6	62	75	PVC	PVC
1234	P-290(2)	T-6	PMP-4	62	75	PVC	PVC

SIMBOLOGÍA GENERAL	
	Carretera
	Puente o Alcantarilla
	Tanque de almacenamiento
	Tanque Grandiente
	Pozo
	Tubería de Distribución Existente
	Tubería de Impulsión
	Valvula de Alivio
	Válvula de Compuerta
	Niple Brida - Campana
	Niple Brida- Espiga
	Reducción
	Tapón
	Tee Lisa
	Codo de 90°
	Codo de 45°
	Codo de 22.5°
	Válvula de Aire
	Válvula de Limpieza
	Paso Elevado
	Paso por Bajo
	Bomba



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

E S C A L A 1:2000

Lamina # 1

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULÍN DE GARABITO.

PROPIETARIO:

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
PUNTARENAS	GARABITO	TARCOLES

RESPONSABLE DEL DIBUJO

DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

LOGO

INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO

PROPIETARIO
N° CATASTRO
MATRÍCULA

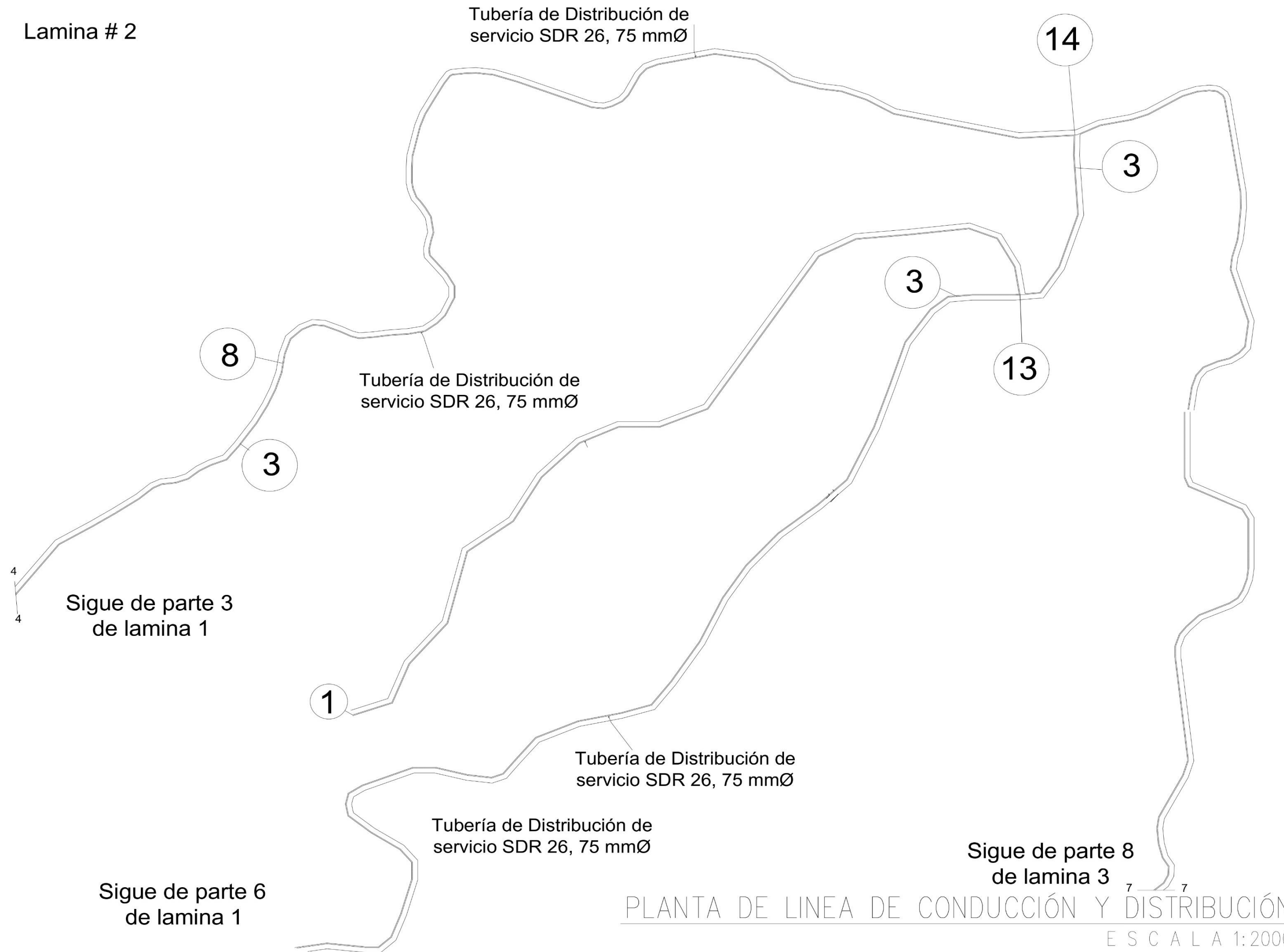
CONTENIDO:

INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	1/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MISMO.

Lamina # 2



PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULÍN DE GARABITO.

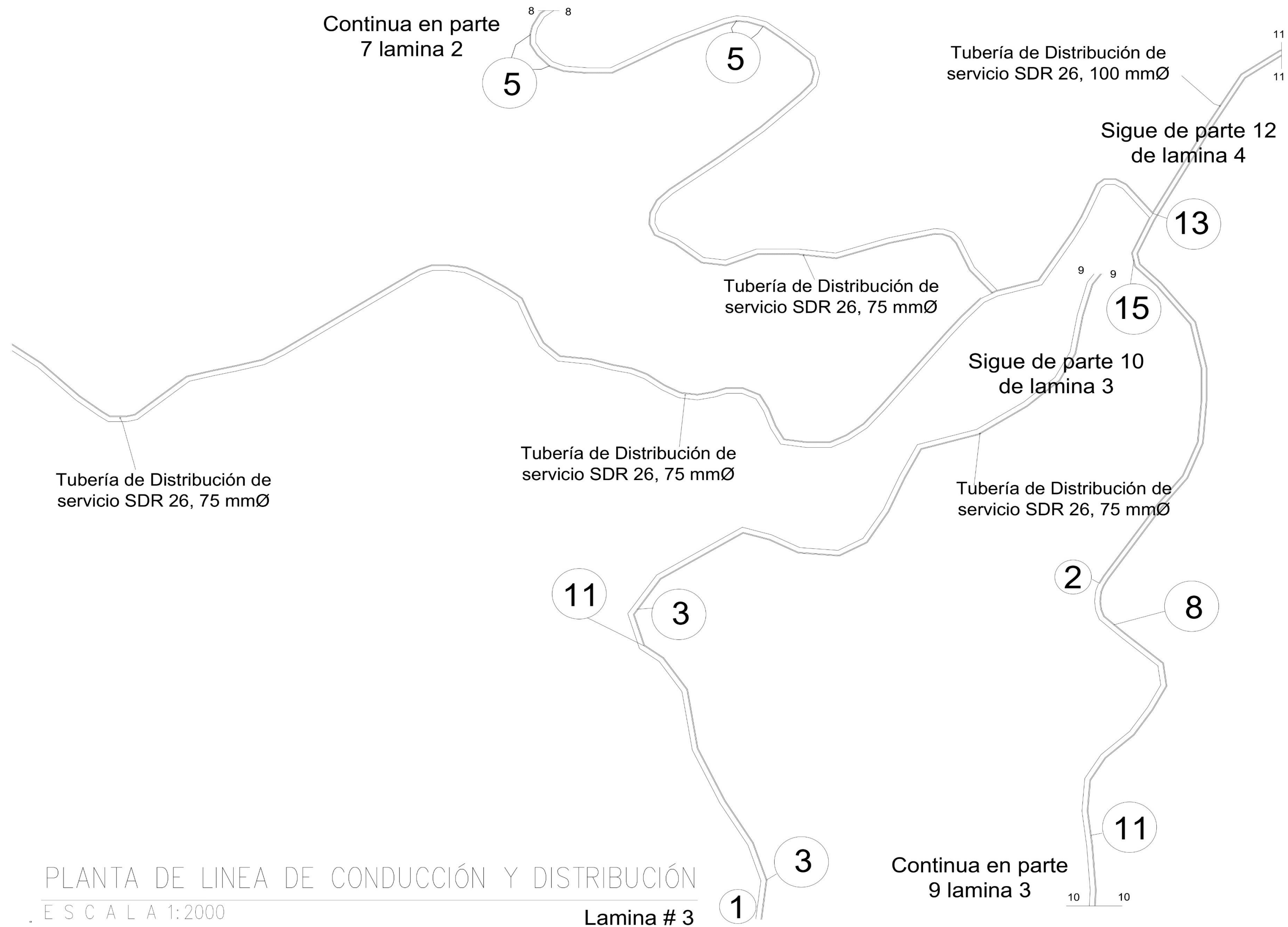
PROPIETARIO:
PROVINCIA PUNTARENAS CANTÓN GARABITO DISTRITO TARCOLES
RESPONSABLE DEL DIBUJO:
DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

LOGO:
INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO
PROPIETARIO:
N° CATASTRO:
MATRICULA:

CONTENIDO:
INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	2/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MISMO.



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
E S C A L A 1:2000
Lamina # 3

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULÍN DE GARABITO.

PROPIETARIO:

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
PUNTARENAS	GARABITO	TARCOLES

RESPONSABLE DEL DIBUJO
DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

LOGO

INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO

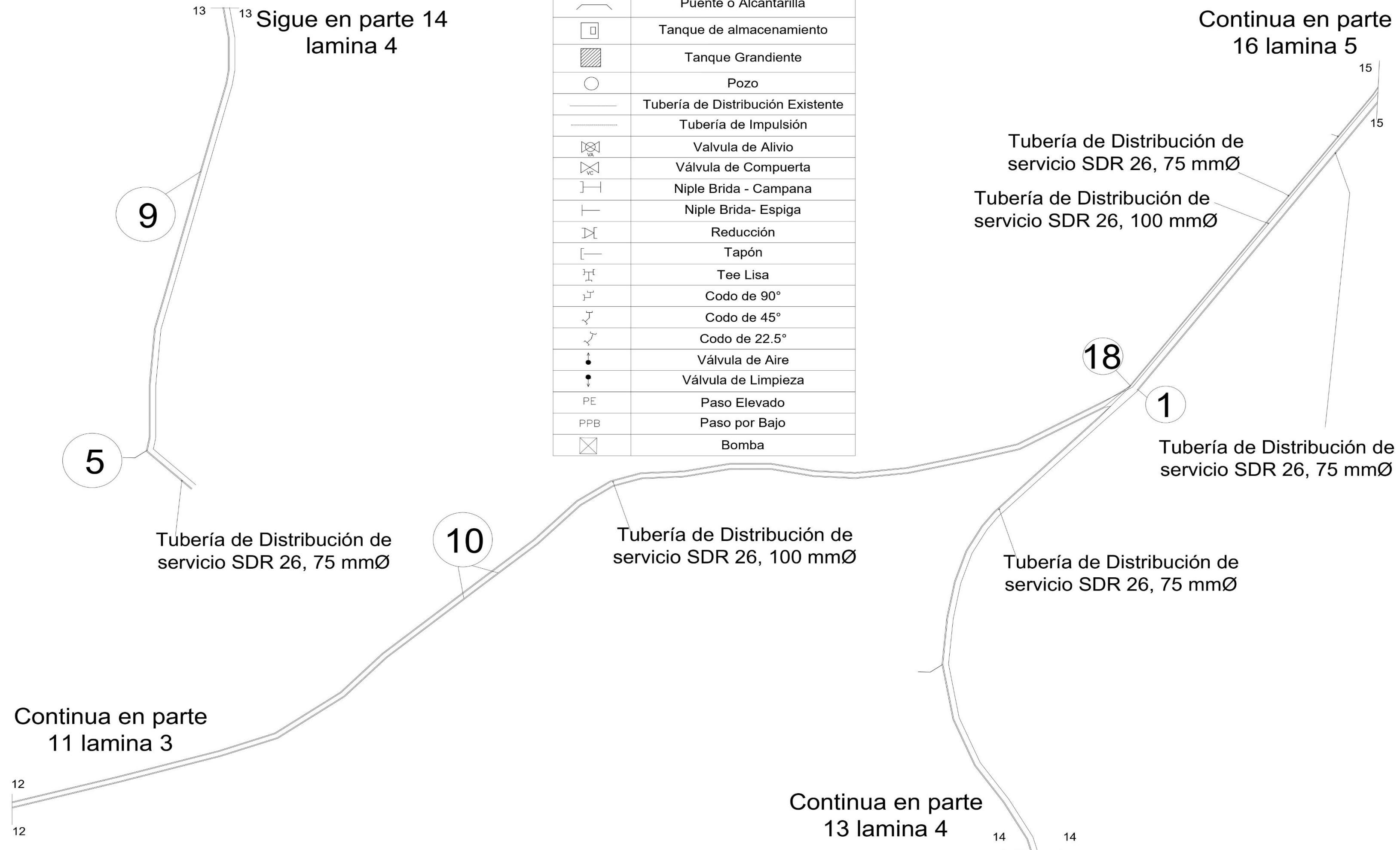
PROPIETARIO
N° CATASTRO
MATRICULA

CONTENIDO:
INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	3/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MISMO.

Lamina # 4



SIMBOLOGÍA GENERAL	
	Carretera
	Puente o Alcantarilla
	Tanque de almacenamiento
	Tanque Grandiente
	Pozo
	Tubería de Distribución Existente
	Tubería de Impulsión
	Valvula de Alivio
	Válvula de Compuerta
	Niple Brida - Campana
	Niple Brida- Espiga
	Reducción
	Tapón
	Tee Lisa
	Codo de 90°
	Codo de 45°
	Codo de 22.5°
	Válvula de Aire
	Válvula de Limpieza
PE	Paso Elevado
PPB	Paso por Bajo
	Bomba

PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:2000

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA
RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE DE LA ASOCIACIÓN
ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO
RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE
CAPULÍN DE GARABITO.

PROPIETARIO:

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
PUNTARENAS	GARABITO	TARCOLES

RESPONSABLE DEL DIBUJO

DARYL CÉSPEDES RUIZ
201.80110264

LOGO

INFORMACION REGISTRO PUBLICO

PROPIETARIO

N° CATASTRO
MATRICULA

CONTENIDO:

INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	4/12

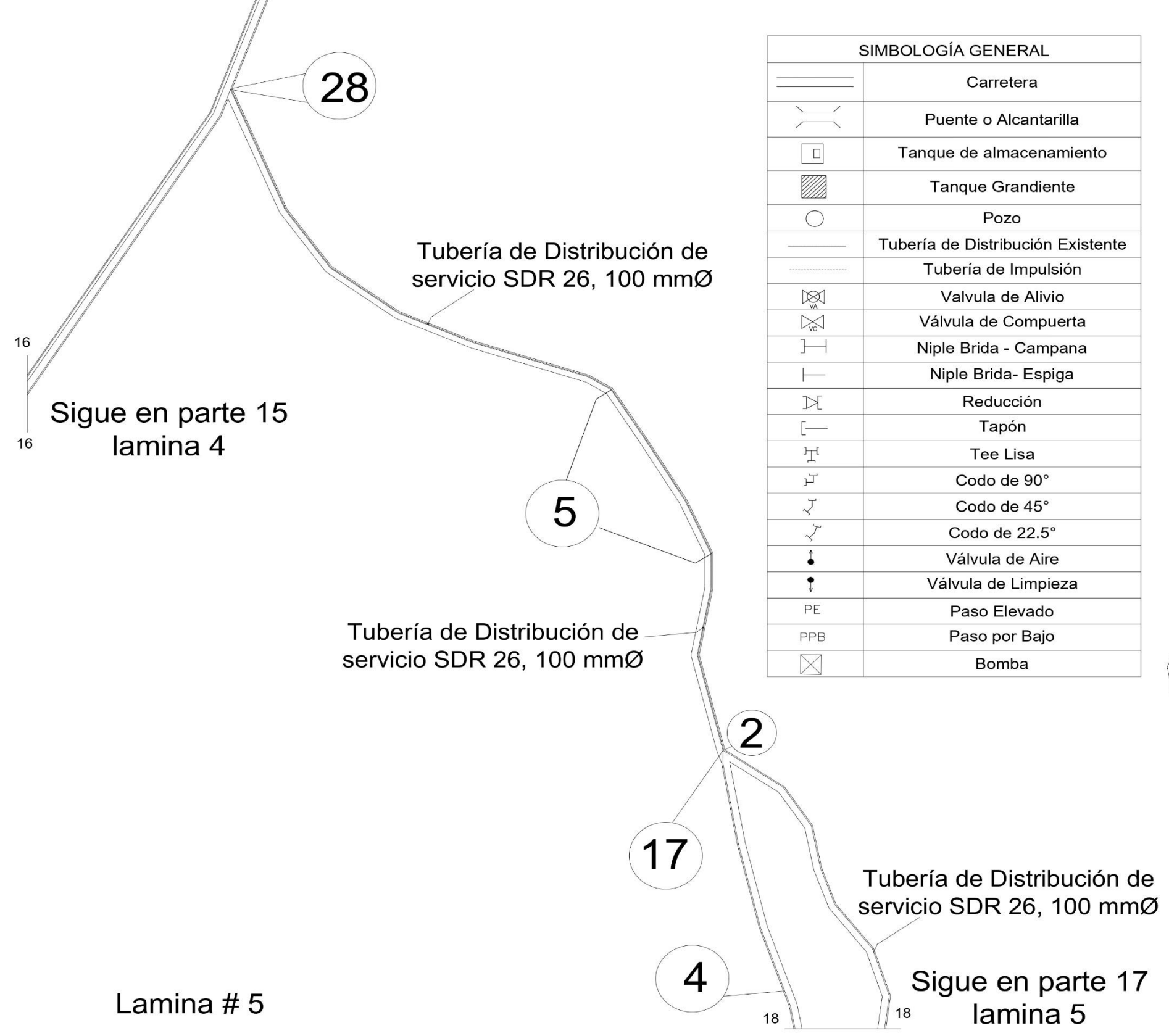
ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MISMO.

Continua en parte 20 lamina 6

PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

E S C A L A 1:2000

Continua en parte 18 lamina 5



SIMBOLOGÍA GENERAL	
	Carretera
	Puente o Alcantarilla
	Tanque de almacenamiento
	Tanque Grandiente
	Pozo
	Tubería de Distribución Existente
	Tubería de Impulsión
	Válvula de Alivio
	Válvula de Compuerta
	Niple Brida - Campana
	Niple Brida- Espiga
	Reducción
	Tapón
	Tee Lisa
	Codo de 90°
	Codo de 45°
	Codo de 22.5°
	Válvula de Aire
	Válvula de Limpieza
	Paso Elevado
	Paso por Bajo
	Bomba

Sigue en parte 15 lamina 4

Lamina # 5

Tubería de Distribución de servicio SDR 26, 100 mmØ

Sigue en parte 17 lamina 5

Tubería de Distribución de servicio SDR 26, 100 mmØ

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULIN DE GARABITO.

PROPIETARIO:
[PROVINCIA] [CANTÓN] [DISTRITO]
[PUNTARENAS] [GARABITO] [TARCOLES]

RESPONSABLE DEL DIBUJO:
DARYL CÉSPEDES RUIZ
[20180110264]

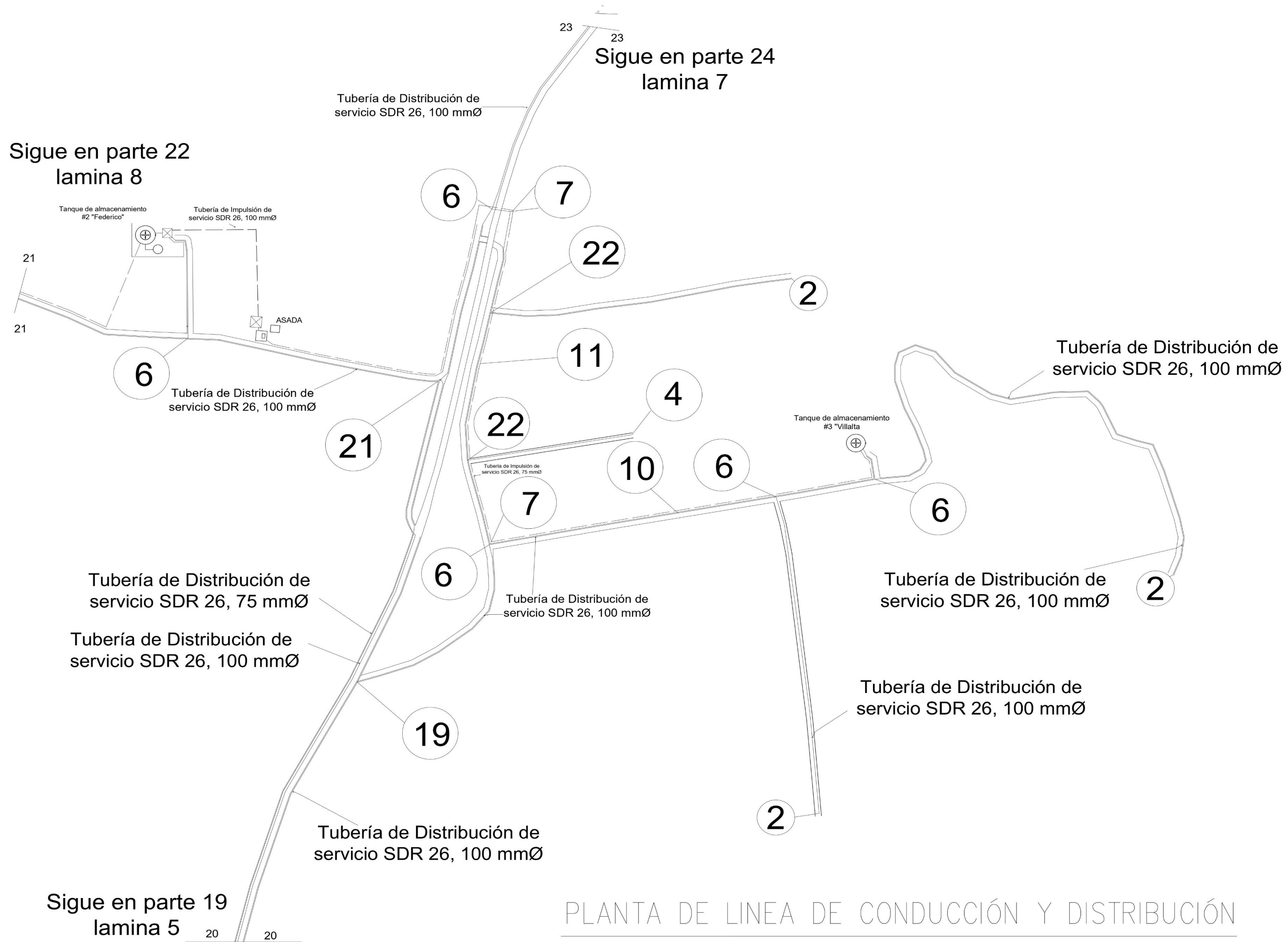
LOGO:
INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO

PROPIETARIO:
[N° CATASTRO]
[MATRÍCULA]

CONTENIDO:
INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	5/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL USUARIO.



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

E S C A L A 1:2000

Lamina # 6

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULÍN DE GARABITO.

PROPIETARIO:

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
PUNTARENAS	GARABITO	TARCOLES

RESPONSABLE DEL DIBUJO

DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

LOGO

INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO

PROPIETARIO

N° CATASTRO

MATRICULA

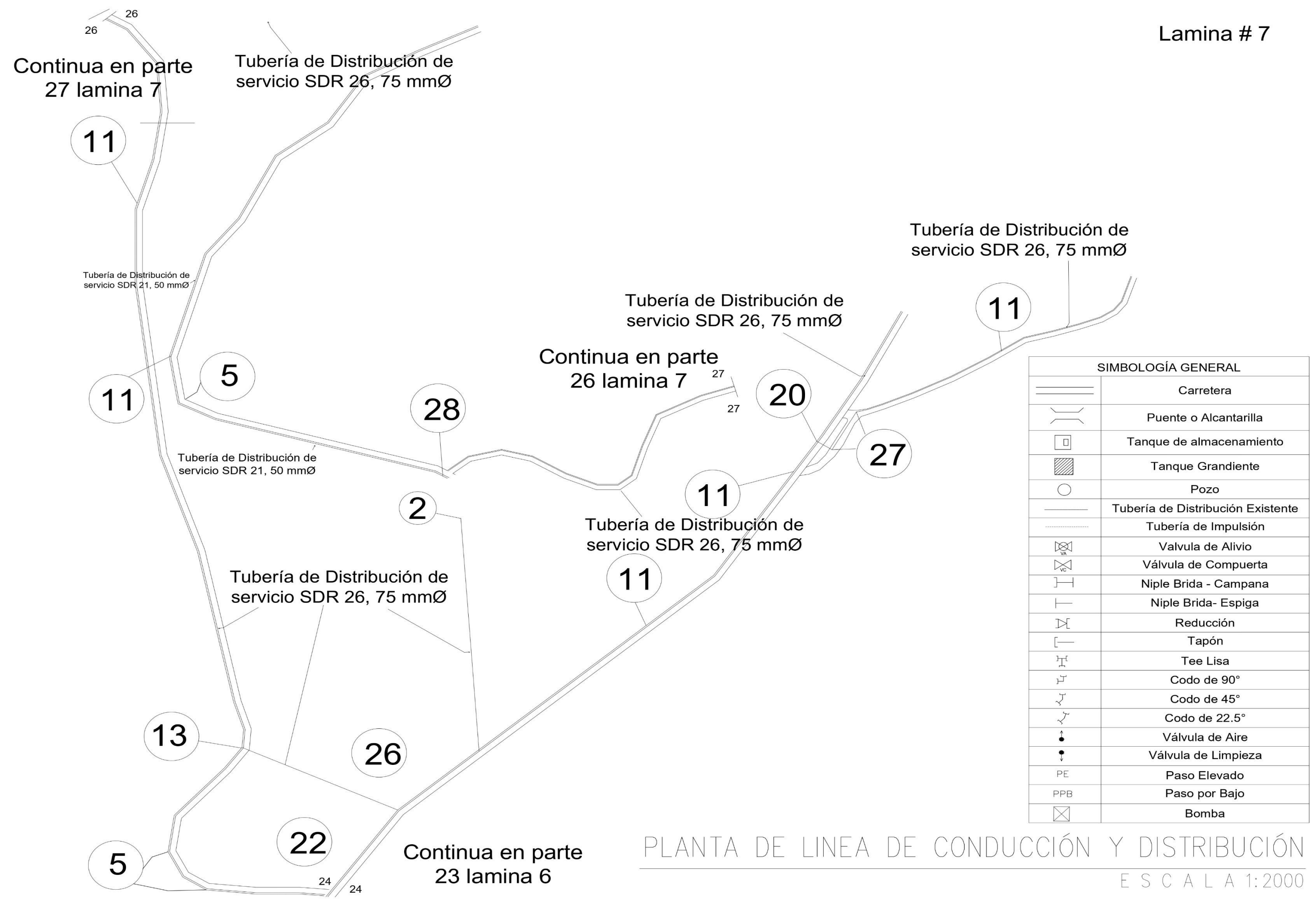
CONTENIDO:

INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	4/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MISMO.

Lamina # 7



SIMBOLOGÍA GENERAL	
	Carretera
	Puente o Alcantarilla
	Tanque de almacenamiento
	Tanque Grandiente
	Pozo
	Tubería de Distribución Existente
	Tubería de Impulsión
	Válvula de Alivio
	Válvula de Compuerta
	Niple Brida - Campana
	Niple Brida - Espiga
	Reducción
	Tapón
	Tee Lisa
	Codo de 90°
	Codo de 45°
	Codo de 22.5°
	Válvula de Aire
	Válvula de Limpieza
	Paso Elevado
	Paso por Bajo
	Bomba

PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
E S C A L A 1:2000

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULIN DE GARABITO.

PROPIETARIO:
PROVINCIA PUNTARENAS CANTON GARABITO DISTRITO TARCOLES
RESPONSABLE DEL DIBUJO:
DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

LOGO

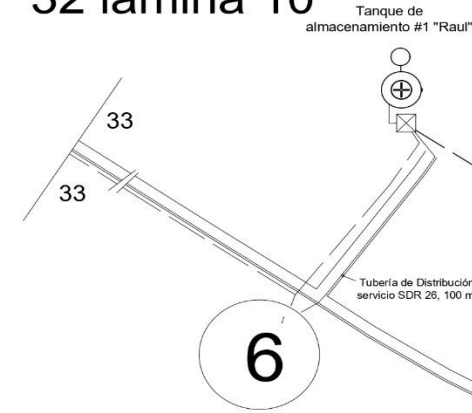
INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO
PROPIETARIO
N° CATASTRO
MATRICULA

CONTENIDO:
INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	7/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MISMO.

Continua en parte
32 lamina 10



Tubería de Impulsión de servicio SDR 26, 100 mmØ

Lamina # 8

Continua en parte
34 lamina 9

Tubería de Distribución de servicio SDR 26, 75 mmØ

Tubería de Distribución de servicio SDR 26, 100 mmØ

Sigue en parte 31
lamina 8

25

Tubería de Impulsión de servicio SDR 26, 100 mmØ

Continua en parte
28 lamina 8

Tubería de Distribución de servicio SDR 26, 75 mmØ

23

24

22

Tubería de Distribución de servicio SDR 26, 75 mmØ

Sigue en parte 29
lamina 8

2

Continua en parte
21 lamina 6

Continua en parte
30 lamina 8
Lamina # 8

PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:1700

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULÍN DE GARABITO.

PROPIETARIO:

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
PUNTARENAS	GARABITO	TARCOLES

RESPONSABLE DEL DIBUJO

DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

LOGO

INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO

PROPIETARIO
N° CATASTRO
MATRICULA

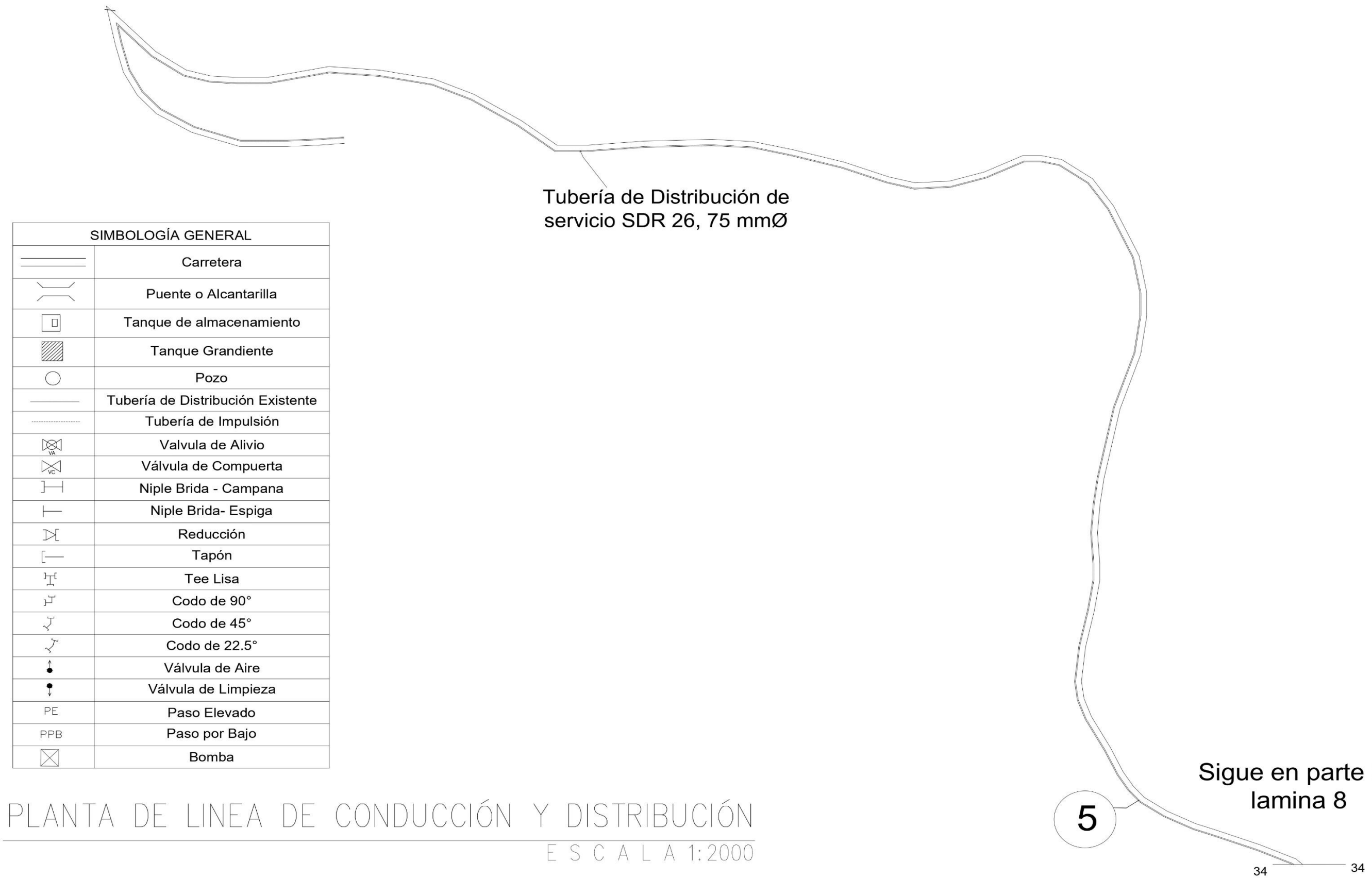
CONTENIDO:

INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	8/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MISMO.

Lamina # 9



SIMBOLOGÍA GENERAL	
	Carretera
	Puente o Alcantarilla
	Tanque de almacenamiento
	Tanque Grandiente
	Pozo
	Tubería de Distribución Existente
	Tubería de Impulsión
	Valvula de Alivio
	Válvula de Compuerta
	Niple Brida - Campana
	Niple Brida- Espiga
	Reducción
	Tapón
	Tee Lisa
	Codo de 90°
	Codo de 45°
	Codo de 22.5°
	Válvula de Aire
	Válvula de Limpieza
PE	Paso Elevado
PPB	Paso por Bajo
	Bomba

PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
E S C A L A 1:2000

Sigue en parte 35
lamina 8

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA
RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE DE LA ASOCIACIÓN
ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO
RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE
CAPULÍN DE GARABITO.

PROPIETARIO:

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
PUNTARENAS	GARABITO	TARCOLES

RESPONSABLE DEL DIBUJO:

DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

LOGO

INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO

PROPIETARIO

N° CATASTRO

MATRICULA

CONTENIDO:

INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	9/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MISMO.

Lamina # 10

SIMBOLOGÍA GENERAL	
	Carretera
	Puente o Alcantarilla
	Tanque de almacenamiento
	Tanque Grandiente
	Pozo
	Tubería de Distribución Existente
	Tubería de Impulsión
	Válvula de Alivio
	Válvula de Compuerta
	Niple Brida - Campana
	Niple Brida - Espiga
	Reducción
	Tapón
	Tee Lisa
	Codo de 90°
	Codo de 45°
	Codo de 22.5°
	Válvula de Aire
	Válvula de Limpieza
PE	Paso Elevado
PPB	Paso por Bajo
	Bomba



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
E S C A L A 1:2000

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULÍN DE GARABITO.

PROPIETARIO:

PROVINCIA PUNTARENAS	CANTÓN GARABITO	DISTRITO TARCOLES
-------------------------	--------------------	----------------------

RESPONSABLE DEL DIBUJO:
DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

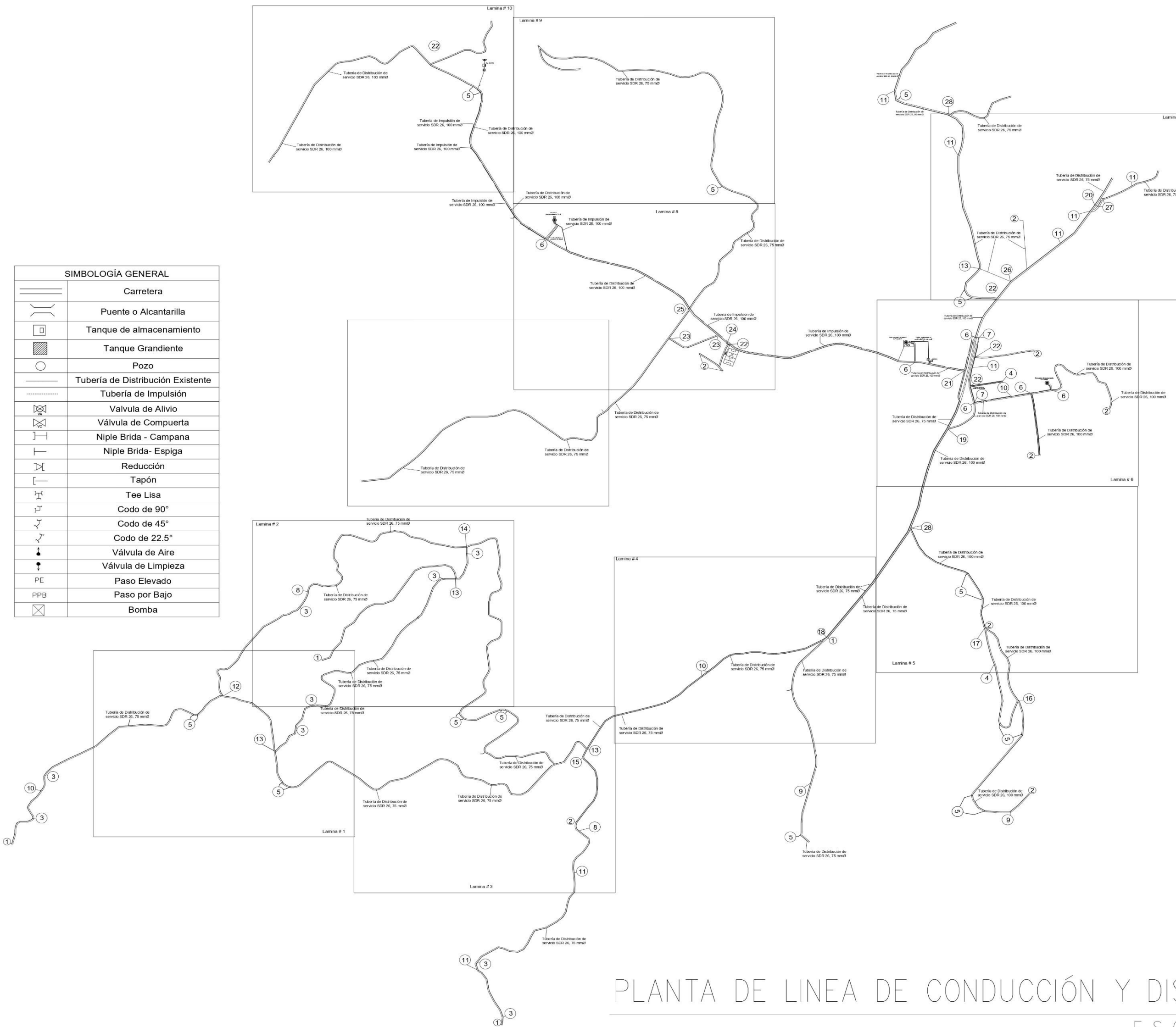
LOGO:

INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO:
PROPIETARIO:
N° CATASTRO:
MATRICULA:

CONTENIDO:
INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	10/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MESERO.



PLANTA DE LINEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN
E S C A L A 1:20000

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULÍN DE GARABITO.

PROPIETARIO:

PROVINCIA	CANTÓN	ESTRIBO
PUNTARENAS	GARABITO	TARCOLES

RESPONSABLE DEL DIBUJO
DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

LOGO

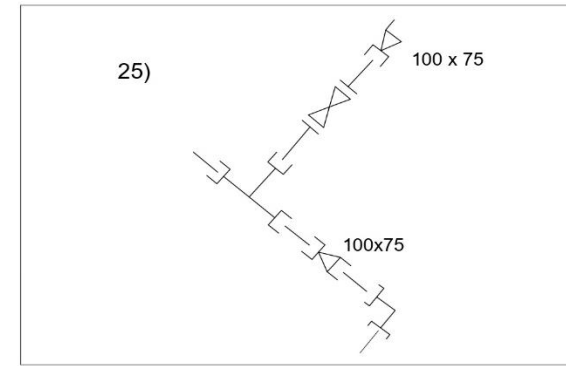
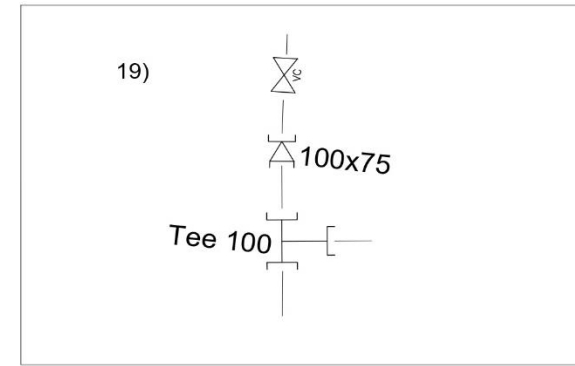
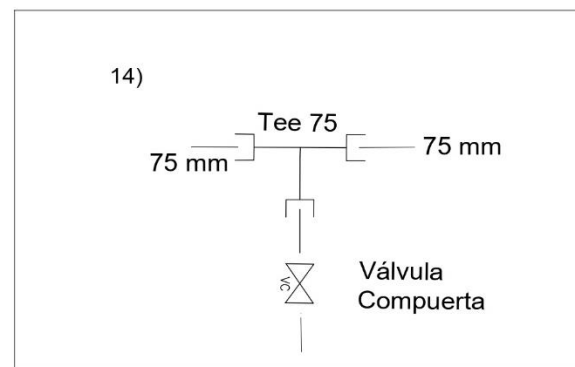
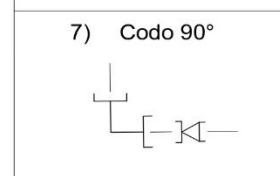
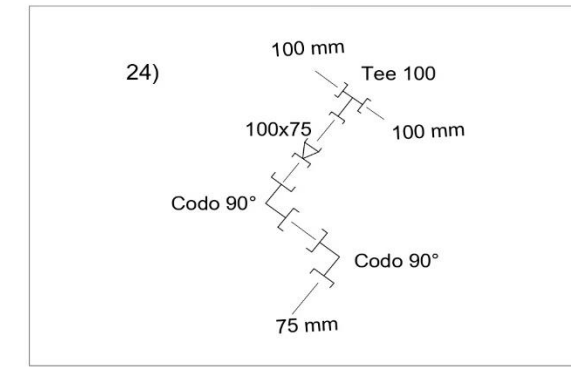
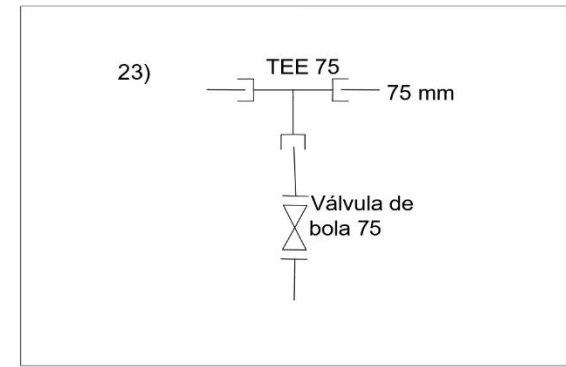
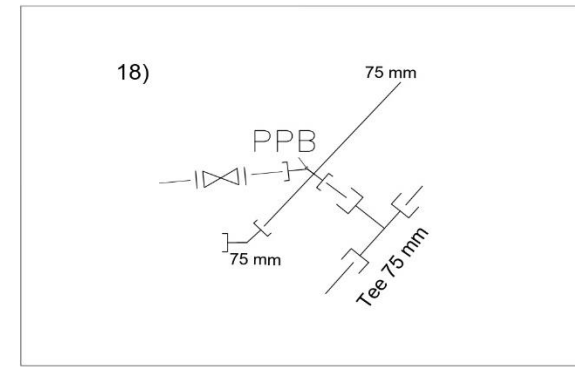
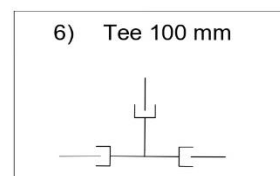
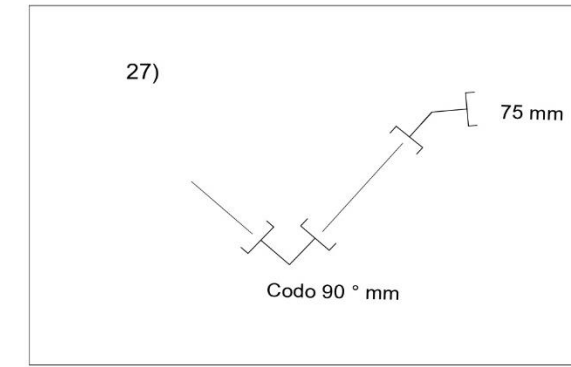
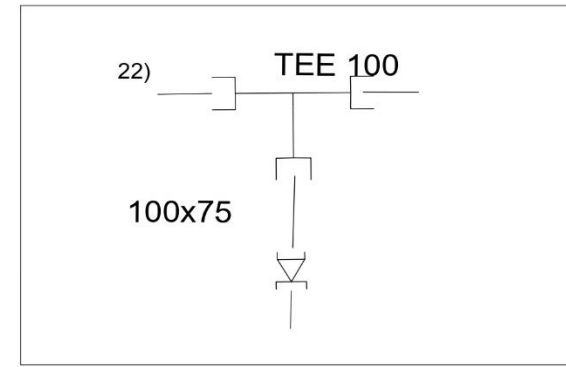
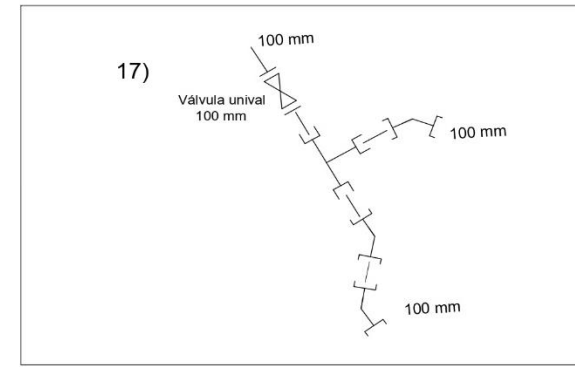
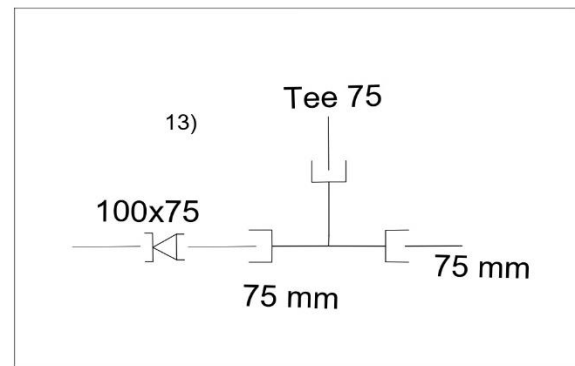
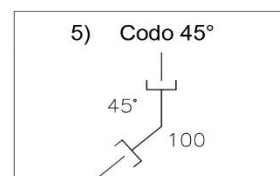
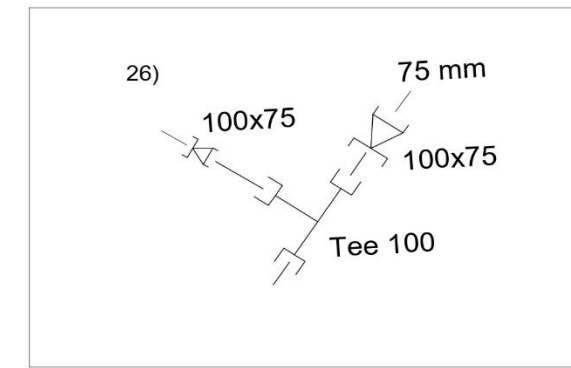
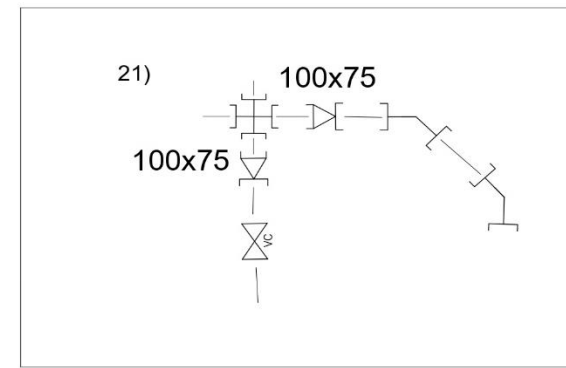
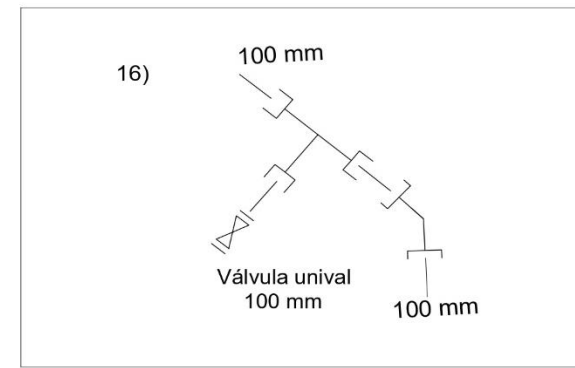
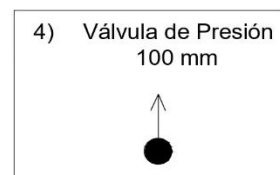
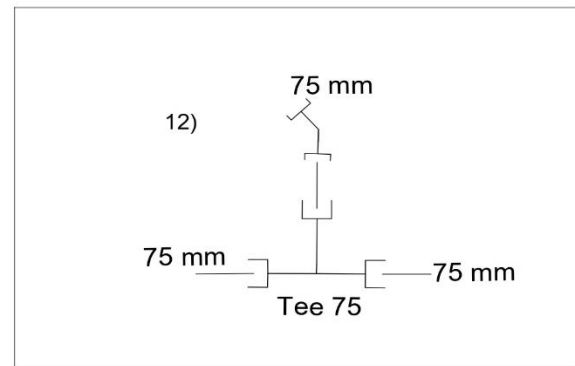
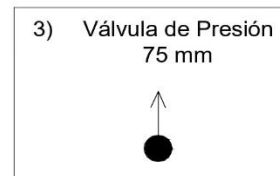
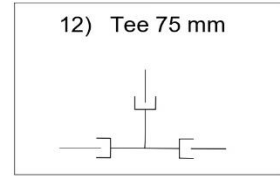
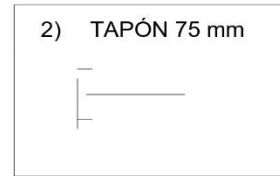
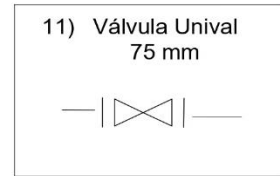
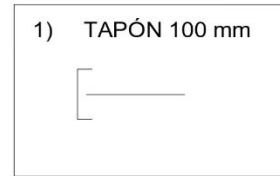
INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO

PROPIETARIO
N° CATASTRO
MATRICULA

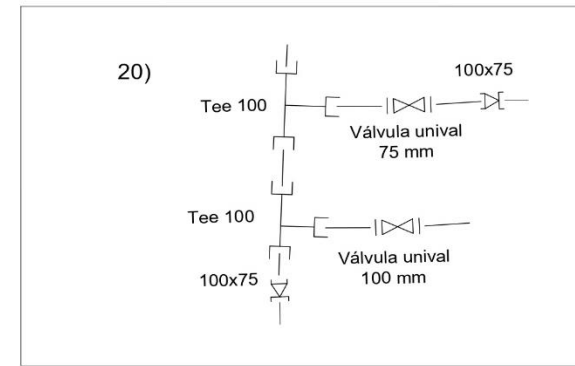
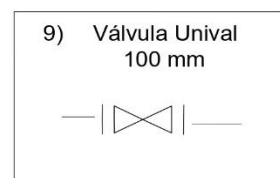
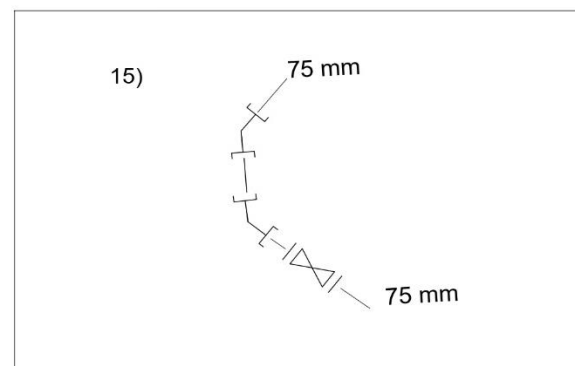
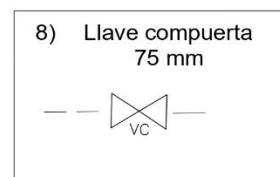
CONTENIDO:
INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	DICIEMBRE 2022	A	11/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL AUTOR.



EN ESTA LAMINA SE ENCUENTRAN LOS 27 DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASADA DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULÍN

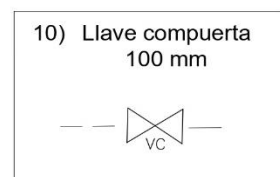


EL PRESENTE SISTEMA CUENTA CON TUBERÍAS EN UN RANGO DE 75 A 100 MM AMBOS DIAMETROS UTILIZAN CEDULA SDR 26 MEJORAS QUE SE REALIZARON:

- 1) SE SUSTITUYERON LOS DIAMETROS MENORES A 75 MM
- 2) SE AGREGÓ UN TANQUE QUIEBRA GRANDIENTE EN EL SECTOR 2
- 3) SE SUSTITUYERON LAS TUBERÍAS QUE NO CONTARAN CON SDR 26
- 4) SE AGREGAN ACCESORIOS REGULADORES DE PRESIÓN

RECOMENDACIONES:

- 1) REALIZAR LAS RESPECTIVAS LIMPIEZAS DE LAS ZONAS DE LOS TANQUES
- 2) REALIZAR LOS RESPECTIVOS AFOROS DE LOS POZOS Y NACIENTE
- 3) CHEQUEAR EL BALANCE HIDRICO REALIZADO
- 4) REALIZAR EL CERRAMIENTO DEL LOTE DE LA NACIENTE
- 5) SE RECOMIENDA REALIZAR LOS CAMBIOS DE LOS RESPETIVOS ACCESORIOS QUE YA CUMPLIERON CON LA VIDA UTIL



Detalles Constructivos

ESCALA 1:1700

PROYECTO:
PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA RED ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ASOCIACIÓN ADMINISTRATIVA DEL ACUEDUCTO RURAL DE LAGUNILLAS Y ALTO DE CAPULÍN DE GARABITO.

PROPIETARIO:

PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO
PUNTARENAS	GARABITO	TARCOLES

RESPONSABLE DEL DIBUJO

DARYL CÉSPEDES RUIZ
20180110264

LOGO

INFORMACIÓN REGISTRO PÚBLICO

PROPIETARIO
N° CATASTRO
MATRICULA

CONTENIDO:

INDICADO

ESCALA	FECHA	LÁMINA TIPO	LÁMINA/TOTAL
INDICADA	NOVIEMBRE 2022	A	12/12

ESTE PLANO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL DEL PROFESIONAL RESPONSABLE. SE PROHIBE LA COPIA TOTAL O PARCIAL DE ESTA LÁMINA SIN AUTORIZACIÓN DEL MISMO.

Glosario.

- **AyA:** Instituto Costarricense de acueducto y alcantarillado.
- **ASADA:** Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales.
- **PVC:** Policloruro de vinilo.
- **PEAD:** Polietileno de alta densidad.
- **ARESEP:** Autoridad reguladora de los servicios públicos.
- **ONU:** Organización de las Naciones Unidas.
- **SNIT:** sistema nacional de información territorial.
- **ICT:** Instituto Costarricense de Turismo.
- **MINAE:** Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica.
- **OMS:** Organización Mundial de la Salud.
- **OPS:** Organización Panamericana de la Salud.
- **INEC:** Instituto nacional de estadística y Censos.
- **Parcela:** Parte en que se divide un terreno agrícola.
- **Periurbano:** Espacio que se sitúan en los alrededores de una ciudad donde no se desarrolla. actividades urbanas como rurales.
- **ESPH:** Empresa de servicios Públicos de Heredia.
- **PNUD:** Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- **Década:** Periodo de diez años.
- **USGS:** Servicio Geológico de Estados Unidos.
- **Fuga:** Escape de un líquido o gas por una abertura producida accidentalmente.
- **PSI:** Libras de fuerza por pulgada cuadrada.
- **CFIA:** Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica.
- **mca:** Unidad de medida Metro columna de agua.
- **mm:** Unidad de medida milímetros.
- **m³:** Unidad de medida metro cubico.
- **l/s:** litros por segundo.