



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ciencias Físicas**

**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos**

**Diseño hidráulico de las nuevas captaciones principal,  
Stand By y línea de impulsión hacia la PTAP El Arenal  
para optimizar el sistema de abastecimiento de agua –  
Componentes Paita y Talara**

**MONOGRAFÍA TÉCNICA**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

**AUTOR**

**Luis Miguel CURO REQUEJO**

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Curo, N. (2022). *Diseño hidráulico de las nuevas captaciones principal, Stand By y línea de impulsión hacia la PTAP El Arenal para optimizar el sistema de abastecimiento de agua – Componentes Paita y Talara*. [Monografía técnica de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

## Metadatos complementarios

<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	Luis Miguel Curo Requejo
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45529308
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6169-7441">https://orcid.org/0000-0002-6169-7441</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número de documento de identidad	
URL de ORCID	
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	JORGE LUIS GASTELO VILLANUEVA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08434899
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	MANUEL VICENTE HERQUINIO ARIAS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	21288812
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	JAIRO PINEDO TAQUIA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	44754057
<b>Miembro del jurado 3</b>	
Nombres y apellidos	
Tipo de documento	

Número de documento de identidad	
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	A.2.5.2. Recursos Hídricos
Grupo de investigación	
Agencia de financiamiento	PROPIA
Ubicación geográfica de la investigación	Pais: Perú Departamento: Piura Provincia: Paita Distrito: El Arenal Latitud:4°53'02"S Longitud:81°01'30"W
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2022
URL de disciplinas OCDE	Oceanografía, Hidrología, Recursos hídricos <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.11">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.11</a>



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

(Universidad del PERÚ, Decana de América)

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**

**XIII CAP DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE LA MONOGRAFÍA TÉCNICA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS, MODALIDAD DE TITULACIÓN M-3 – POR SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Siendo las 15:00 horas del día viernes 4 de noviembre de 2022, en la Sala de Sesión Virtual de la Facultad de Ciencias Físicas, bajo la presidencia del Dr. Ing. JORGE LUIS GASTELO VILLANUEVA y con la asistencia de los miembros Mg. Ing. JAIRO PINEDO TAQUIA y el Ing. MANUEL VICENTE HERQUINIO ARIAS, se dio inicio a la Sesión Pública Virtual de Sustentación de la Monografía Técnica para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, mediante la Modalidad de Titulación M-3 Por Suficiencia Profesional, del Bachiller:

**LUIS MIGUEL CURO REQUEJO**

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente, e invitó al Bachiller LUIS MIGUEL CURO REQUEJO, a realizar la Exposición del trabajo de la Monografía Técnica titulada “DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL, STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA – COMPONENTES PAITA Y TALARA”.

Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller a abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado. Se procedió a promediar la nota final del curso de actualización y la nota de la sustentación para obtener la calificación final.

Al término de la deliberación del Jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida por el Bachiller, la misma que fue:

**Diecisiete (17)**

El Presidente del Jurado Dr. Ing. JORGE LUIS GASTELO VILLANUEVA, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller LUIS MIGUEL CURO REQUEJO Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 16.11 horas, del mismo día, se levantó la sesión.

**Dr. Ing. JORGE LUIS GASTELO VILLANUEVA**  
PRESIDENTE DEL JURADO

**Mg. Ing. JAIRO PINEDO TAQUIA**  
MIEMBRO DEL JURADO

**Ing. MANUEL VICENTE HERQUINIO ARIAS**  
MIEMBRO DEL JURADO



Firmado digitalmente por LOZANO  
BARTRA Whualkuer Enrique FAU  
20148092282 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 19.11.2022 20:44:50 -05:00

**DR. WHUALKUER ENRIQUE LOZANO BARTRA**  
VICEDECANO ACADÉMICO FCF

Datos de la plataforma virtual institucional del acto de sustentación:

<https://us06web.zoom.us/j/84578270889?pwd=bHlvZlBibWE15dHJvVkdKUFZESFdMdz09>

ID de reunión: 845 7827 0889

Código de acceso: 871349

Grabación archivada en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/file/d/1GRPASVgyFIh3OXAWHGroXUXps2myXn7B/view?usp=sharing>

## Anexo 1

### Informe de evaluación de Originalidad

1. Facultad de Ciencias Físicas
2. Escuela/Unidad de Posgrado  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos
3. Autoridad Académica que emite el informe de originalidad  
El Director de la EPIMF
4. Apellidos y nombres de la autoridad académica  
Sarango Julca Douglas Donal
5. Operador del programa Informático de similitudes  
Dr. Ing. Douglas Sarango Julca
6. Documento evaluado (1)  
“DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL, STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA – COMPONENTE PAITA Y TALARA”
7. Autor del documento (2)  
LUIS MIGUEL CURO REQUEJO
8. Fecha de recepción del documento 19/10/22
9. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes 20/10/22
10. Software utilizado
  - Turnitin (X)
  - Ithenticate
  - Otro (especificar)
11. Configuración del programa detector de similitudes
  - Excluye textos entrecomillados
  - Incluye Bibliografía
  - Excluye cadenas menores a 40 palabras
12. Porcentaje de similitudes según programa detector de similitudes<sup>3</sup>  
7%
13. Fuentes originales de las similitudes encontradas<sup>4</sup>
14. Observaciones  
Ninguna
15. Calificación de originalidad
  - Documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones (X)
  - Documento cumple criterios de originalidad, con observaciones
  - Documento no cumple criterios de originalidad
16. Fecha del Informe 25 /11 /22



Firmado digitalmente por SARANGO  
JULCA Douglas Donal FAU  
20148092282 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 25.11.2022 12:19:12 -05:00

**DR. ING. Douglas Sarango Julca**  
DIRECTOR ( e ) DE LA EPIMF

- 
- 1 Otro (especificar) Monografía Técnica Modalidad de Titulación M-3  
Suficiencia Profesional
  - 2 Apellidos y Nombres completos
  - 3 En letras y números
  - 4 Indicarlas en orden decreciente y su respectivo porcentaje

**Dedicatoria**

*A mis padres y hermana por creer siempre en mí, además de brindarme su apoyo incondicional*

*A Marceby e Ivanna por ser mi motivación para crecer día a día*

## CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1: GENERALIDADES .....</b>	<b>11</b>
1.0    Introducción.....	11
1.1    Descripción e identificación del problema.....	12
1.2    Justificación e importancia del tema.....	13
1.3    Propuesta de solución.....	14
1.4    Alcance y Limitaciones.....	15
1.5    Objetivos: General y específicos .....	16
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
2.1    Antecedentes.....	18
2.1.1    Antecedentes nacionales .....	18
2.1.2    Antecedentes internacionales .....	19
2.2    Bases teóricas fundamentales .....	19
2.2.1    Número de Reynolds.....	19
2.2.2    Ecuación de continuidad .....	21
2.2.3    Ecuación de la energía .....	22
2.2.4    Pérdida de energía por fricción.....	24
2.2.5    Pérdida de energía local .....	28
2.2.6    Altura dinámica total (ADT) .....	36
2.2.7    Descarga sumergida en compuertas.....	36
2.2.8    Altura de Sumergencia.....	36
2.2.9    Vertedero sumergido de pared delgada.....	37
2.2.10    Ecuación de Manning.....	37
2.2.11    Proyección de población, Tasa de crecimiento poblacional (Método Geométrico)	39
2.2.12    Densidad poblacional .....	39
2.2.13    Variación de Dotación .....	39
2.2.14    Consumo doméstico proyectado.....	40
2.2.15    Variación del porcentaje anual (%cobertura de agua potable, % pérdidas promedio distrital y % medición domestica) .....	40
2.2.16    Población atendida.....	41
2.2.17    Caudal máximo diario.....	41
2.2.18    Celeridad de onda .....	41
2.2.19    Tiempo crítico.....	42
2.2.20    Tiempo de parada.....	42
2.2.21    Ecuación de Allievi.....	43
2.2.22    Ecuación de Michaud.....	44
2.2.23    Espesor de la tubería .....	44
2.2.24    Potencia necesaria del equipo de bombeo.....	44
2.2.25    Altura de succión positiva neta (NPSH) .....	45
<b>CAPÍTULO 3: METODOLÓGIA.....</b>	<b>47</b>
3.1    Área de estudio .....	47
3.1.1    Descripción.....	47
3.1.2    Localización .....	47
3.1.3    Accesibilidad .....	49

3.1.4	Clima.....	49
3.2	Enfoque y diseño .....	50
3.2.1	Enfoque .....	50
3.2.2	Diseño .....	50
3.3	Población y muestra.....	51
3.4	Selección de la muestra.....	51
3.5	Procesamiento.....	51
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>52</b>
4.1	Presentación, análisis e interpretación de datos.....	52
4.1.1	Proyección de la población.....	52
4.1.2	Diseño de demanda futura de agua potable.....	55
4.1.3	Diseño de las estructuras hidráulicas .....	84
4.2	Toma de decisiones.....	109
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES .....</b>		<b>112</b>
<b>CAPÍTULO 6: RECOMENDACIONES.....</b>		<b>114</b>
<b>CAPÍTULO 7: REFERENCIAS .....</b>		<b>115</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>118</b>

## LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1. Coeficientes de Hazen Williams para varios materiales de tuberías.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 2. Distribución de la variación % cobertura de agua potable, provincias Paita y Talara</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3. Coeficiente de pérdidas por el tipo de válvula de pie .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 4. Coeficiente de pérdidas por el tipo de válvula antiretorno .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5. Coeficiente de pérdidas por el tipo de válvula mariposa.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 6. Coeficiente de pérdidas por derivación .....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 7. Coeficiente de pérdidas por derivación .....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 8. Coeficiente de pérdidas por borde de entrada .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 9. Coeficiente de pérdidas por cambio de dirección.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 10. Coeficiente n que generalmente se usan en los diseños .....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 11. Coeficiente del efecto de inercia del grupo motor-bomba .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 12. Disminución de la presión atmosférica .....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 13. Presión de vapor del agua.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 14. Datos de la población censada, en los distritos de la provincia de Paita .....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 15. Datos de la población censada, en los distritos de la provincia de Talara. ....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 16. Resultados del cálculo de proyección de la población actual, provincias de Paita y Talara .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 17. Número de conexiones y clase de conexiones por distrito, provincias de Paita y Talara.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 18. Registro de máximos consumos por distrito, provincias de Paita y Talara.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 19. Porcentaje de perdidas promedio distrital, provincias Paita y Talara.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 20. Consumos domésticos proyectados según RNE por distrito, provincias Paita y Talara .....</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 21. Distribución de la variación % cobertura de agua potable, provincias Paita y Talara .....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 22. Distribución de la variación % pérdidas promedio distrital, provincias Paita y Talara .....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 23. Distribución de la variación % medición doméstica, provincias Paita y Talara.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 24. Distribución de la variación % medición otros (comercial, industrial, estatal y social), provincias Paita y Talara .....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 25. Criterios para la proyección de la demanda futura de agua potable por distrito, provincia de Paita.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 26. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Paita – 24 Horas.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 27. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Colán – 24 Horas.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 28. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de El Arenal – 24 Horas ..</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 29. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de La Huaca – 24 Horas..</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 30. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Tamarindo – 24 Horas</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 31. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Vichayal – 24 Horas....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 32. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Amotape – 24 Horas....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 33. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Provincia de Paita – 24 Horas.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 34. Criterios para la proyección de la demanda futura de agua potable por distrito, provincia de Talara.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 35. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito Pariñas – 24 Horas.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 36. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito El Alto – 24 Horas.....</i>	<i>77</i>

<i>Tabla 37. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito La Brea – 24 Horas .....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 38. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito Lobitos – 24 Horas .....</i>	<i>79</i>
<i>Tabla 39. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito Los Órganos – 24 Horas..</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 40. Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito Máncora – 24 Horas.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 41. Total de la demanda futura de agua potable – Provincia Talara – 24 Horas .....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 42. Total de la demanda futura de agua potable – Provincia Paita y Talara – 24 Horas</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 43. Características hidráulicas y geométricas del Canal Norte (CN).....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 44. Accesorios del tramo I, Estación de Bombeo Proyectada EBP.....</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 45. Accesorios del tramo II, Estación de Bombeo Proyectada EBP .....</i>	<i>99</i>
<i>Tabla 46. Accesorios del tramo III, Estación de Bombeo Proyectada EBP .....</i>	<i>99</i>
<b><i>Tabla 47. Accesorios del tramo IV, línea de impulsión desde Estación de Bombeo Proyectada EBP a PTAP El Arenal.....</i></b>	<b><i>99</i></b>
<i>Tabla 48. Accesorios del tramo I, Captación Stand by.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 49. Accesorios del tramo II, línea de impulsión desde Captación Stand by a Estación de Bombeo Proyectada EBP .....</i>	<i>107</i>

## LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1. Sistema captación existente hacia la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP El Arenal.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2. Nuevo Sistema de captación hacia la Plata de Tratamiento de Agua Potable PTAP El Arenal.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. Resultados del experimento de Reynolds.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 4. Volumen de control para un flujo permanente.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5. Esquema hidráulico para explicar la ecuación de energía.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 6. Comportamiento de la subcapa laminar en régimen turbulento.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 7. Curvas para la obtener las pérdidas de energía en las curvas, Valores de Kc 90° en función del ángulo de deflexión.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 8. Coeficiente de pérdidas según el tipo de entrada y salida de tubería.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 9. Coeficiente de pérdidas por accesorio Tee.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 10. Coeficiente de pérdidas por ensanchamiento suave para conductos cerrados.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 11. Coeficiente de pérdidas por contracción suave para conductos cerrados.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 12. Coeficiente de pérdidas por el tipo de válvula antiretorno.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 13. Coeficiente de pérdidas por el tipo de válvula mariposa.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 14. Coeficiente de pérdidas por derivación.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 15. Coeficiente de pérdidas por bifurcación.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 16. Coeficiente de ensanchamiento gradual.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 17. Coeficiente en función de la pendiente.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 18. Macro localización del área de estudio.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 19. Ubicación del área de estudio con imagen satelital.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 20. Trayectoria hacia el área de estudio.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 21. Planta y Sección de la Canal Norte (CN), canal derivador.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 22. Sección transversal del canal derivador (sección2), aguas arriba de la compuerta.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 23. Planta y Sección del canal derivador y compuerta.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 24. Planta y Sección de la línea de conducción, captación principal a EBP.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 25. Planta y sección de la poza de Estación de Bombeo Proyectada EBP.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 26. Planta y perfil longitudinal de la línea de impulsión desde EBP hasta PTAP El Arenal.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 27. Tramo I – Sección Estación de Bombeo Proyectada EBP.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 28. Tramo II – Sección Estación de Bombeo Proyectada EBP.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 29. Tramo III – Sección Estación de Bombeo Proyectada EBP.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 30. Planta y perfil longitudinal de la línea de impulsión desde Captación Stand By hasta EBP.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 31. Tramo I – Captación Stand By.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 32. Captación principal, ubicación en el Canal Norte.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 33. Captación principal, grietas en pared del canal (izquierda) y colapso del canal (derecha).....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 34. Captación Stand By, escurrimiento normal (izquierda) y época de avenidas (derecha).....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 35. Estación de Bombeo Existente, Estructura en mal estado.....</i>	<i>119</i>
<i>Figura 36. Estación de Bombeo Existente, presenta equipo de bombeo muy antiguo.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 37. Línea de Impulsión Existente, tramo expuesto presenta deterioro de la tubería.....</i>	<i>120</i>

*Figura 38. Línea de Impulsión Existente, colapso de bloque de anclaje.....121*

## LISTADO DE ECUACIONES

<i>Ecuación (1): Número de Reynolds .....</i>	<i>21</i>
<i>Ecuación (2): Ecuación de Continuidad General .....</i>	<i>21</i>
<i>Ecuación (3): Ecuación de Continuidad.....</i>	<i>21</i>
<i>Ecuación (4): Ecuación de Continuidad.....</i>	<i>22</i>
<i>Ecuación (5): Ecuación de Energía General .....</i>	<i>23</i>
<i>Ecuación (6) : Ecuación de Energía.....</i>	<i>24</i>
<i>Ecuación (7): Ecuación Darcy Weisbach .....</i>	<i>24</i>
<i>Ecuación (8): Ecuación Hazen Williams .....</i>	<i>25</i>
<i>Ecuación (9): Factor de Fricción de Colebrook - White.....</i>	<i>27</i>
<i>Ecuación (10): Pérdida de Energía Local .....</i>	<i>28</i>
<i>Ecuación (11): Coeficiente por Ensanchamiento, Contracción suave .....</i>	<i>30</i>
<i>Ecuación (12): Altura Dinámica Total .....</i>	<i>36</i>
<i>Ecuación (13): Descarga Sumergida en Compuertas .....</i>	<i>36</i>
<i>Ecuación (14): Altura de Sumergencia.....</i>	<i>37</i>
<i>Ecuación (15): Vertedero Sumergido de pared delgada .....</i>	<i>37</i>
<i>Ecuación (16): Ecuación de Manning .....</i>	<i>37</i>
<i>Ecuación (17): Proyección de Población .....</i>	<i>39</i>
<i>Ecuación (18): Densidad Poblacional.....</i>	<i>39</i>
<i>Ecuación (19): Variación de Dotación.....</i>	<i>39</i>
<i>Ecuación (20): Variación de Dotación sin % pérdidas .....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación (21): Consumo Doméstico Proyectado.....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación (22): Variación del Porcentaje Anual .....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación (23): Población Atendida.....</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación (24): Caudal Máximo Diario .....</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación (25): Celeridad de Onda.....</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación (26): Tiempo Crítico.....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación (27): Tiempo de Parada.....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación (28): Ecuación de Allievi .....</i>	<i>43</i>
<i>Ecuación (29): Ecuación de Michaud.....</i>	<i>44</i>
<i>Ecuación (30): Espesor de Tubería .....</i>	<i>44</i>
<i>Ecuación (31): Potencia Necesaria del Equipo de Bombeo .....</i>	<i>44</i>
<i>Ecuación (32): Altura de Succión Positiva Neta.....</i>	<i>45</i>

## RESUMEN

La monografía técnica aborda el tema del diseño hidráulico de las obras que conforman el sistema de captación existente permite abastecer de agua potable a los habitantes de las provincias de Paita y Talara. Estas obras se encuentran en mal estado, además no producen el caudal necesario para ser tratado por la PTAP El Arenal y posteriormente ser conducido a la población.

El objetivo principal fue realizar el diseño hidráulico del nuevo sistema de captación para dotar del agua potable en cantidad y calidad a la población de las provincias de Paita y Talara. Se planteo un procedimiento, en la cual se recopilo y proceso la información de instituciones tales como INEI y Entidad prestadora de servicios de saneamiento (EPS), estas permitieron obtener la proyección de la población y caudal de diseño para demanda futura de agua potable respectivamente, luego con las bases teóricas y criterios de diseño se pudo elaborar el dimensionamiento hidráulico del nuevo sistema de captación conformados por la Captación Principal – Canal Norte a Estación de Bombeo Proyectada (EBP), Captación Stand by - Río Chira a Estación de Bombeo Proyectada (EBP) y línea de impulsión de Estación de Bombeo Proyectada (EBP) a Planta de tratamiento de agua potable (PTAP) El Arenal, además de conocer de los parámetros hidráulicos a ser considerados para la selección del equipo de bombas.

De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que el caudal de diseño fue 2.06 m<sup>3</sup>/s para una población de 412,443 hab. Así mismo se obtuvo las dimensiones y parámetros hidráulicos de cada obra anteriormente nombradas, estas permitirán cumplir con el objetivo principal.

## CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

### 1.0 Introducción

A lo largo de los años el agua ha sido el recurso vital para los seres vivos en su consumo, como para las industrias y la agricultura.

En ese contexto de agua a nivel mundial es preocupante, a pesar de que el planeta está conformado por 70% de agua (agua salada y dulce), de esta un 2.5% es agua dulce, la cantidad de agua potable es mucho menor, no logrando satisfacer en la actualidad a pesar de nuevas tecnologías (Comisión Nacional del Agua, 2011), lo que nos lleva a reflexionar que existe el recurso necesario, pero se requiere de obras para potabilizar y/o conducir hacia la población y solo construyendo dichas obras, garantizamos una mejor calidad de vida para el ser humano.

La ingeniería hidráulica ha logrado desarrollar la forma de recolectar toda agua (agua de escorrentía o subterránea), ya sea de lluvias, ríos, lagos o captaciones para luego tratarlas y potabilizarse en cualquier estado bueno o malo. Existen diferentes maneras para planificar y construir obras que permitan abastecer de agua, resaltando dos casos en particular; el primero, aprovechando la energía potencial del agua, esto es que la captación y/o planta de tratamiento de agua potable (PTAP) se encuentre situado a una cota superior de la ubicación del usuario y requiriendo solo una línea de conducción. En el segundo caso, la ubicación de la captación y/o PTAP se encuentra en una cota más baja que el usuario, para esto el agua requerirá de energía potencial para llegar a su destino, y solo se logrará adicionando dicha energía mediante bombas y tuberías de conducción.

En el Perú, a lo largo de los años se han desarrollado obras para el abastecimiento de agua potable, una de estas se puso en marcha en el año 1979 para las provincias de Paita y Talara,

actualmente su sistema de captación se encuentra deteriorado, por lo que no logra satisfacer la necesidad de agua potable a los usuarios.

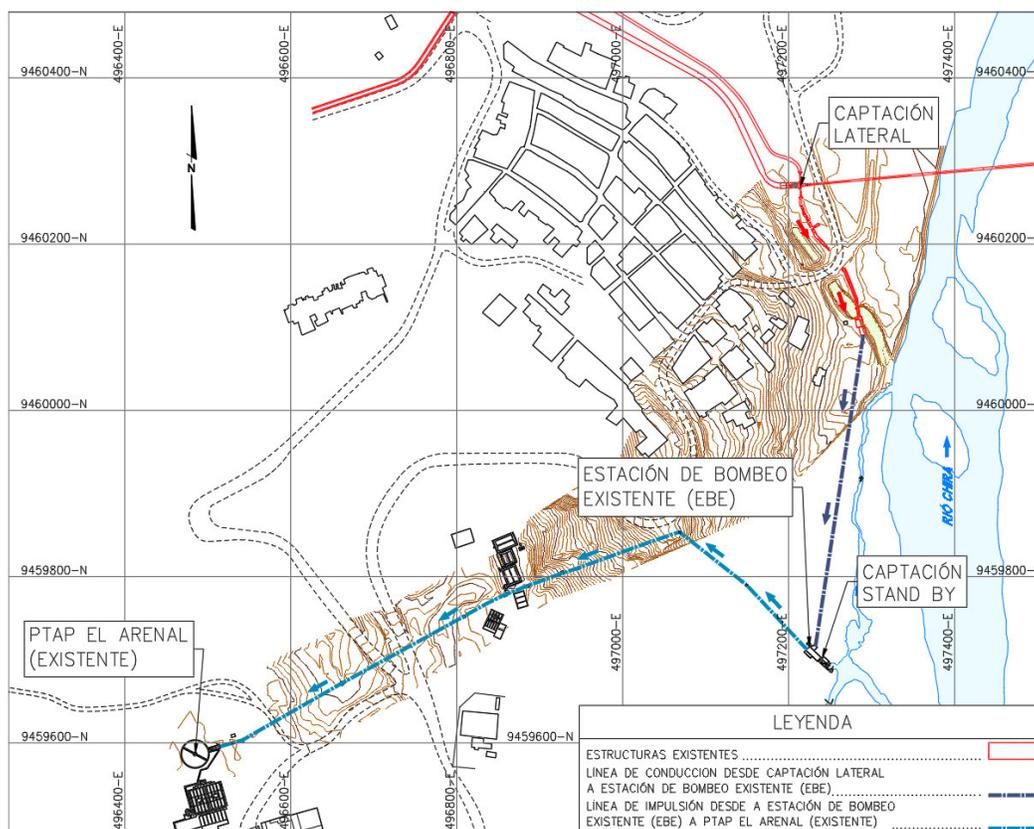
### **1.1 Descripción e identificación del problema**

El sistema captación existente permite abastecer de agua potable a los habitantes de las provincias de Paita y Talara, las aguas provienen desde la Presa Sullana del Proyecto Especial Chira Piura a través de un canal denominado Canal Norte, el que deriva al sistema el caudal necesario a través de una captación lateral, entregando a una conducción entubada hasta la poza de la Estación de Bombeo Existente (EBE). Este sistema tiene un respaldo de operación en stand by, consistente en tomar las aguas directas mediante bombas desde el río Chira que las impulsa hasta la poza de la Estación de Bombeo Existente (EBE), **Figura 1**.

Ahora desde la poza de la Estación de Bombeo Existente (EBE), el agua es impulsada hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Arenal (PTAP), y luego es distribuida a los usuarios.

**Figura 1.**

*Sistema captación existente hacia la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP El Arenal*



*Fuente: Elaboración propia.*

Este sistema data del año 1979, el cual ha superado su capacidad límite de 25 años de periodo de vida útil es claro que los años han impactado a las estructuras además de que la población se ha incrementado, por lo que en la actualidad no produce lo requerido por la cantidad de usuarios nuevos, **Anexo 1.**

## **1.2 Justificación e importancia del tema**

La ingeniería ha logrado muy pocas veces obras que perduran para periodos muy muy largos de vida sobre todo si se cuenta con la cantidad suficiente de economía, cuando no se tiene estas condiciones las obras colapsan al cumplir su periodo de diseño de vida útil como es el caso del sistema de abastecimiento de agua potable Paita - Talara.

El propósito de este proyecto es plantear un nuevo sistema de captación que cumpla con la demanda requerida en la actualidad. En consecuencia, esto beneficiará a la población permitiéndoles tener una mejor calidad de vida, por lo que no necesitarán almacenar el agua para su uso durante las horas de desabastecimiento como ocurre en la actualidad, de igual manera podrán evitar enfermedades infecciosas relacionadas a la falta de agua.

### **1.3 Propuesta de solución**

El periodo de vida útil influye en la duración de las obras en el tiempo, en el sistema de captación de las provincias Paita – Talara las obras de concreto han colapsado principalmente en obras de captación y poza de Estación de Bombeo Existente (EBE), donde las bombas han perdido eficiencia, en consecuencia, todas las obras de captación y línea de impulsión incluyendo la de Stand by han colapsado.

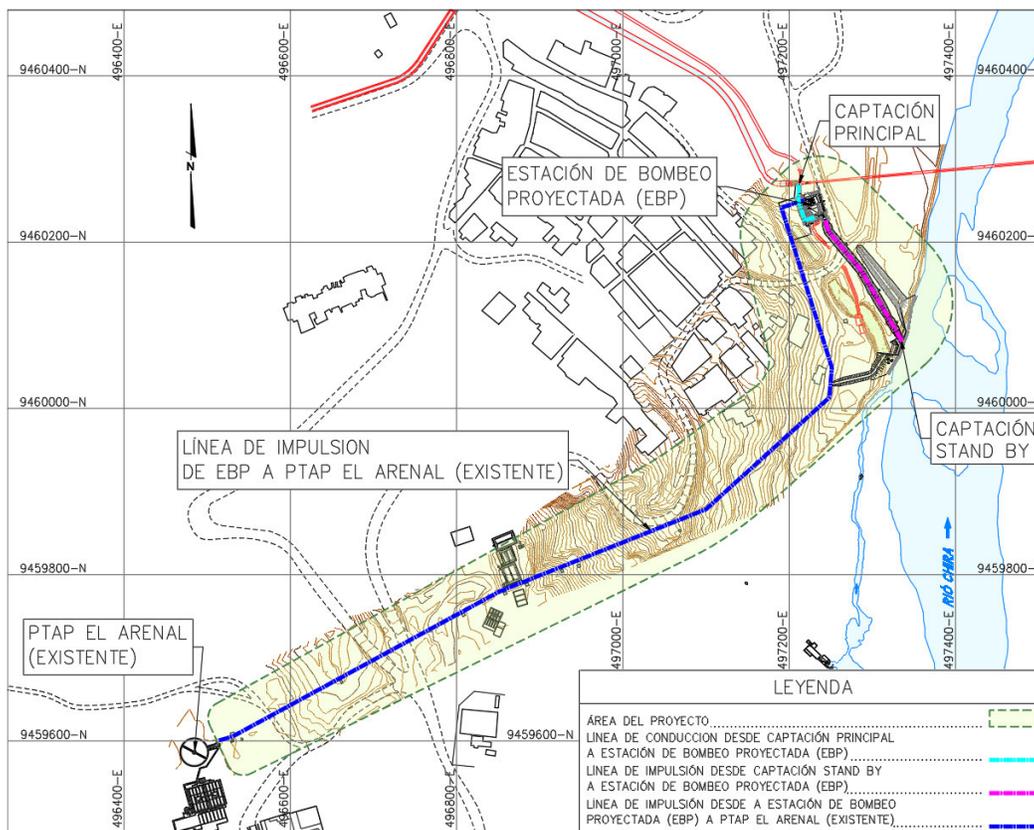
Este estudio plantea el rediseño de la población futura a abastecer con capacidad de estructuras adecuadas a las nuevas solicitudes de cantidad y calidad.

Se plantea rediseñar la obra hidráulica de Captación Principal en el canal norte que derive el nuevo caudal sin inconvenientes, la conducción desde este punto hasta la poza de la Estación de Bombeo Proyectada (EBP), dimensionar las potencias de las bombas para que la línea de impulsión proporcione la energía con holgura al agua y llegue sin inconveniente a la Planta de Tratamiento de Agua Potable El Arenal (PTAP), dimensionar el diámetro de la conducción y el espesor de la tubería de impulsión con capacidad resistente a los esfuerzos que se puedan presentar.

Además, una Captación Stand by (para el mantenimiento de la Captación Principal) con su respectiva línea de conducción hasta la poza de la Estación de Bombeo Proyectada (EBP).

**Figura 2.**

*Nuevo Sistema de captación hacia la Plata de Tratamiento de Agua Potable PTAP El Arenal*



*Fuente: Elaboración propia.*

#### 1.4 Alcance y Limitaciones

Este estudio se enfoca en realizar el diseño hidráulico de las obras que contempla el nuevo sistema de captación. Además, el nuevo caudal de diseño se obtendrá mediante las proyecciones de población y demanda futura de agua potable considerando un tiempo de vida útil de 23 años.

Así mismo este estudio presenta limitaciones, las cuales serán mencionadas a continuación:

- Este estudio no contempla el diseño estructural del nuevo sistema de captación, ni el diseño mecánico del sistema del bombeo.

- Las obras complementarias al nuevo sistema de captación serán consideradas como datos en el estudio.
- Los registros considerados para el análisis de la demanda serán considerados como datos brindados por la Entidad prestadora de servicio de saneamiento.
- En este estudio no se incluye el análisis de costos.

## **1.5 Objetivos: General y específicos**

### **Objetivo general**

- Realizar el diseño hidráulico del nuevo sistema de captación para dotar del agua potable en cantidad y calidad a la población de las provincias de Paita y Talara.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la demanda de agua potable futura a abastecer.
  - ✓ Elaborar la proyección de población considerando un tiempo de 23 años.
  - ✓ Calcular la demanda futura de agua potable (caudal de diseño) considerando un tiempo de 23 años.
- Diseño de la captación principal
  - ✓ Calcular las dimensiones hidráulicas del canal derivador, asimismo seleccionar el diámetro de tubería para la conducción del caudal de diseño desde la captación principal hasta la estación de bombeo proyectada (EBP).
  - ✓ Verificar el nivel de agua en la poza de la estación de bombeo proyectada (EBP), considerando las pérdidas de energía por fricción y locales.

- Diseño de la línea de impulsión
  - ✓ Seleccionar el diámetro de la tubería de impulsión a ser considerado.
  - ✓ Determinar la altura dinámica total (ADT), considerando los niveles de agua en la EBP y la PTAP El Arenal, además de las pérdidas de energía que origina en la tubería de impulsión.
  - ✓ Dimensionar el espesor de la tubería de impulsión, considerando la sobrepresión que se genera ante la presencia del fenómeno del golpe de ariete.
  - ✓ Determinar la potencia y altura de succión positiva requerida (NPSH) que se debe considerar en la selección de bombas.
  
- Diseño de la captación Stand by
  - ✓ Seleccionar el diámetro de la tubería de impulsión a ser considerado.
  - ✓ Determinar la altura dinámica total (ADT), considerando los niveles de agua en el río Chira y la EBP, además de las pérdidas de energía que origina en la tubería de impulsión.
  - ✓ Dimensionar el espesor de la tubería de impulsión, considerando la sobrepresión que se genera ante la presencia del fenómeno del golpe de ariete.
  - ✓ Determinar la potencia y altura de succión positiva requerida (NPSH) que se debe considerar en la selección de bombas.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes nacionales

(Ruiz Torres, 2014), muestra en su publicación “Diseño de la línea de impulsión para el afianzamiento hídrico para el proyecto Anama”, enumera el procedimiento para el diseño de línea de impulsión y del sistema de bombeo para el abastecimiento del recurso hídrico en el proyecto minero Anama. Resaltando la selección de bombas considerando los parámetros como altura dinámica total, caudal, tipo de fluido y tubería, resultando una bomba de tipo centrifuga con impulsor de flujo axial vertical para cumplir el requerimiento del abastecimiento de sus respectivos procesos.

(Pérez Ayme, 2022), muestra en su publicación “Diseño hidráulico de la distribución por impulsión del sistema de agua potable, Asociación de Vivienda Santa Rosa II etapa, San Juan de Miraflores, Lima”, el análisis para el crecimiento de la población bajo el método geométrico, del cual se pudo obtener la tasa de crecimiento y ello permitió la proyección de la población hasta obtener el número de habitantes para el año requerido de su estudio, Finalmente, este último y el consumo máximo, permite conocer la demanda futura requerida.

(Torres López, 2019), muestras en su publicación “Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de la urbanización las brisas de la ciudad de Moyobamba - 2018”, el planteamiento hidráulico para abastecer de agua potable, ello incluye estructuras como: una estación de bombeo y una línea de impulsión, las cuales permiten conocer características y parámetros que deben de ser considerados al momento de diseñar dichas estructuras.

### **2.1.2 Antecedentes internacionales**

(Manuel David Díaz Tangarife, Jhon Andrés Moreno Moreno, 2018), nos mencionan en su trabajo “Diseño de un sistema de bombeo para acueducto de Malambo, Atlántico”, acerca de los tipos de captaciones para estaciones de bombeo, resaltando 2 tipos para el presente trabajo monográfico tales como captación lateral y captación sumergida a través de bombas anfibia.

(Narvárez Pozo, 2011), nos muestra en su publicación “Rehabilitación del sistema de agua potable Sambache – Salcoto y diseño de la línea de impulsión al tanque de reserva Mushuñan”, la relación del golpe de ariete y línea de impulsión por bombas, considerando los parámetros tales como celeridad de onda y máxima sobrepresión generada en la tubería.

(Ampié Urbina & Masis Lorente, 2017) nos mencionan en su trabajo “Propuesta de diseño hidráulico a nivel de pre factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico de la comunidad Pasó real, municipio de Jinotepe, departamento de Carazo”, el diseño hidráulico de un sistema de abastecimiento de agua potable, en el cual se enfatiza a la estación de bombeo y línea de impulsión, y se considera 2 escenarios que ocurren en líneas de impulsión tales como: el flujo permanente y transitorio, así como la determinación de los parámetros requeridos para la selección de las bombas.

## **2.2 Bases teóricas fundamentales**

### **2.2.1 Número de Reynolds**

Osborne Reynolds experimento en una tubería transparente los efectos de incremento de velocidad mediante un revelador, determino que existía una relación entre las fuerzas de inercia y fuerzas de viscosidad, es así como para velocidades bajas las fuerzas viscosas se imponían sobre las fuerzas de inercia y para velocidades altas se imponía las fuerzas de inercia sobre las fuerzas

viscosas. Concluyendo en el número de Reynolds como la relación entre fuerzas de inercia y fuerzas de viscosidad (Saldarriaga, 2007).

En el desarrollo del experimento, el aumento del caudal (aumento de velocidad) mediante la válvula situada aguas abajo, se presentaron diversos sucesos, **Figura 3**, que permitieron a Reynolds clasificar al flujo en 3 tipos, las cuales fueron:

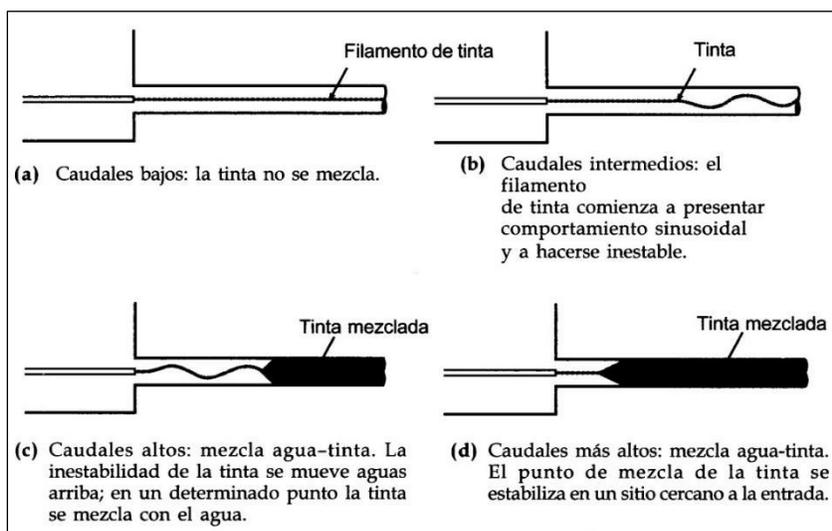
Régimen de flujo laminar (a); cuando la tinta no se mezcla. El flujo se mueve en capas sin intercambiar paquetes de fluido entre ellas.

Régimen de flujo en transición (b); cuando el filamento de la tinta comienza a hacerse inestable, con una serie de ondulaciones.

Régimen de flujo Turbulento (c) y (d); cuando la tinta y el flujo se mezclan completamente. Se presenta un intercambio de paquetes de fluido entre las capas que se mueven a diferentes velocidades (Saldarriaga, 2007).

### Figura 3.

*Resultados del experimento de Reynolds*



*Fuente:* (Saldarriaga, 2007)

Este experimento fue aplicado para diferentes diámetros y diferentes fluidos obteniéndose resultados similares, lo cual lo llevo a pensar que este fenómeno debe estar gobernado por alguna ley física. Bajo este argumento pudo deducir la ecuación del número de Reynolds (Saldarriaga, 2007).

$$Re = \frac{V * D}{\nu} \quad (1)$$

Donde:

Re: Número de Reynolds, V: Velocidad media del flujo (m/s), D: Diámetro de la tubería (m),  $\nu$ : Viscosidad cinemática del fluido ( $m^2/s$ ).

Esta expresión es adimensional, nos muestra la relación entre las fuerzas viscosas y fuerzas inercial, además nos permite clasificar el flujo de la siguiente manera: si el valor de número de Reynolds es menor a 2200 se ha de considerar flujo laminar, si el valor se encuentra entre 2200 y 4500 será flujo en zona de transición y finalmente; si el valor es mayor a 4500 será flujo turbulento (Saldarriaga, 2007).

### 2.2.2 Ecuación de continuidad

Considerando un flujo permanente en un determinado volumen de control debe cumplirse que la cantidad de masa que ingresa debe ser igual a la cantidad de masa que sale más la cantidad de masa que acumula. En la mayoría de las condiciones de trabajo es esporádico encontrar sistemas que acumulan masa, ejemplo de ello es el flujo en tuberías. (Agüero Soriano, 2003)

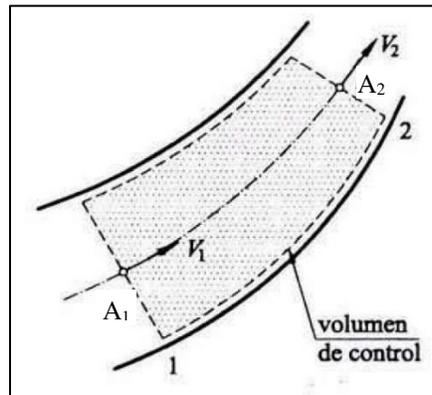
$$\rho_1 V_1 A_1 = \rho_2 V_2 A_2 \quad (2)$$

Si consideramos que la densidad no cambia entonces  $\rho_1 = \rho_2$  se tendrá:

$$V_1 A_1 = V_2 A_2 \quad (3)$$

**Figura 4.**

*Volumen de control para un flujo permanente*



*Fuente: (Agüero Soriano, 2003)*

Matemáticamente, la ecuación de continuidad expresaría como la masa que atraviesa las secciones “A<sub>1</sub>” y “A<sub>2</sub>” deben ser la misma; el producto de la velocidad por el área es el caudal de la forma: (Agüero Soriano, 2003).

$$Q = V * A \quad (4)$$

Donde:

Q: Caudal que atraviesa la sección transversal (m<sup>3</sup>/s), V: Velocidad media del flujo (m/s),  
A: Área de la sección transversal (m<sup>2</sup>).

### **2.2.3 Ecuación de la energía**

La ecuación de la energía esta cuantificada por la ecuación de Bernoulli que viene a ser la suma de la energía de posición más la energía de presión más la energía de velocidad por unidad de masa, considerando el principio de la conservación de la energía esta se mantiene constante, pero una partícula fluida usa una cierta cantidad de energía entonces la energía total disminuye, esta variación de energía se denomina perdida de energía que en realidad no existe dicha perdida

sino que se transforma en otra energía como la calorífica en congruencia con la mencionada conservación de la energía (Agüero Soriano, 2003).

$$EH = \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 = cte \quad (5)$$

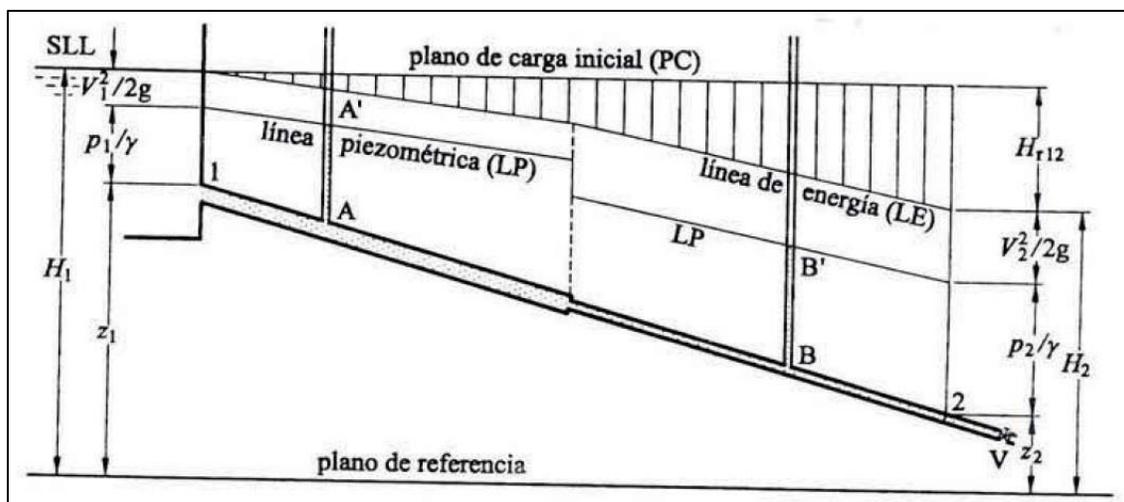
Donde:

$Z_{1,2}$ : Energía de posición geométrica para los puntos 1 y 2 (m),  $\frac{P_{1,2}}{\gamma}$ : Energía de presión para los puntos 1 y 2 (m),  $\frac{V_{1,2}^2}{2g}$ : Energía de velocidad para los puntos 1 y 2 (m) y EH: Energía total (m).

En la **Figura 5** puede observarse la energía para un fluido real para una mejor comprensión de la ecuación de energía.

**Figura 5.**

*Esquema hidráulico para explicar la ecuación de energía*



*Fuente: (Agüero Soriano, 2003)*

La **Figura 5** corresponde a un esquema donde se observa un tanque con un nivel de agua constante conectado en serie a unas tuberías de diferentes diámetros, en los puntos A y B se ha

instalado tubos piezométricos, y finalmente; una válvula (V) al final de la línea de tubería. En esta la energía se cuantifica por: (Agüero Soriano, 2003).

$$EH = \frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + h_{f1 \rightarrow 2} + h_{l1 \rightarrow 2} \quad (6)$$

Donde:

$Z_{1,2}$ : Energía de posición geométrica para los puntos 1 y 2 (m.c.a.),  $\frac{P_{1,2}}{\gamma}$ : Energía de presión para los puntos 1 y 2 (m.c.a.),  $\frac{V_{1,2}^2}{2g}$ : Energía de velocidad para los puntos 1 y 2 (m.c.a.)  $h_{f1,2}$ : Pérdida de energía por fricción entre los puntos 1 y 2 (m.c.a.) y  $h_{l1,2}$ : Pérdida de energía por accesorios entre los puntos 1 y 2 (m.c.a.).

## 2.2.4 Pérdida de energía por fricción

Durante el desplazamiento del fluido, existe una oposición al movimiento por parte de la viscosidad. Esta genera una disipación de energía mecánica del flujo, logrando poner en evidencia en las paredes de la tubería el estado de los esfuerzos cortantes, y como consecuencia se genera la pérdida de energía por fricción, esta fue determinada por Darcy – Weisbach (Vicente Méndez, 2007).

### 2.2.4.1 Cálculo de la pérdida de energía por la Ecuación de Darcy Weisbach

Esta ecuación nos permite calcular la pérdida de energía originada por la fricción a lo largo de la conducción, sin importar el régimen de flujo que gobierne dentro de la conducción (laminar o turbulento), la diferencia para estos 2 regímenes será el valor del coeficiente de fricción  $f$ , el cual ha sido calculado previamente por la ecuación de Colebrook White (Saldarriaga, 2007).

$$h_f = \frac{f * L * V}{D * 2g} \quad (7)$$

Donde:

$h_f$ : Pérdida de energía por fricción (m),  $f$ : Coeficiente de fricción (adimensional),  $L$ : Longitud de la tubería (m),  $V$ : Velocidad media del flujo (m/s),  $D$ : Diámetro de la tubería (m) y  $g$ : Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ).

#### 2.2.4.2 Cálculo de la pérdida de energía por la Ecuación de Hazen Williams

Es una de las ecuaciones empíricas y permite estimar la pérdida de energía por fricción, su uso primordialmente es para el fluido agua y solo puede ser usada teniendo en cuenta las siguientes restricciones; como el diámetro debe permanecer en el rango de 0.05m a 18.8m, la velocidad no debe superar a 3m/s (Vicente Méndez, 2007).

$$h_f = 10.67 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * \frac{1}{D^{4.87}} * L \cong h_f = S_f * L \quad (8)$$

Donde:

$h_f$ : Pérdida de energía por fricción (m),  $Q$ : Caudal ( $m^3/s$ ),  $C$ : Coeficiente de Hazen Williams,  $D$ : Diámetro de tubería (m),  $L$ : Longitud de tubería (m) y  $S_f$ : Pendiente de la línea de energía (m/m).

**Tabla 1.**

*Coefficientes de Hazen Williams para varios materiales de tuberías*

Descripción de tubería	Valor de "C"
Hierro fundido	
Nuevo	130
5 años	120
10 años	110
20 años	90-100
30 años	75-90
Concreto	120
Revestimiento de cemento	140

Descripción de tubería	Valor de "C"
Acero soldado, igual que hierro fundido de 5 años	--
Acero remachado igual que hierro fundido de 10 años	--
Plástico	150
Asbesto cemento	140

Fuente: (McGHEE, 1999).

### 2.2.4.3 El factor de fricción de Colebrook – White para la ecuación Darcy-Weisbach

Para flujo en tubería; el coeficiente de fricción ( $f$ ) depende de la viscosidad del fluido, por lo tanto, dependerá del número de Reynolds (Sotelo Avila, 2002).

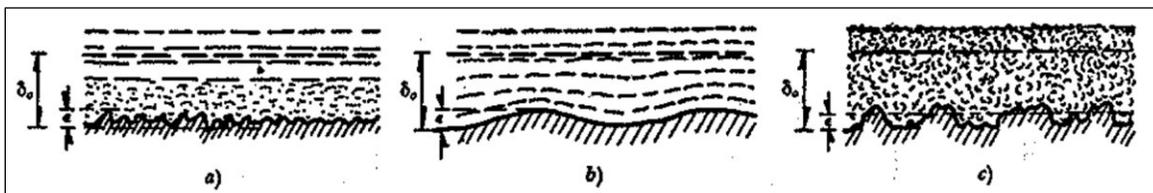
Por otro lado, la altura de rugosidad de la pared de la tubería ( $k$ ) también afecta a dicho coeficiente cuando las protuberancias sobresalen de la subcapa laminar afectando a la viscosidad de la turbulencia. En base a lo mencionado podemos expresar al coeficiente de fricción de manera general: (Sotelo Avila, 2002).

$$f = f\left(Re, \frac{k}{D}\right)$$

Al analizar los tipos de régimen que puede presentar una tubería (laminar y turbulento), para el régimen laminar se deduce que el factor de fricción dependerá del  $Re$  y para el análisis del régimen turbulento, esto se clasifica en los siguientes casos: (Sotelo Avila, 2002).

**Figura 6.**

*Comportamiento de la subcapa laminar en régimen turbulento*



Fuente: (Sotelo Avila, 2002)

Caso (a); tubería hidráulicamente lisa, cuando el espesor de la subcapa límite laminar cubre la rugosidad de la tubería por consiguiente no se verá afectado la pared de la tubería por la viscosidad de turbulencia. El coeficiente de fricción dependerá: (Sotelo Avila, 2002).

$$f = f(Re)$$

Caso (b); tubería hidráulicamente rugosa, cuando la subcapa laminar deja expuesto a la rugosidad de la pared de la tubería afectando a la viscosidad por turbulencia. El coeficiente de fricción dependerá: (Sotelo Avila, 2002).

$$f = f\left(Re, \frac{k}{D}\right)$$

Caso (c); régimen turbulento con dominio de la rugosidad; cuanto mayor sea el número de Reynolds la subcapa laminar resulta muy delgada quedando afectado la viscosidad de turbulencia por la rugosidad de la pared de tubería. El coeficiente de fricción dependerá: (Sotelo Avila, 2002).

$$f = f\left(\frac{k}{D}\right)$$

Existen sendas fórmulas para el cálculo del coeficiente de fricción en cada caso expuesto, pero fue Colebrook (1939) quien desarrollo una ecuación general combinando los casos (a) y (c). Cuando Re es elevado, el segundo término resulta despreciable y obtenemos el caso (c) régimen turbulento con dominio de rugosidad. Caso contrario cuando la rugosidad relativa es nula ( $K_s/D=0$ ) obtenemos el caso (a) tubería hidráulicamente lisa. Esta ecuación general no permite calcular el coeficiente de fricción en cualquiera de los casos del régimen turbulento (Sotelo Avila, 2002).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{K_s}{3.7 * D} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} \right) \quad (9)$$

Donde:

f: Coeficiente de fricción (adimensional), Re: Numero de Reynolds (adimensional), D: Diámetro de tubería (m) y  $K_s$ : Rugosidad de la pared de la tubería (m)

### 2.2.5 Pérdida de energía local

Este tipo de pérdida se relaciona a la división de la capa límite a lo largo de la trayectoria del Flujo (Vicente Méndez, 2007). Se expresa la siguiente formula:

$$h_l = k * \frac{V^2}{2g} \quad (10)$$

Donde:

$h_l$ : Pérdida de energía local (m), k: coeficiente por tipo de obstrucción (adimensional), V: Velocidad media del flujo (m/s) y g: Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ).

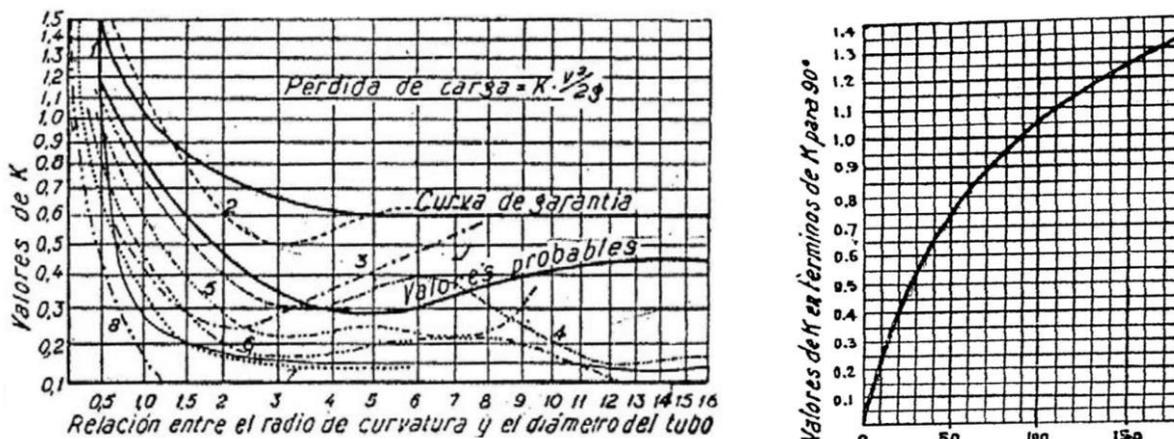
Por otro lado, existen diversos tipos de obstrucciones, las cuales se mencionarán a continuación:

- **Coeficientes por codos:**

En codos de  $90^\circ$  cuya relación radio de curvatura y diámetro de la tubería (R/D) está comprendida entre 2.5 y 8, el coeficiente de pérdida por codo ( $K_c$ ) es alrededor de 0.5. Además, los codos con ángulos diferentes a  $90^\circ$  se aplica el coeficiente de corrección “ $K_c$ ” de  $90^\circ$ , obtenido de la curva de la Figura 7 (Gómez Navarro & Aracil, 1944).

Figura 7.

Curvas para la obtener las pérdidas de energía en las curvas, Valores de  $K_c$  90° en función del ángulo de deflexión

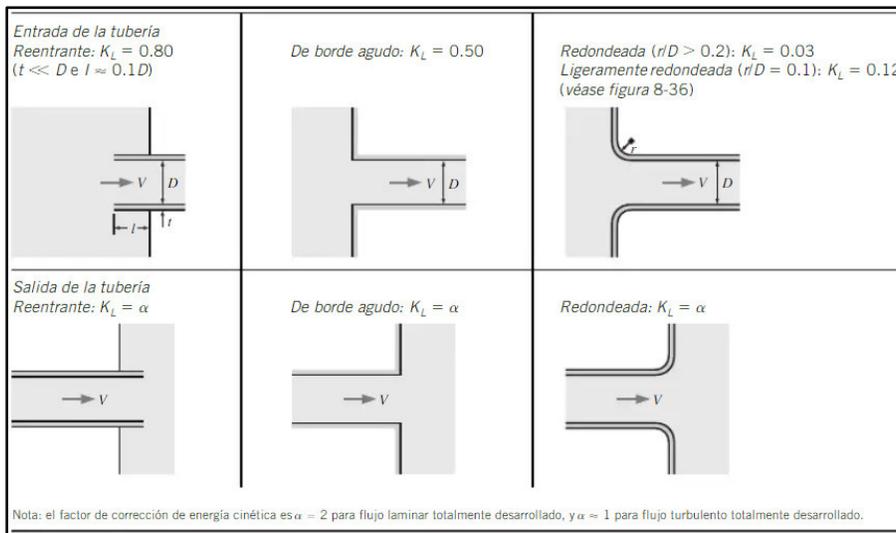


Fuente: (Gómez Navarro & Aracil, 1944).

- **Coefficientes de entrada y salida para conductos cerrados:**

Figura 8.

Coefficiente de pérdidas según el tipo de entrada y salida de tubería

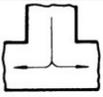
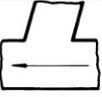
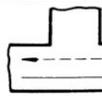
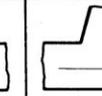
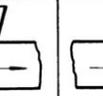
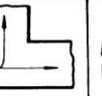
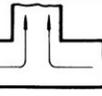


Fuente: (Cengel & Cimbala, 2012).

- **Coefficientes por Tee con 45° y 90° para conductos cerrados:**

**Figura 9.**

*Coefficiente de pérdidas por accesorio Tee*

Figura					
$\zeta$	0.5	1.0	1.5	3.0	0.05
Figura					
$\zeta$	0.1	0.15	2.0	3.0	

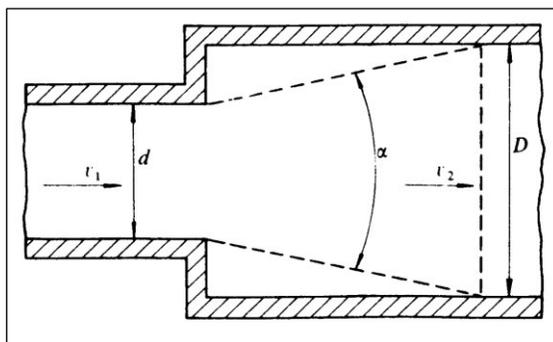
*Fuente: (Mataix, 1986).*

- **Coefficiente por Ensanchamiento, Contracción suave para conductos cerrados:**

Para ensanchamiento suave,

**Figura 10.**

*Coefficiente de pérdidas por ensanchamiento suave para conductos cerrados*



*Fuente: (Mataix, 1986).*

Se define por la siguiente ecuación:

$$K = m \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^2 \right]^2 \quad (11)$$

**Tabla 2.**

*Distribución de la variación % cobertura de agua potable, provincias Paita y Talara*

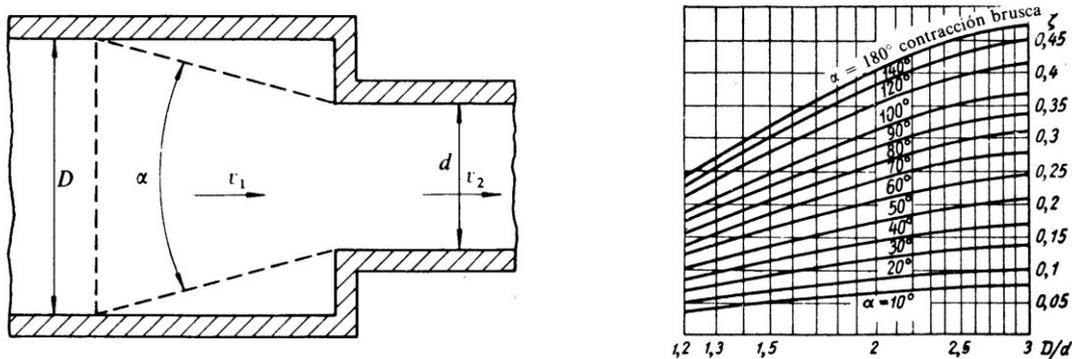
$\alpha$	2.5	5	7.5	10	15	20	25	30
m	0.18	0.13	0.14	0.16	0.27	0.43	0.62	0.81

Fuente: (Mataix, 1986).

Para contracción suave,

**Figura 11.**

*Coefficiente de pérdidas por contracción suave para conductos cerrados*



Fuente: (Mataix, 1986).

- **Coefficiente por tipo de válvula para conductos cerrados:**

Para válvula de pie:

**Tabla 3.**

*Coefficiente de pérdidas por el tipo de válvula de pie*

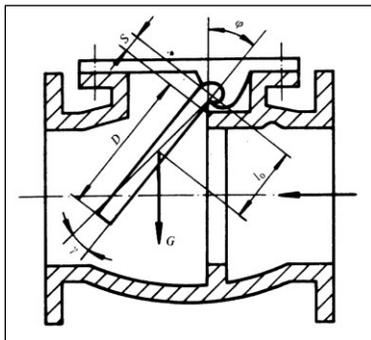
<b>D (mm)</b>	<b>K</b>	<b>D (mm)</b>	<b>K</b>
40	12.0	200	5.2
50	10.0	250	4.4
65	8.8	300	3.7
80	8.0	350	3.4
100	7.0	400	3.1
125	6.5	450	2.8
150	6.0	500	2.5

Fuente: (Mataix, 1986).

Para válvula antiretorno:

**Figura 12.**

*Coefficiente de pérdidas por el tipo de válvula antiretorno*



Fuente: (Mataix, 1986).

**Tabla 4.**

*Coefficiente de pérdidas por el tipo de válvula antiretorno*

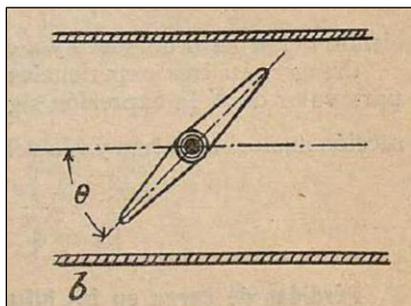
$\phi$	5°	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°	60°	65°	70°	90°
K	--	5.25	3.10	2.40	2.10	2.00	1.85	1.80	1.55	1.20	--	$\infty$

Fuente: (Mataix, 1986).

Para válvula mariposa:

**Figura 13.**

*Coefficiente de pérdidas por el tipo de válvula mariposa*



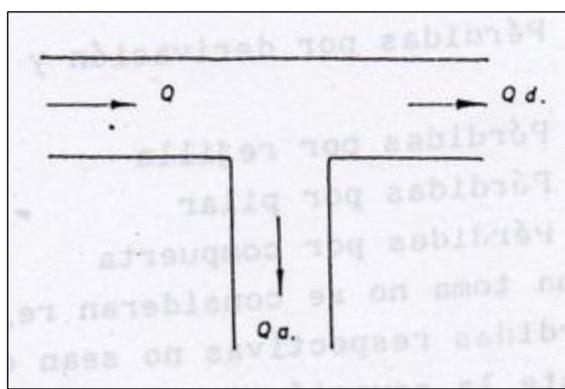
Fuente: (Gómez Navarro & Aracil, 1944)

**Tabla 5.***Coefficiente de pérdidas por el tipo de válvula mariposa*

$\theta$	5°	10°	20°	30°	40°	45°	50°	60°	70°	90°
K	0.24	0.52	1.54	3.9	10.8	18.7	32.6	118	751	$\infty$

*Fuente: (Gómez Navarro & Aracil, 1944)*

- **Coefficiente por derivación para conductos abiertos:**

**Figura 14.***Coefficiente de pérdidas por derivación**Fuente: (U.N.I., 1997)***Tabla 6.***Coefficiente de pérdidas por derivación*

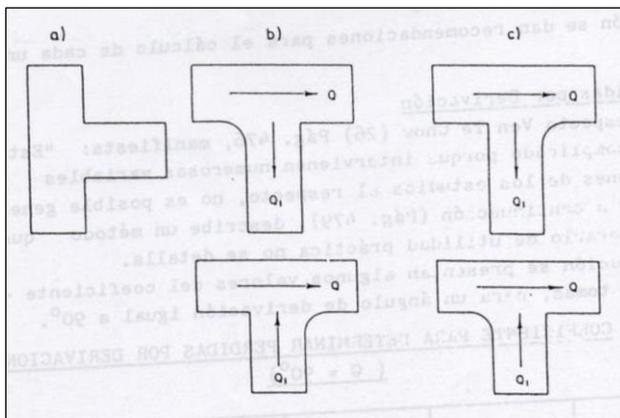
$\frac{Q - Q_a}{Q}$	0.65 a 0.75	0.75 a 0.80	0.80 a 0.85	0.85 a 0.95	0.95 a 0.98
K	0.87	0.88	0.89	0.90	0.96

*Fuente: (U.N.I., 1997)*

- **Coefficiente por bifurcación para conductos abiertos:**

**Figura 15.**

*Coefficiente de pérdidas por bifurcación*



*Fuente: (U.N.I., 1997)*

**Tabla 7.**

*Coefficiente de pérdidas por derivación*

$\frac{Q_1}{Q_2}$	$K_1$ (Cauce Principal)	$K_2$ (Cauce Secundario)
0	0.00	0.95
1	0.00	0.92
2	0.12	0.99
3	0.175	1.05
4	0.21	1.10
5	0.24	1.12
6	0.25	1.15
7	0.26	1.16
8	0.27	1.17
9	0.28	1.19
10	0.28	1.19
$\infty$	0.35	1.29

*Fuente: (U.N.I., 1997)*

- **Coefficiente por borde de entrada para conductos abiertos:**

**Tabla 8.**

*Coefficiente de pérdidas por borde de entrada*

<b>K</b>
0.50

*Fuente: (U.N.I., 1997)*

- **Coefficiente por cambio de dirección para conductos abiertos:**

**Tabla 9.**

*Coefficiente de pérdidas por cambio de dirección*

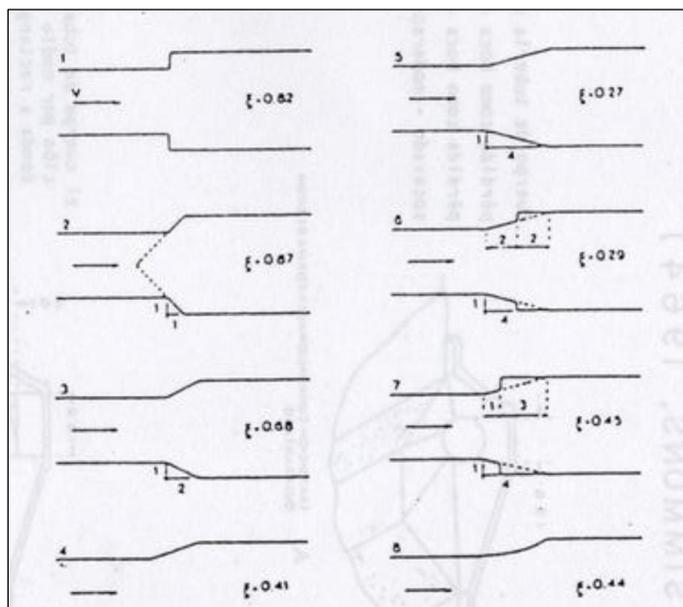
<b>K</b>
1.00

*Fuente: (Domínguez S., 1999)*

- **Coefficiente por ensanchamiento gradual para conductos abiertos:**

**Figura 16.**

*Coefficiente de ensanchamiento gradual*



*Fuente: (U.N.I., 1997)*

### 2.2.6 Altura dinámica total (ADT)

Altura que debe impulsar la bomba, se determina con la siguiente formula: (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

$$ADT = H_e + \sum h_f + \sum h_l \quad (12)$$

Donde:

ADT: Altura dinámica total (m),  $H_e$ : Altura estática (m),  $h_f$ : Pérdida de energía por fricción (m) y  $h_l$ : Pérdida de energía local (m).

### 2.2.7 Descarga sumergida en compuertas

La descarga sumergida en compuerta se analizó bajo una similitud de orificios con descarga sumergida, la razón de ello se debe a que luego de haberse estabilizado el flujo aguas arriba y aguas debajo de la compuerta, esta última se comportará como un orificio rectangular.

Además, cuando el nivel de aguas abajo está por encima de la clave del orificio se puede mencionar que estamos ante la presencia de una descarga sumergida (Sotelo Avila, 2002), entonces:

$$Q = C_d * A * \sqrt{2g * \Delta H} \quad (13)$$

Donde:

Q: Caudal ( $m^3/s$ ),  $C_d$ : Coeficiente de gasto (adimensional), A: Área de orificio y/o compuerta ( $m^2$ ), g: Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ) y  $\Delta H$ : Diferencia de nivel de agua (m).

### 2.2.8 Altura de Sumergencia

Esta es considerada de similar planteamiento a la cámara de ingreso del sifón invertido, cuyo objetivo es garantizar una altura de agua por encima de la clave de la tubería de ingreso que evite el ingreso de aire (U.N.I., 1997).

$$H_{sum} = 1.5 \left( \frac{V_{tub}^2}{2g} - \frac{V^2}{2g} \right) \quad (14)$$

Donde:

$V_{tub}$ : Velocidad media del flujo en la tubería (m/s),  $V$ : Velocidad media del flujo (m/s),  $g$ : Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ),  $H_{sum}$ : Altura de sumergencia (m).

### 2.2.9 Vertedero sumergido de pared delgada

Permite determinar el caudal aguas abajo del vertedero de pared delgada, el cual funcionara de manera ahogada (Brater, King, Lindell, & Wei, 1996).

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left[ 1 - \left( \frac{H_2}{H_1} \right)^n \right]^{0.385} \quad (15)$$

Donde:

$Q_1$ : Caudal aguas arriba del vertedero ( $m^3/s$ ),  $Q_2$ : Caudal aguas abajo del vertedero ( $m^3/s$ ),  $H_1$ : Altura de agua sobre el vertedero aguas arriba (m),  $H_2$ : Altura de agua sobre el vertedero aguas abajo (m),  $n$ : Coeficiente de vertedero rectangular de pared delgada(adimensional).

### 2.2.10 Ecuación de Manning

Ecuación que permite calcular el caudal que atraviesa una sección transversal del canal, en la cual se incluye el coeficiente adimensional llamado rugosidad de Manning, este es un indicador que señala la resistencia del flujo en la superficie de un canal (Rocha Felices, 2007), entonces:

$$Q = \frac{A * R h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (16)$$

Donde:

Q: Caudal ( $m^3/s$ ), A: Área de la sección transversal ( $m^2$ ), Rh: Radio hidráulico de la sección transversal (m), S: Pendiente (m/m) y n: Coeficiente de Manning (adimensional).

**Tabla 10.**

*Coeficiente n que generalmente se usan en los diseños*

<b>Superficie</b>	<b>n</b>
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0.012
Superficie metálica, lisa, pintada	0.013
Superficie metálica, corrugada	0.025
Cemento liso	0.011
Mortero de cemento	0.013
Madera cepillada	0.012
Madera sin cepillar	0.013
Tablones sin cepillar	0.014
Concreto liso	0.013
Concreto bien acabado, usado	0.014
Concreto frotachado	0.015
Concreto sin terminar	0.017
Gunita (sección bien terminada)	0.019
Gunita (sección ondulada)	0.022
Superficie asfáltica lisa	0.013
Superficie asfáltica rugosa	0.016
Tierra, limpia, sección nueva	0.018
Tierra, limpia, sección antigua	0.022
Tierra gravosa	0.025
Tierra, con poca vegetación	0.027
Tierra, con vegetación	0.035
Tierra, con piedras	0.035
Tierra, con pedrones	0.040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Metal, liso	0.010
Acero soldado	0.012
Acero riveteado	0.016
Fierro fundido	0.013 – 0.014
Cemento	0.011 – 0.013
Vidrio	0.010

*Fuente: (Rocha Felices, 2007)*

### 2.2.11 Proyección de población, Tasa de crecimiento poblacional (Método Geométrico)

La proyección de población mediante el método geométrico permite conocer el incremento de dicha población a lo largo de cierto tiempo siempre y cuando se cuente con información base (Vierendel, 2009), por ejemplo: censos nacionales; además, se recomienda el uso de este en poblaciones urbanas que están en desarrollo. Se representa por la siguiente expresión:

$$P_f = P_i(1 + r)^t \quad (17)$$

Dónde:

P<sub>f</sub>: Población futura, P<sub>i</sub>: Población actual, r: Tasa de crecimiento poblacional y t: Años.

### 2.2.12 Densidad poblacional

Relación entre la población y número de viviendas (Vierendel, 2009), se representa por la siguiente ecuación:

$$D_p = \frac{P_o}{N_v} \quad (18)$$

Donde:

D<sub>p</sub>: Densidad poblacional, P<sub>o</sub>: Población y N<sub>v</sub>: Número de viviendas.

### 2.2.13 Variación de Dotación

Se tomará como base el Reglamento Nacional de Edificación (RNE), norma OS. 100.

$$\Delta \text{Dotación}' = \text{Dotación}_{RNE} - C. \text{Domestico}_{reg} \quad (19)$$

Donde:

ΔDotación': Diferencial de dotación (l/hab/día), Dotación<sub>RNE</sub>: Dotación según RNE (l/hab/día), C. Doméstico<sub>reg</sub>: Consumo doméstico registrado (l/hab/día).

$$\Delta \text{Dotación}'' = \Delta \text{Dotación}' (1 - \% \text{Pérdida}) \quad (20)$$

Donde:

$\Delta \text{Dotación}''$ : Diferencial de dotación sin considerar el % pérdida promedio distrital (l/hab/día),

#### 2.2.14 Consumo doméstico proyectado

Se considera a la dotación con proyecto.

$$C. \text{Doméstico}_{\text{proyectado}} = C. \text{Doméstico}_{\text{registrado}} + \Delta \text{Dotación}'' \quad (21)$$

Donde:

C. Doméstico<sub>registrado</sub>: Consumo doméstico registrado (m<sup>3</sup>/conex/mes),  $\Delta \text{Dotación}''$ : Incremento de dotación (m<sup>3</sup>/conex/mes), C. Doméstico<sub>proyectado</sub>: Consumo doméstico proyectado (m<sup>3</sup>/conex/mes).

#### 2.2.15 Variación del porcentaje anual (% cobertura de agua potable, % pérdidas promedio distrital y % medición doméstica)

Se determina para cierta cantidad de año, donde las condiciones de frontera son valor de % inicial y % final. Este permitirá incrementar y/o disminuir anualmente, se aplica para: % porcentaje de cobertura de agua, % pérdida de agua, % medición doméstica y % medición industrial. Asimismo, es representado por la siguiente ecuación:

$$\Delta \%_{\text{anual}} = \frac{\%_{\text{año } n} - \%_{\text{año } i}}{n - i} \quad (22)$$

Donde:

$\Delta \%_{\text{anual}}$ : Variación de porcentaje anual,  $\%_{\text{año } n}$ : Valor de porcentaje final en el “año n”,  $\%_{\text{año } i}$ : Valor de porcentaje inicial para el “año i”, n: Año final e i: Año inicial.

### 2.2.16 Población atendida

Número de habitantes que cuentan con cobertura de agua para un año en específico.

$$Pob_{atendida} = Pob_{año} * \% Cob_{año} \quad (23)$$

Donde:

$Pob_{año}$ : Población para un año específico (hab),  $\% Cob_{año}$ : % Cobertura de agua potable para un año específico (%),  $Pob_{atendida}$ : para un año específico (hab).

### 2.2.17 Caudal máximo diario

Luego de haber determinado la demanda de agua, este se multiplica por un factor de 1.3, por prever el efecto de las variaciones de consumo (Vierendel, 2009).

$$QMD = 1.3 * Q_d \quad (24)$$

Donde:

QMD: Caudal máximo diario (l/s),  $Q_d$ : Demanda de agua (l/s).

### 2.2.18 Celeridad de onda

Velocidad de propagación de la onda de sobrepresión en tubería llena y se origina ante la presencia del golpe de ariete, esta depende la elasticidad del líquido y del material de la tubería (Mendiluce Rosich, 1987).

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{10^{10} D}{\epsilon e}}} \quad (25)$$

Donde:

a: Velocidad de propagación de la onda de sobrepresión (m/s), D: Diámetro de tubería (m), e: Espesor de tubería (m) y  $\epsilon$ : Módulo de elasticidad del material ( $kg/m^2$ ).

### 2.2.19 Tiempo crítico

Se determina aquel tiempo donde la onda de sobrepresión viaja ida y vuelta a lo largo de la trayectoria de la tubería (Mendiluce Rosich, 1987).

$$T_c = \frac{2 * L}{a} \quad (26)$$

Donde:

T<sub>c</sub>: tiempo crítico (s), L: longitud de tubería (m) y a: Velocidad de propagación de la onda de sobrepresión (m/s).

### 2.2.20 Tiempo de parada

Se refiere al tiempo entre el inicio y final en detenerse la bomba, además en este tiempo se origina la modificación del régimen del fluido en la tubería de impulsión (Mendiluce Rosich, 1987).

$$T = C + \frac{K * L * V}{g * ADT} \quad (27)$$

Donde:

T: Tiempo de parada (s), C: Coeficiente en función de la pendiente (adimensional), K: Coeficiente del efecto de inercia del grupo motor-bomba (adimensional), L: Longitud de la tubería (m), V: velocidad media del flujo (m/s), g: Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>) y ADT: Altura dinámica total (m).

**Tabla 11.**

*Coeficiente del efecto de inercia del grupo motor-bomba*

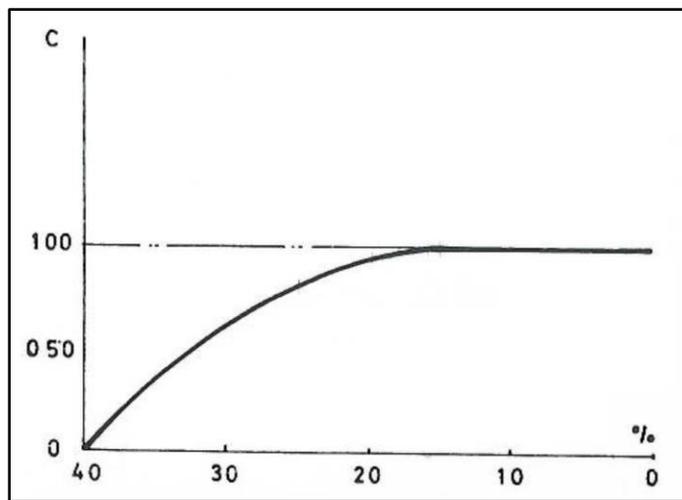
<b>L</b>	<b>K</b>
L<500	2
L=500	1.75

L	K
500<L<1500	1.5
L=1500	1.25
L>1500	1

*Fuente:* (Mendiluce Rosich, 1987)

**Figura 17.**

*Coficiente en función de la pendiente*



*Fuente:* (Mendiluce Rosich, 1987)

### 2.2.21 Ecuación de Allievi

Esta ecuación permite calcular la sobrepresión, siempre y cuando el tiempo de parada de la bomba sea menor al tiempo crítico de la onda de presión en la tubería (Mendiluce Rosich, 1987).

$$\Delta H = \frac{a * V}{g} \quad (28)$$

Donde:

$\Delta H$ : Sobrepresión generada por el golpe de ariete, a: Velocidad de propagación de la onda de sobrepresión (m/s), V: velocidad media del flujo (m/s) y g: Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

### 2.2.22 Ecuación de Michaud

Esta ecuación permite calcular la sobrepresión, siempre y cuando el tiempo de parada de la bomba sea mayor al tiempo crítico de la onda de presión en la tubería (Mendiluce Rosich, 1987).

$$\Delta H = \frac{2 * L * V}{g * T} \quad (29)$$

Donde:

$\Delta H$ : Sobrepresión generada por el golpe de ariete, L: Longitud de la tubería (m), V: Velocidad media del flujo (m/s), g: Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ) y T: Tiempo de parada (s).

### 2.2.23 Espesor de la tubería

Hace referencia al revestimiento de la tubería mínima que soportara los esfuerzos y presiones internas.

$$\delta = \frac{P_{HD} * D}{2 * \sigma * C_s} \quad (30)$$

Donde:

D: Diámetro de la tubería (mm),  $\sigma$ : Resistencia a la tracción HD (Pa),  $P_{max}$ : Presión máxima (m),  $C_s$ : Coeficiente (adimensional),  $e'$ : Espesor de la tubería (mm).

### 2.2.24 Potencia necesaria del equipo de bombeo

Se conceptualiza como el trabajo, en el cual el equipo de bombeo (bomba y motor) debe producir para trasladar una masa de fluido en la unidad de tiempo (Organización Panamericana de la Salud, 2005), entonces:

$$P_b = \frac{Q * ADT}{76 * \eta} \quad (31)$$

Donde:

P: Potencia del equipo de bombeo (HP), Q: caudal (l/s), ADT: Altura dinámica total (m) y  $\eta$ : eficiencia del equipo de bombeo(adimensional).

### 2.2.25 Altura de succión positiva neta (NPSH)

Es la variación de presión que se presenta en el sistema de bombeo, entre la presión existente a la entrada de la bomba y la presión del vapor del líquido que se impulsa; además, tiene como objetivo evitar la cavitación dentro de la bomba. Finalmente, en el diseño de sistema de bombeo se deberá tener en consideración que el NPSH disponible sea mayor al NPSH requerido (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

La NPSH se determina mediante la siguiente ecuación:

$$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + \Delta H_s) \quad (32)$$

Donde:

NPSH<sub>disponible</sub>: Altura de succión positiva neta disponible (m), H<sub>atm</sub>: Presión atmosférica (m), H<sub>vap</sub>: Presión de vapor (m), h<sub>s</sub>: Altura estática de succión (m) y  $\Delta H_s$ : Pérdida de energía por fricción y de energía local (m).

**Tabla 12.**

*Disminución de la presión atmosférica*

Altura sobre el nivel del mar		Presión atmosférica (Pa)	
m	ft	m	Pa
0	0	10.33	14.69
250	820	10.03	14.26
500	1640	9.73	13.83
750	2461	9.43	13.41
1000	3281	9.13	12.98
1250	4101	8.83	12.55
1500	4921	8.53	12.13
1750	5741	8.25	11.73
2000	6562	8.00	11.38

Altura sobre el nivel del mar		Presión atmosférica (Pa)	
m	ft	m	Pa
2250	7382	7.75	11.02
2500	8202	7.57	10.68
2750	9022	7.28	10.35
3000	9843	7.05	10.02
3250	10663	6.83	9.71
3500	11483	6.62	9.42
3750	12303	6.41	9.12
4000	13123	6.20	8.82
4250	13944	5.98	8.52
4500	14764	5.78	8.22

Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

**Tabla 13.**

*Presión de vapor del agua*

Temperatura		Peso específico Kg/dm <sup>3</sup>	Presión de vapor (P.V.P)	
C°	F°		M. Abs.	P. SI. Abs.
0	32	0.9998	0.062	0.088
5	41	1.0000	0.089	0.127
10	50	0.9996	0.125	0.1781
15	59	0.9990	0.174	0.247
20	68	0.9982	0.238	0.338
25	77	0.9970	0.323	0.459
30	86	0.9955	0.432	0.614
35	95	0.9939	0.573	0.815
40	104	0.9921	0.752	1.07
45	113	0.9900	0.977	1.389
50	122	0.9880	1.258	1.789
55	131	0.9857	1.605	2.283
60	140	0.9831	2.031	2.889
70	158	0.9770	3.177	4.519
75	167	0.9748	3.931	5.591
80	176	0.9718	4.829	6.869
85	185	0.9687	5.894	8.383
90	194	0.9653	7.149	10.168
95	203	0.9619	8.619	12.259
100	212	0.9583	10.332	14.696

Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

## CAPÍTULO 3: METODOLÓGIA

### 3.1 Área de estudio

#### 3.1.1 Descripción

El área de estudio se ubica en el distrito del Arenal, provincia de Paita, departamento de Piura, **Figura 18**. Además, posee una extensión superficial de 8.19 km<sup>2</sup>, por el cual presenta como límite distrital al río Chira.

Por otro lado, colinda por el norte, sur y este con el distrito Colán y por el este con los distritos de Amotape y la Huaca, todos estos distritos pertenecen a la Provincia de Paita.

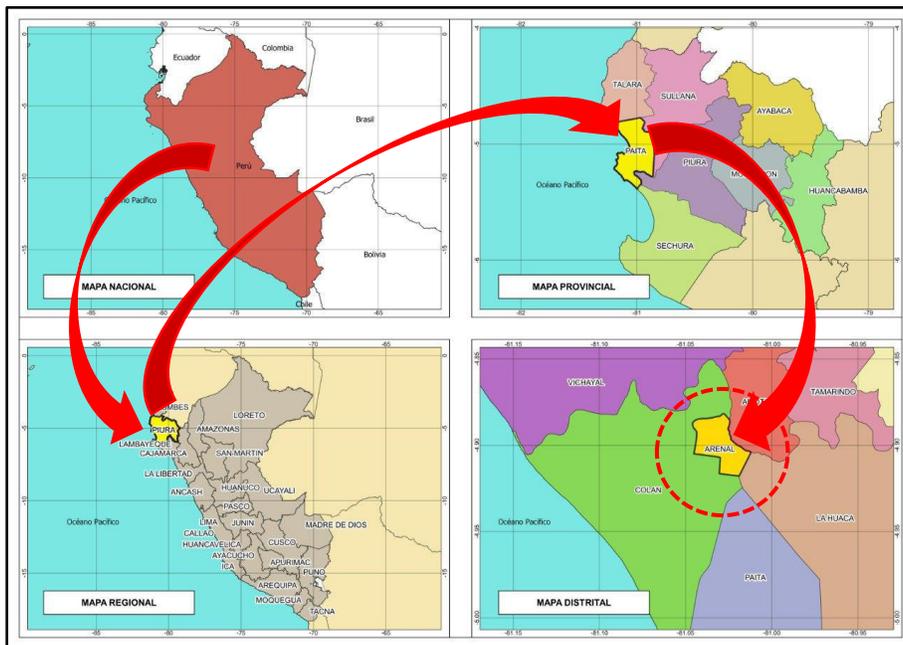
Con respecto al relieve topográfico, se encuentra ubicado por la región natural de Costa por lo que no presenta alta variabilidad topográfica, asimismo, las elevaciones fluctúan entre los 10 a 90 m.s.n.m.

#### 3.1.2 Localización

El área de estudio presenta el siguiente sistema de coordenadas: UTM WGS84: 496949 E y 9459937 N, con una elevación promedio de 45 m.s.n.m. aproximadamente.

**Figura 18.**

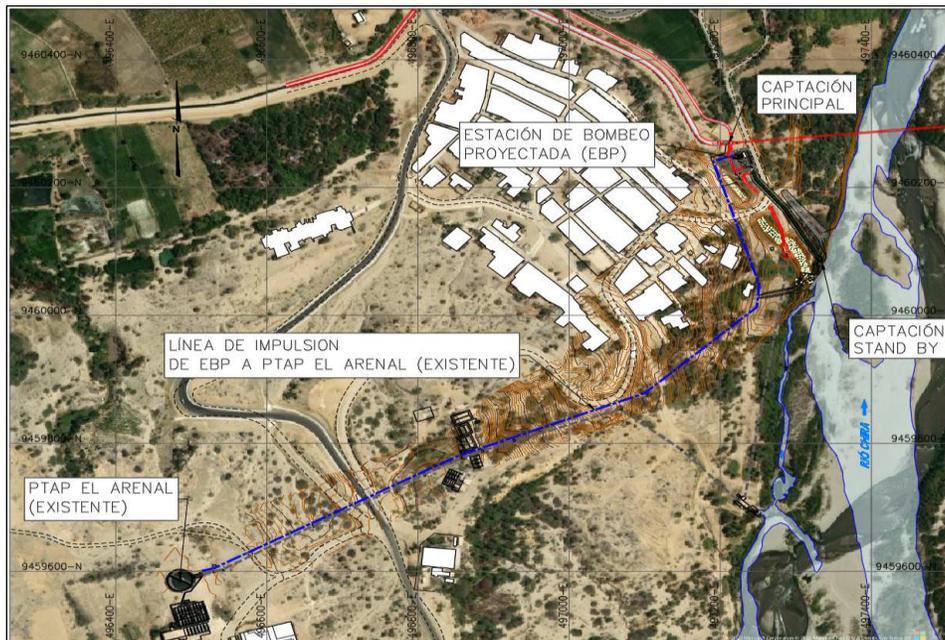
*Macro localización del área de estudio*



*Fuente: Google Earth. Elaboración propia.*

**Figura 19.**

*Ubicación del área de estudio con imagen satelital*



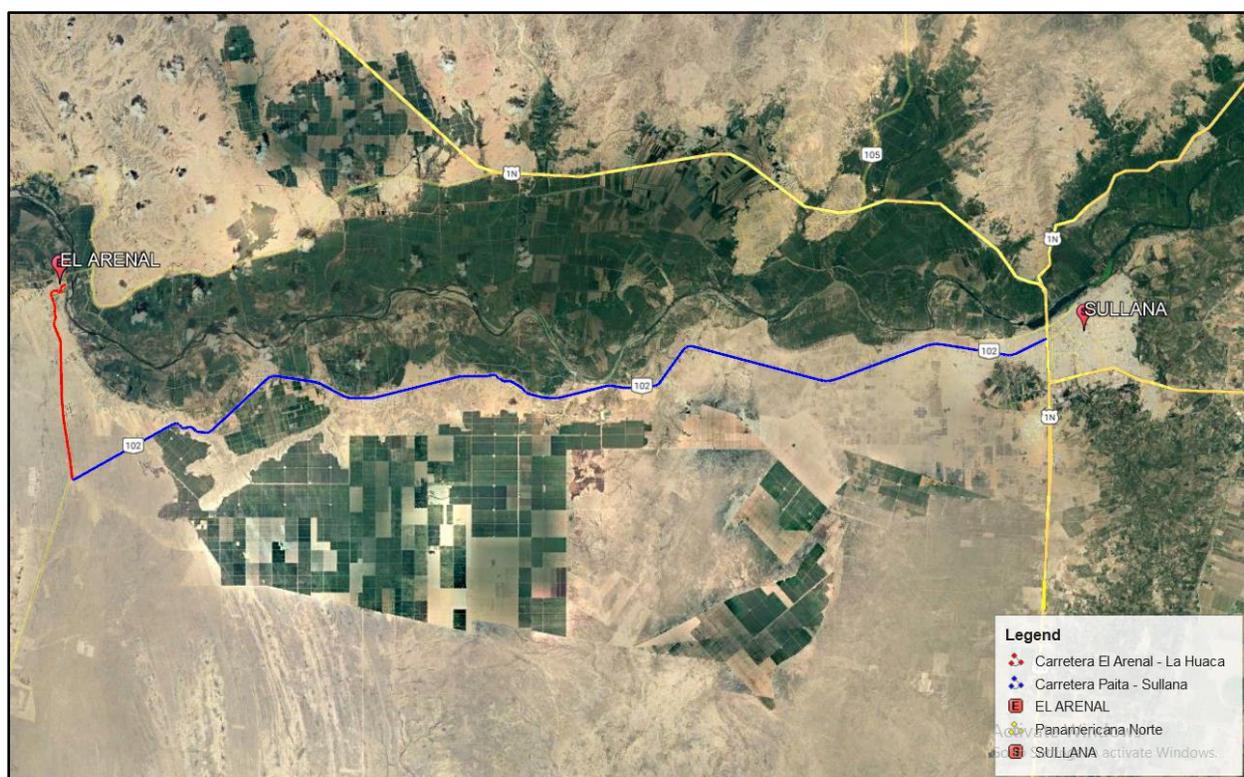
*Fuente: Google Earth. Elaboración propia.*

### 3.1.3 Accesibilidad

El acceso hacia el distrito El Arenal, se inicia desde el Km 1021 de la carretera Panamericana Norte (PE-1N), Ovalo Tallán, distrito de Sullana, luego se toma el desvío de la carretera Paita – Sullana (39.4 km). Finalmente, se toma el desvío de la carretera El Arenal – La Huaca (7.9 km), todas las carreteras son asfaltadas.

**Figura 20.**

*Trayectoria hacia el área de estudio*



*Fuente: Google Earth. Elaboración propia.*

### 3.1.4 Clima

El clima del distrito de El Arenal es seco y árido, con una temperatura que varía entre los 22 y 31°C. Humedad relativa promedio de 78%, con predominio de dirección de viento Sur y velocidad de viento promedio de 4.1 m/s.

La humedad atmosférica es alta durante todo el año. Las precipitaciones son estacionarias durante el verano, con registros promedio de 400 mm/año; sin embargo, la influencia de la corriente de El Niño sobre el ecosistema genera volúmenes de hasta 4000 mm/año (1982-83). Este considerable volumen de precipitaciones activa las “quebradas secas” y produce crecientes extraordinarios en los ríos produciéndose deslizamientos e inundaciones en las zonas aledañas. (Fuente: Estudio hidrológico del Proyecto).

## **3.2 Enfoque y diseño**

### **3.2.1 Enfoque**

Según (Henández Sampieri, 2014), el enfoque del trabajo monográfico es cuantitativa, debido a que presenta un planteamiento definido, el cual tiene como base la recolección de datos (censos poblacionales, demandas); luego, se hace uso de la medición numérica y el análisis estadístico (método geométrico para estimar la proyección de la población futura) con el fin de alcanzar los objetivos propuestos. También, su proceso es secuencial porque cada etapa precede a la siguiente y no se podrá omitir, estas presentan un orden riguroso, salvo que se requiera afinar alguna de ellas.

### **3.2.2 Diseño**

Según (Arias Odón, 2012), el diseño es documental monográfico, ya que consiste en un desarrollo profundo y amplio de una materia específica, cuya recopilación de los datos obtenidos proviene de fuentes tales como (INEI PERU, 2007; 2017) y EPS (Entidad prestadora de servicio de saneamiento).

Por otra parte; también el diseño es no experimental transversal porque no hay manipulación de los datos y se evalúan para un tiempo único de 20 años (Henández Sampieri, 2014).

### **3.3 Población y muestra**

Se considera la población al nuevo sistema de captación a rediseñar, el cual consta de captaciones y línea de impulsión y la muestra es el caudal de diseño.

### **3.4 Selección de la muestra**

Se determina a través de un muestreo no probabilístico casual (Arias Odón, 2012), se cada componente de la población del sistema hidráulico, se enumeró todos sus elementos y se pudo observar que el caudal de diseño es el elemento de mayor participación de cada componente.

### **3.5 Procesamiento**

Consta de 3 etapas, las cuales se detallan a continuación:

Etapa I, la recopilación de la información teórica conceptual tanto nacional como internacional con respecto al tema en desarrollo.

Etapa II, se procesó y evaluó la información recopilada, mediante medición numérica.

Etapa III, se determinó la metodología de acuerdo con el enfoque en base a un esquema o marco estratégico con coherencia y sentido práctico a las actividades para obtener los objetivos propuestos que den solución al problema. Finalmente, se consideró el trabajo con un enfoque cuantitativo.

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Presentación, análisis e interpretación de datos

#### 4.1.1 Proyección de la población

Se determinó en base a la información de los censos nacionales de 2007 y 2017, **Tabla 14** y **Tabla 15**.

**Tabla 14.**

*Datos de la población censada, en los distritos de la provincia de Paita*

<b>PROVINCIA DE PAITA: POBLACION CENSADA SEGÚN DISTRITO 2007 - 2017</b>			
<b>DISTRITO</b>	<b>POBLACION CENSADA</b>		<b>VIVIENDAS</b>
	<b>2007</b>	<b>2017</b>	<b>2017</b>
Paita	72,522	87,979	27,532
Colán	12,332	14,869	4,618
El Arenal	1,092	1,136	424
La Huaca	10,867	12,950	3,660
Tamarindo	4,402	4,923	1,667
Amotape	2,305	2,413	812
Vichayal	5,015	5,622	1,822

*Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y 2017.*

**Tabla 15.**

*Datos de la población censada, en los distritos de la provincia de Talara.*

<b>PROVINCIA DE TALARA: POBLACION CENSADA SEGÚN DISTRITO 2007 - 2017</b>			
<b>DISTRITO</b>	<b>POBLACION CENSADA</b>		<b>VIVIENDAS</b>
	<b>2007</b>	<b>2017</b>	<b>2017</b>
Pariñas	88,108	98,309	27,373
El Alto	7,137	8,316	2,662
La Brea	12,486	12,486	3,580
Lobitos	1,506	1,312	459
Los Órganos	9,612	10,699	3,751
Máncora	10,547	13,028	4,421

*Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y 2017.*

Se elabora el cálculo para el distrito de Paita y se seguirá el mismo procedimiento para el resto de los distritos de las provincias de Paita y Talara. Luego para determinar la densidad

poblacional se usa la **ecuación (18)** y los datos del censo nacional 2017. Asimismo, para determinar la tasa de crecimiento se usa la **ecuación (17)** y los datos de los censos nacionales 2007 y 2017. Con respecto a la tasa de crecimiento, es importante mencionar que el distrito Lobitos se consideró la tasa de crecimiento positiva menor de su respectiva provincia.

**Ecuación (18):**

$$D_P = \frac{P_o}{N_v} \quad (18)$$

$P_o$ : Población (censo 2017): 87,979 hab.

$N_v$ : Número de viviendas (censo 2017): 27,532 viv.

$D_p$ : Densidad poblacional.

$$D_P = \frac{87,979 \text{ hab}}{27,532 \text{ viv}} = 3.20 \frac{\text{hab}}{\text{viv}}$$

**Ecuación (17):**

$$P_f = P_i(1 + r)^t \quad (17)$$

$P_i$ : Población inicial (censo 2007): 72,522 hab.

$P_f$ : Población futura (censo 2017): 87,979 hab.

$t$ : Tiempo de proyección: 10 años

$r$ : tasa de crecimiento.

$$r = \sqrt[10]{\frac{87,979 \text{ hab}}{72,522 \text{ hab}}} - 1 = 1.95\%$$

Luego se empleó nuevamente la ecuación (17) para precisar la población actual para el año 2022 (este se considera el año 1 del Proyecto).

**Ecuación (17):**

$$P_f = P_i(1 + r)^t \quad (17)$$

$P_i$ : Población inicial (censo 2017): 87,979 hab.

$r$ : Tasa de crecimiento: 1.95%

$t$ : Tiempo de proyección: 5 años

$P_f$ : Población futura (Año 2022)

$$P_f = 87,979 \text{ hab} * (1 + 1.95\%)^5 \text{ años} = 96,902 \text{ hab}$$

De igual forma para el resto de los distritos, se determinó en base a la información de los censos nacionales del 1993 y 2007, mostradas en la **Tabla 14** y **Tabla 15**, y el resultado de aplicar estas se muestran en la **Tabla 16**.

**Tabla 16.**

*Resultados del cálculo de proyección de la población actual, provincias de Paita y Talara*

Provincia	Distrito	Censo 2007		Censo 2017		Tasa de crecimiento pob.	Tasa de crecimiento a ser utilizada	Población Año 2022
		Población	Población	Viviendas	Densidad Poblacional Hab/viv			
Paita	Paita	72,522	87,979	27,532	3.20	1.95%	1.95%	96,902
	Colán	12,332	14,869	4,618	3.22	1.89%	1.89%	16,327
	El Arenal	1,092	1,136	424	2.68	0.40%	0.40%	1,159
	La Huaca	10,867	12,950	3,660	3.54	1.77%	1.77%	14,137
	Tamarindo	4,402	4,923	1,667	2.95	1.12%	1.12%	5,206
	Amotape	2,305	2,413	812	2.97	0.46%	0.46%	2,469
	Vichayal	5,015	5,622	1,822	3.09	1.15%	1.15%	5,953
Talara	Pariñas	88,108	98,309	27,373	3.59	1.10%	1.10%	103,844
	El Alto	7,137	8,316	2,662	3.12	1.54%	1.54%	8,977
	La Brea	12,486	12,486	3,580	3.49	0.00%	1.08%	13,173
	Lobitos	1,506	1,312	459	2.86	-1.37%	1.08%	1,384

Provincia	Distrito	Censo 2007		Censo 2017		Tasa de crecimiento pob.	Tasa de crecimiento a ser utilizada	Población Año 2022
		Población	Población	Viviendas	Densidad Poblacional Hab/viv			
	Los Órganos	9,612	10,699	3,751	2.85	1.08%	1.08%	11,288
	Máncora	10,547	13,028	4,421	2.95	2.14%	2.14%	14,479
							<b>Total</b>	295,298

*Fuente: Elaboración propia*

## 4.1.2 Diseño de demanda futura de agua potable

### 4.1.2.1 Diseño de demanda doméstica de agua potable

La entidad prestadora de servicios de saneamiento de las provincias de Paita y Talara cuentan con registros de la prestación del abastecimiento de agua para todos los distritos de las provincias señaladas que incluyen las clases de conexiones: domésticas, comercial, industrial, estatal y social, **Tabla 17**, estas se usarán para determinar la demanda futura en su verdadera dimensión.

En la tabla indicada se tiene:

- C/MED = suministro con conexión administrada por la entidad prestadora de servicios de saneamiento.
- S/MED = suministro sin conexión, pero abastecidos de formas diferentes por la entidad prestadora de servicios de saneamiento.

**Tabla 17.**

*Número de conexiones y clase de conexiones por distrito, provincias de Paita y Talara*

Provincia	Distrito	Número de conexiones										Total de conexiones
		Doméstica		Comercial		Industrial		Estatal		Social		
		C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	
	Paita	5,787	4,001	314	214	60	12	35	27	35	85	10,570
	Colán	1,804	1,543	37	33	4	2	12	17	12	5	3,469
Paita	El Arenal	103	198	4	5	1	0	2	6	1	2	322
	La Huaca	1,247	788	3	11	0	0	13	16	6	8	2,092
	Tamarindo	617	460	10	0	0	0	9	4	3	0	1,103
	Amotape	158	390	7	8	0	0	4	10	2	2	581

Provincia	Distrito	Número de conexiones										Total de conexiones
		Doméstica		Comercial		Industrial		Estatal		Social		
		C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	
Talara	Vichayal	452	498	7	15	0	0	11	8	2	5	998
	Pariñas	8,567	9,022	684	303	22	7	47	23	38	15	18,728
	El Alto	1,861	399	61	16	0	0	12	8	9	9	2,375
	La Brea	1,168	1,902	61	13	8	0	14	5	10	4	3,185
	Lobitos	157	224	23	43	2	0	4	9	1	1	464
	Los Órganos	1,548	942	121	29	8	0	14	9	7	2	2,680
	Máncora	1,319	1,213	293	56	17	1	19	16	8	2	2,944
<b>TOTAL DE CONEXIONES DE LAS PROVINCIAS DE PAITA TALARA</b>												49,511

*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

Otro registro que lleva la entidad prestadora de servicios de saneamiento son los registros de máximos consumos mensuales, **Tabla 18**.

Otro registro es el porcentaje de perdidas promedio distrital, **Tabla 19**, es obtenido por la relación de volumen facturado entre el volumen producido por distrito, debido a que las poblaciones de las provincias de Paita y Talara tiene un crecimiento constante se considera un valor porcentual único para cada provincia.

**Tabla 18.**

*Registro de máximos consumos por distrito, provincias de Paita y Talara*

Provincia	Distrito	Máximos consumos (m <sup>3</sup> /conex/mes)									
		Doméstica		Comercial		Industrial		Estatal		Social	
		C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	C/MED	S/MED	C/MED	S/MED
Paita	Paita	13.05	14.50	37.01	40.53	2,667.19	866.18	114.39	88.68	64.40	57.70
	Colán	13.47	12.62	273.39	139.41	1,031.33	122.50	39.75	25.67	20.27	120.00
	El Arenal	10.33	20.02	58.20	41.20	89.00	0.00	82.50	38.83	10.00	10.00
	La Huaca	9.20	8.38	74.00	144.00	0.00	0.00	103.64	40.25	16.13	14.50
	Tamarindo	8.62	9.43	52.00	0.00	5.80	0.00	38.64	20.00	45.33	0.00
	Amotape	18.00	20.00	20.50	30.00	13.00	6.00	62.90	30.00	5.50	6.00
	Vichayal	7.68	9.18	94.00	30.00	104.75	35.29	59.82	44.00	97.33	45.00
Talara	Pariñas	21.68	15.69	45.66	44.08	2,225.58	75.00	184.09	37.93	38.56	19.30
	El Alto	4.86	6.94	11.76	14.80	0.00	0.00	6.69	9.60	4.00	7.56
	La Brea	15.94	16.61	59.80	18.58	172.67	50.00	30.64	172.00	33.10	0.00
	Lobitos	6.46	22.36	5.86	30.00	0.00	0.00	37.75	5.00	31.00	0.00
	Los Órganos	9.84	6.12	60.46	13.59	40.67	5.00	5.91	5.00	3.43	6.00
	Máncora	29.92	18.56	237.80	42.49	132.21	100.00	41.15	113.00	9.67	33.00

*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

**Tabla 19.**

*Porcentaje de pérdidas promedio distrital, provincias Paita y Talara*

Provincia	Distrito	% Pérdidas promedio distrital
PAITA	Paita	58.64%
	Colán	
	El Arenal	
	La Huaca	
	Tamarindo	
	Amotape	
TALARA	Vichayal	55.81%
	Pariñas	
	El Alto	
	La Brea	
	Lobitos	
	Los Órganos	
	Máncora	

*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma OS100; indica que la dotación es de 220 l/hab/día, pero la información alcanzada por la entidad prestadora de servicio de saneamiento, **Tabla 18**, registra valores que están por debajo

Para el distrito de Paita:

Se considero los registros de máximos consumos los cuales son: con medición 13.05 m<sup>3</sup>/conex/ mes y sin medición 14.50 m<sup>3</sup>/conex/ mes, además de la **Tabla 16** la densidad poblacional 3.20 hab/conex.

- Con medición, homogenizando unidades:

$$13.05 \frac{m^3}{mes * conex} \left( \frac{1000 l}{1 m^3} \right) * \left( \frac{conex}{3.20 hab} \right) * \frac{1 mes}{30 dias} = 136.08 \frac{l}{día * hab}$$

Para poder alcanzar la dotación recomendada por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma OS100, se utilizó la **ecuación (19)** entonces la diferencial de dotación será:

$$220 \frac{l}{\text{día} * \text{hab}} - 136.08 \frac{l}{\text{día} * \text{hab}} = 83.92 \frac{l}{\text{día} * \text{hab}}$$

Este valor obtenido 83.92 l/hab/día no se debe considerar el % pérdida promedio distrital, para ello se utilizó la **ecuación (20)**.

$$83.92 \frac{l}{\text{día} * \text{hab}} (100\% - 58.64\%) = 34.71 \frac{l}{\text{día} * \text{hab}}$$

Homogenizando unidades:

$$34.71 \frac{l}{\text{día} * \text{hab}} * \left( \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \right) * \left( \frac{3.20 \text{ hab}}{\text{conex}} \right) * \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 3.33 \frac{\text{m}^3}{\text{mes} * \text{conex}}$$

Finalmente, el consumo doméstico proyectado con conexión que considera el criterio de la dotación recomendada por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma OS100, será la suma del registro de consumo doméstico por parte de entidad prestadora de servicio de saneamiento y el incremento de dotación faltante.

**Ecuación (21):**

$$C. \text{Doméstico}_{\text{proyectado}} = C. \text{Doméstico}_{\text{registrado}} + \Delta \text{Dotación}'' \quad (21)$$

C. Doméstico<sub>registrado</sub>: Consumo doméstico registrado (con conexión): 13.05 m<sup>3</sup>/conex/mes.

Δ Dotación'': Diferencial de dotación sin considerar el % pérdida promedio distrital (con conexión): 3.33 m<sup>3</sup>/conex/mes.

C. Doméstico<sub>proyectado</sub>: Consumo doméstico proyectado (con conexión).

$$C. \text{Doméstico}_{\text{proyectado}} = 13.05 \frac{\text{m}^3}{\text{mes} * \text{conex}} + 3.33 \frac{\text{m}^3}{\text{mes} * \text{conex}} = 16.37 \frac{\text{m}^3}{\text{mes} * \text{conex}}$$

- Sin medición, homogenizando unidades:

$$14.50 \frac{m^3}{mes * conex} \left( \frac{1000 l}{1 m^3} \right) * \left( \frac{conex}{3.20 hab} \right) * \frac{1 mes}{30 dias} = 151.28 \frac{l}{día * hab}$$

Para poder alcanzar la dotación recomendada por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma OS100, se utilizó la **ecuación (19)** entonces la diferencial de dotación será:

$$220 \frac{l}{día * hab} - 151.28 \frac{l}{día * hab} = 68.72 \frac{l}{día * hab}$$

Este valor obtenido 68.72 l/hab/día no se debe considerar el % pérdida promedio distrital, para ello se utilizó la **ecuación (20)**.

$$68.72 \frac{l}{día * hab} (100\% - 58.64\%) = 28.42 \frac{l}{día * hab}$$

Homogenizando unidades:

$$28.42 \frac{l}{día * hab} * \left( \frac{1 m^3}{1000 l} \right) * \left( \frac{3.20 hab}{conex} \right) * \frac{30 dias}{1 mes} = 2.72 \frac{m^3}{mes * conex}$$

Finalmente, el consumo doméstico proyectado sin conexión que considera el criterio de la dotación recomendada por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma OS100, será la suma del registro de consumo doméstico por parte de entidad prestadora de servicio de saneamiento y el incremento de dotación faltante.

**Ecuación (21):**

$$C. Domestico_{proyectado} = C. Domestico_{registrado} + \Delta Dotación'' \quad (21)$$

C. Doméstico<sub>registrado</sub>: Consumo doméstico registrado (sin conexión): 14.50 m<sup>3</sup>/conex/mes.

$\Delta$  Dotación'': Diferencial de dotación sin considerar el % pérdida promedio distrital (con conexión): 2.72 m<sup>3</sup>/conex/mes.

C. Doméstico proyectado: Consumo doméstico proyectado (con conexión).

$$C.Domestico_{proyectado} = 14.50 \frac{m^3}{mes * conex} + 2.72 \frac{m^3}{mes * conex} = 17.23 \frac{m^3}{mes * conex}$$

El consumo doméstico proyectado para el distrito de Paita será 16.37 m<sup>3</sup>/conex/mes con medición y 17.23 m<sup>3</sup>/conex/mes sin medición.

Este procedimiento se realiza de igual forma para el resto de los distritos de ambas provincias, cuyo resultado se muestra en la **Tabla 20**.

**Tabla 20.**

*Consumos domésticos proyectados según RNE por distrito, provincias Paita y Talara*

Consumos promedios proyectados con abastecimiento de 24 horas												
Provincia	Distrito	Consumos domésticos (dotaciones máximas)				Dotación R.N.E.	Δ dotaciones				Consumos domésticos proyectados (RNE)	
		C/ME D (m3/conex/mes)	S/ME D	C/ME D	S/ME D		C/ME D	S/ME D	C/ME D	S/ME D	C/ME D	S/ME D
Paita	Paita	13.05	14.50	136.08	151.28	220	83.92	68.72	3.33	2.72	<b>16.37</b>	<b>17.23</b>
	Colán	13.47	12.62	139.43	130.64	220	80.57	89.36	3.22	3.57	<b>16.69</b>	<b>16.19</b>
	El Arenal	10.33	20.02	128.56	249.09	220	91.44	0.00	3.04	0.00	<b>13.37</b>	<b>20.02</b>
	La Huaca	9.20	8.38	86.68	78.97	220	133.32	141.03	5.85	6.19	<b>15.05</b>	<b>14.57</b>
	Tamarindo	8.62	9.43	97.30	106.44	220	122.70	113.56	4.50	4.16	<b>13.12</b>	<b>13.59</b>
	Amotape	18.00	20.00	201.91	224.34	220	18.09	0.00	0.67	0.00	<b>18.67</b>	<b>20.00</b>
	Vichayal	7.68	9.18	82.96	99.21	220	137.04	120.79	5.25	4.62	<b>12.93</b>	<b>13.81</b>
<b>Promedio ponderado consumos Zonal Paita</b>											<b>15.92</b>	<b>16.54</b>
Talara	Pariñas	21.68	15.69	201.22	145.59	220	18.78	74.41	0.89	3.54	<b>22.57</b>	<b>19.23</b>
	El Alto	4.86	6.94	51.87	74.10	220	168.13	145.90	6.96	6.04	<b>11.82</b>	<b>12.99</b>
	La Brea	15.94	16.61	152.36	158.72	220	67.64	61.28	3.13	2.83	<b>19.07</b>	<b>19.44</b>
	Lobitos	6.46	22.36	75.37	260.80	220	144.63	0.00	5.48	0.00	<b>11.94</b>	<b>22.36</b>
	Los Órganos	9.84	6.12	114.96	71.47	220	105.04	148.53	3.97	5.62	<b>13.81</b>	<b>11.73</b>
	Máncora	29.92	18.56	338.44	209.89	220	0.00	10.11	0.00	0.39	<b>29.92</b>	<b>18.95</b>
<b>Promedio ponderado consumos Zonal Talara</b>											<b>20.55</b>	<b>18.59</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Se consideró una demanda futura de agua con servicio de 24 horas para toda la población.

La población actual para el año 2022 (año 1 del proyecto), la densidad poblacional y tasa de crecimiento de cada distrito, se muestra en la **Tabla 16**.

La población actual para el año 2022 y la densidad poblacional, **Tabla 16**, permitió conocer el número de viviendas.

El total de conexiones (viviendas) domésticas, **Tabla 17**, y la densidad poblacional, permitió conocer la población actual atendida.

Para el cálculo de la demanda futura de agua potable de cada distrito, se consideraron criterios individuales propios de cada uno de ellos, los cuales fueron:

- ✓ Se considera que el % de pérdidas promedio distrital en los distritos de las provincias de Paita y Talara para el año 23 se reducirá, según las proyecciones de la entidad prestadora de servicios de saneamiento.
- ✓ La entidad prestadora de servicios de saneamiento tiene proyectado optimizar los % de medición de todas las clases de conexiones doméstica y otros (comercial, industrial, estatal y social), con la implementación de micromedición, las que se incrementará de año a año hasta lograr un alto porcentaje de medición para el año 23, en concordancia con la programación que se muestra en la **Tabla 25** para los distritos de la provincia de Paita y en **Tabla 34** para los distritos de la provincia de Talara.
- ✓ La entidad prestadora de servicios de saneamiento tiene proyectado aumentar el % de cobertura de agua potable, las que se incrementará de año a año hasta lograr un alto % de cobertura de agua potable para el año 23, en concordancia con la

programación que se muestra en la **Tabla 25** para los distritos de la provincia de Paita y en **Tabla 34** para los distritos de la provincia de Talara.

La entidad prestadora de servicios de saneamiento proporcionará en base a los registros de consumo la siguiente información:

- ✓ Número de conexiones y clase de conexiones por distrito, provincias de Paita y Talara, **Tabla 17**.
- ✓ Registro de máximos consumos (comercial, industrial, estatal y social) por distrito, provincias de Paita y Talara, **Tabla 18**.
- ✓ El % de pérdidas promedio distrital, provincias Paita y Talara, **Tabla 19**.
- ✓ La proyección del % de medición doméstica y otros (comercial, industrial, estatal y social), asimismo, la proyección del % de cobertura de agua potable de los distritos de las provincias de Paita y Talara, **Tabla 25** y **Tabla 34** respectivamente.

Los criterios para la proyección de la demanda futura de agua potable de los distritos de las provincias de Paita y Talara se muestran en la **Tabla 25** y **Tabla 34** respectivamente.

#### 4.1.2.2 Diseño de demanda futura de agua potable con cobertura

La determinación de la demanda futura de agua potable para el distrito de Paita en el **año 1** del proyecto, hacemos uso de la **ecuación (23)**.

$$Pob_{atendida} = Pob_{año 1} * \% Cob_{año 1} \quad (23)$$

$Pob_{año 1}$ : Población para el año 1: 96,902hab.

$\% Cob_{año 1}$ : % Cobertura de agua potable para el año 1: 32.28%

$Pob_{atendida}$ : Población atendida en el año 1.

$$Pob_{atendida} = 96,902hab * 32.28\% = 31,278hab.$$

De la **Tabla 17**, las clases de conexiones doméstica, comercial, industrial, estatal y social con y sin medición presentan las siguientes cantidades alcanzada por la entidad prestadora de servicios de saneamiento:

$$N^{\circ} conex_{Doméstica} \begin{array}{l} C/MED = 5,787 \\ S/MED = 4,001 \end{array}$$

$$N^{\circ} conex_{Comercial} \begin{array}{l} C/MED = 314 \\ S/MED = 214 \end{array}$$

$$N^{\circ} conex_{Industrial} \begin{array}{l} C/MED = 60 \\ S/MED = 12 \end{array}$$

$$N^{\circ} conex_{Estatad} \begin{array}{l} C/MED = 35 \\ S/MED = 27 \end{array}$$

$$N^{\circ} conex_{Social} \begin{array}{l} C/MED = 35 \\ S/MED = 85 \end{array}$$

De la **Tabla 20** el consumo doméstico proyectado (con y sin medición) calculado por la **ecuación (21)**, y **Tabla 18** consumo de agua de las clases comercial, industrial, estatal y social presenta los valores alcanzados por la entidad prestadora de servicios de saneamiento.

$$Consumo_{Doméstica} \begin{array}{l} C/MED = 16.37 \frac{m^3}{conex * mes} \\ S/MED = 17.23 \frac{m^3}{conex * mes} \end{array}$$

$$Consumo_{Comercial} \begin{array}{l} C/MED = 37.01 \frac{m^3}{conex * mes} \\ S/MED = 40.53 \frac{m^3}{conex * mes} \end{array}$$

$$\begin{aligned} C/MED &= 2,667.19 \frac{m^3}{conex * mes} \\ S/MED &= 866.18 \frac{m^3}{conex * mes} \end{aligned}$$

*Consumo*<sub>Industrial</sub>

$$\begin{aligned} C/MED &= 114.39 \frac{m^3}{conex * mes} \\ S/MED &= 88.68 \frac{m^3}{conex * mes} \end{aligned}$$

*Consumo*<sub>Estatad</sub>

$$\begin{aligned} C/MED &= 64.40 \frac{m^3}{conex * mes} \\ S/MED &= 57.70 \frac{m^3}{conex * mes} \end{aligned}$$

*Consumo*<sub>Social</sub>

Con estos resultados calculamos el consumo de agua de las clases dom6stica, comercial, industrial, estatal y social, adem6s homogenizando unidades obtuvimos:

$$ConsumoAgua_{Dom6stica} = \left[ (5,787 \text{ conex}) * \left( 16.37 \frac{m^3}{conex * mes} \right) + (4,001 \text{ conex}) * \left( 17.23 \frac{m^3}{conex * mes} \right) \right] \left( \frac{1000l * mes}{m^3 * 30d\text{ias}} \right)$$

$$ConsumoAgua_{Dom6stica} = 5,455,913 \frac{l}{dia}$$

$$ConsumoAgua_{Comercial} = \left[ (314 \text{ conex}) * \left( 37.01 \frac{m^3}{conex * mes} \right) + (214 \text{ conex}) * \left( 40.53 \frac{m^3}{conex * mes} \right) \right] \left( \frac{1000l * mes}{m^3 * 30d\text{ias}} \right)$$

$$ConsumoAgua_{Comercial} = 676,519 \frac{l}{dia}$$

$$ConsumoAgua_{Industrial} = \left[ (60 \text{ conex}) * \left( 2,667.19 \frac{m^3}{conex * mes} \right) + (12 \text{ conex}) * \left( 866.18 \frac{m^3}{conex * mes} \right) \right] \left( \frac{1000l * mes}{m^3 * 30d\text{ias}} \right)$$

$$ConsumoAgua_{Industrial} = 5,680,856 \frac{l}{dia}$$

$$ConsumoAgua_{Estatad} = \left[ (35 \text{ conex}) * \left( 114.39 \frac{m^3}{conex * mes} \right) + (27 \text{ conex}) * \left( 88.68 \frac{m^3}{conex * mes} \right) \right] \left( \frac{1000l * mes}{m^3 * 30d\text{ias}} \right)$$

$$ConsumoAgua_{Estatad} = 213,274 \frac{l}{dia}$$

$$\text{ConsumoAgua}_{\text{Social}} = \left[ (35 \text{ conex}) * \left( 64.40 \frac{\text{m}^3}{\text{conex} * \text{mes}} \right) + (85 \text{ conex}) * \left( 57.70 \frac{\text{m}^3}{\text{conex} * \text{mes}} \right) \right] \left( \frac{1000 \text{l} * \text{mes}}{\text{m}^3 * 30 \text{días}} \right)$$

$$\text{ConsumoAgua}_{\text{Social}} = 238,620 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

Entonces el **consumo de agua total** para el año 1, será:

$$\text{ConsumoAgua}_{\text{Total}} = 5,455,913 \frac{\text{l}}{\text{día}} + 676,519 \frac{\text{l}}{\text{día}} + 5,680,856 \frac{\text{l}}{\text{día}} + 213,274 \frac{\text{l}}{\text{día}} + 238,620 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$\text{ConsumoAgua}_{\text{Total}} = 12,265,182 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

Luego, para determinar la demanda futura de agua potable para el año 1, al consumo de agua se debe incluir el % de pérdidas promedio distrital del año 1:

$$\text{DemandaAgua} = \frac{12,265,182 \frac{\text{l}}{\text{día}}}{(100\% - 58.64\%)} = 29,654,695 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

Homogenizando unidades, obtenemos:

$$\text{DemandaAgua} = 29,654,695 \frac{\text{l}}{\text{día}} * \frac{\text{día}}{86,400\text{s}} = 343.23 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Al valor obtenido se multiplica el factor de 1.3, el cual es el factor de caudal máximo diario, entonces:

**Ecuación (24):**

$$\text{DemandaAgua} = 1.3 * 343.23 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 446.19 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Este proceso se seguirá para el resto de los años de vida útil del proyecto, hasta el año 23, donde año a año se logra incrementar los % de cobertura de agua potable, reducción de % pérdidas

promedio distrital, incremento % de medición doméstica y otros, mostrados en la **Tabla 21**, **Tabla 22**, **Tabla 23** y **Tabla 24** respectivamente.

**Tabla 21.**

*Distribución de la variación % cobertura de agua potable, provincias Paita y Talara*

Año	% COBERTURA DE AGUA POTABLE												
	DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE PAITA							DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE TALARA					
	Paita	Colán	El Arenal	La Huaca	Tamarindo	Vichayal	Amotape	Pariñas	El Alto	La Brea	Lobitos	Los Órganos	Máncora
1	32.28%	66.01%	69.60%	50.93%	61.09%	49.25%	65.96%	60.83%	78.65%	81.28%	78.68%	62.92%	51.53%
2	32.28%	66.01%	69.60%	50.93%	61.09%	49.25%	65.96%	60.83%	78.65%	81.28%	78.68%	62.92%	51.53%
3	70.57%	66.01%	69.60%	50.93%	61.09%	49.25%	65.96%	86.95%	78.65%	81.28%	78.68%	62.92%	51.53%
4	80.99%	67.70%	71.12%	53.39%	62.79%	51.53%	67.66%	87.60%	79.72%	82.22%	79.74%	64.77%	53.95%
5	81.50%	69.40%	72.64%	55.84%	64.48%	53.82%	69.36%	96.48%	80.79%	83.15%	80.81%	66.63%	56.38%
6	82.25%	71.10%	74.16%	58.29%	66.18%	56.11%	71.07%	97.13%	81.85%	84.09%	81.88%	68.48%	58.80%
7	83.00%	72.80%	75.68%	60.75%	67.87%	58.40%	72.77%	97.79%	82.92%	85.03%	82.94%	70.34%	61.22%
8	83.75%	74.50%	77.20%	63.20%	69.57%	60.68%	74.47%	98.44%	83.99%	85.96%	84.01%	72.19%	63.65%
9	84.50%	76.20%	78.72%	65.65%	71.26%	62.97%	76.17%	99.09%	85.06%	86.90%	85.07%	74.04%	66.07%
10	85.25%	77.90%	80.24%	68.11%	72.96%	65.26%	77.87%	99.74%	86.12%	87.83%	86.14%	75.90%	68.50%
11	86.00%	79.60%	81.76%	70.56%	74.66%	67.55%	79.58%	100.40%	87.19%	88.77%	87.21%	77.75%	70.92%
12	86.75%	81.30%	83.28%	73.01%	76.35%	69.83%	81.28%	101.05%	88.26%	89.70%	88.27%	79.61%	73.34%
13	87.50%	83.00%	84.80%	75.47%	78.05%	72.12%	82.98%	101.70%	89.33%	90.64%	89.34%	81.46%	75.77%
14	88.25%	84.70%	86.32%	77.92%	79.74%	74.41%	84.68%	102.35%	90.39%	91.58%	90.40%	83.31%	78.19%
15	89.00%	86.40%	87.84%	80.37%	81.44%	76.70%	86.38%	103.01%	91.46%	92.51%	91.47%	85.17%	80.61%
16	89.75%	88.10%	89.36%	82.83%	83.13%	78.99%	88.09%	103.66%	92.53%	93.45%	92.54%	87.02%	83.04%
17	90.50%	89.80%	90.88%	85.28%	84.83%	81.27%	89.79%	104.31%	93.60%	94.38%	93.60%	88.88%	85.46%
18	91.25%	91.50%	92.40%	87.73%	86.52%	83.56%	91.49%	104.96%	94.66%	95.32%	94.67%	90.73%	87.88%
19	92.00%	93.20%	93.92%	90.19%	88.22%	85.85%	93.19%	105.62%	95.73%	96.26%	95.74%	92.58%	90.31%
20	92.75%	94.90%	95.44%	92.64%	89.91%	88.14%	94.89%	106.27%	96.80%	97.19%	96.80%	94.44%	92.73%
21	93.50%	96.60%	96.96%	95.09%	91.61%	90.42%	96.60%	106.92%	97.87%	98.13%	97.87%	96.29%	95.15%
22	94.25%	98.30%	98.48%	97.55%	93.30%	92.71%	98.30%	107.57%	98.93%	99.06%	98.93%	98.15%	97.58%
23	95.00%	100.00%	100.00%	100.00%	95.00%	95.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 22.**

*Distribución de la variación % pérdidas promedio distrital, provincias Paita y Talara*

Año	% PERDIDAS PROMEDIO DISTRITAL												
	DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE PAITA							DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE TALARA					
	Paita	Colán	El Arenal	La Huaca	Tamarindo	Vichayal	Amotape	Pariñas	El Alto	La Brea	Lobitos	Los Órganos	Máncora
1	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	55.81%	55.81%	55.81%	55.81%	55.81%	55.81%
2	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	55.81%	55.81%	55.81%	55.81%	55.81%	55.81%
3	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	58.64%	55.81%	55.81%	38.00%	55.81%	55.81%	55.81%
4	57.36%	56.83%	56.83%	56.83%	56.83%	56.83%	56.83%	54.67%	54.14%	37.23%	54.14%	54.14%	54.14%
5	56.08%	55.03%	55.03%	55.03%	55.03%	55.03%	55.03%	53.53%	52.48%	36.45%	52.48%	52.48%	52.48%
6	54.79%	53.22%	53.22%	53.22%	53.22%	53.22%	53.22%	52.39%	50.81%	35.68%	50.81%	50.81%	50.81%
7	53.51%	51.41%	51.41%	51.41%	51.41%	51.41%	51.41%	51.25%	49.15%	34.90%	49.15%	49.15%	49.15%
8	52.23%	49.61%	49.61%	49.61%	49.61%	49.61%	49.61%	50.11%	47.48%	34.13%	47.48%	47.48%	47.48%
9	50.95%	47.80%	47.80%	47.80%	47.80%	47.80%	47.80%	48.97%	45.82%	33.35%	45.82%	45.82%	45.82%
10	49.67%	45.99%	45.99%	45.99%	45.99%	45.99%	45.99%	47.83%	44.15%	32.58%	44.15%	44.15%	44.15%
11	48.38%	44.18%	44.18%	44.18%	44.18%	44.18%	44.18%	46.69%	42.49%	31.80%	42.49%	42.49%	42.49%
12	47.10%	42.38%	42.38%	42.38%	42.38%	42.38%	42.38%	45.55%	40.82%	31.03%	40.82%	40.82%	40.82%
13	45.82%	40.57%	40.57%	40.57%	40.57%	40.57%	40.57%	44.41%	39.16%	30.25%	39.16%	39.16%	39.16%
14	44.54%	38.76%	38.76%	38.76%	38.76%	38.76%	38.76%	43.26%	37.49%	29.48%	37.49%	37.49%	37.49%
15	43.26%	36.96%	36.96%	36.96%	36.96%	36.96%	36.96%	42.12%	35.82%	28.70%	35.82%	35.82%	35.82%
16	41.97%	35.15%	35.15%	35.15%	35.15%	35.15%	35.15%	40.98%	34.16%	27.93%	34.16%	34.16%	34.16%
17	40.69%	33.34%	33.34%	33.34%	33.34%	33.34%	33.34%	39.84%	32.49%	27.15%	32.49%	32.49%	32.49%
18	39.41%	31.54%	31.54%	31.54%	31.54%	31.54%	31.54%	38.70%	30.83%	26.38%	30.83%	30.83%	30.83%
19	38.13%	29.73%	29.73%	29.73%	29.73%	29.73%	29.73%	37.56%	29.16%	25.60%	29.16%	29.16%	29.16%
20	36.85%	27.92%	27.92%	27.92%	27.92%	27.92%	27.92%	36.42%	27.50%	24.83%	27.50%	27.50%	27.50%
21	35.56%	26.11%	26.11%	26.11%	26.11%	26.11%	26.11%	35.28%	25.83%	24.05%	25.83%	25.83%	25.83%
22	34.28%	24.31%	24.31%	24.31%	24.31%	24.31%	24.31%	34.14%	24.17%	23.28%	24.17%	24.17%	24.17%



Año	% MEDICIÓN OTROS												
	DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE PAITA						DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE TALARA						
	Paita	Colán	El Arenal	La Huaca	Tamarindo	Vichayal	Amotape	Pariñas	El Alto	La Brea	Lobitos	Los Órganos	Máncora
21	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
22	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
23	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

*Fuente: Elaboración propia.*

Los resultados de la demanda futura de agua potable a lo largo de su vida útil se muestran desde la **Tabla 26** hasta la **Tabla 32** de los distritos de la provincia de Paita, de la misma manera, desde la **Tabla 35** hasta la **Tabla 40** para la provincia de Talara.

Además, los resultados de la demanda futura de agua potable a lo largo de su vida útil para las provincias de Paita y Talara se muestran en las **Tabla 33** y **Tabla 41** respectivamente.

Finalmente, los resultados de la demanda futura de agua potable a lo largo de su vida útil se muestran en la **Tabla 42**, y en el año 23 se obtuvo el valor de 2,050.63 l/s, homogenizando unidades, este será **el caudal de diseño**; sin embargo, para el dimensionamiento de nuestras estructuras hidráulicas, de manera práctica se asume el valor de **2.06m<sup>3</sup>/s**.

Tabla 25.

Crterios para la proyección de la demanda futura de agua potable por distrito, provincia de Paíta

DESCRIPCIÓN	DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE PAITA													
	Paíta		Colán		El Arenal		La Huaca		Tamarindo		Vichayal		Amotape	
	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy
POBLACIÓN ACTUAL (AÑO 2022)	96,902	--	16,327	--	1,159	--	14,137	--	5,206	--	5,953	--	2,469	--
NUMERO DE VIVIENDAS	30,324	--	4,618	--	432	--	3,995	--	1,763	--	1,929	--	831	--
TASA CRECIMIENTO <sup>(1)</sup>	1.95%	--	1.89%	--	0.40%	--	1.77%	--	1.12%	--	1.15%	--	0.46%	--
DENSIDAD POBLACIONAL	3.20	--	3.22	--	2.68	--	3.54	--	2.95	--	3.09	--	2.97	--
% PERDIDAS PROMEDIO DISTRITAL	58.64%	33.00%	58.64%	22.50%	58.64%	22.50%	58.64%	22.50%	58.64%	22.50%	58.64%	22.50%	58.64%	22.50%
% MEDICIÓN DOMÉSTICA	59.12%	90.00%	53.90%	90.00%	34.22%	70.00%	61.28%	95.00%	57.29%	70.00%	47.58%	90.00%	28.83%	70.00%
% MEDICIÓN OTROS	56.78%	100.00%	53.28%	100.00%	38.10%	100.00%	38.60%	100.00%	84.62%	100.00%	41.67%	100.00%	39.39%	100.00%
POBLACIÓN ACTUAL ATENDIDA	31,278	--	10,777	--	806	--	7,200	--	3,181	--	2,931	--	1,628	--
% COBERTURA DE AGUA POTABLE	32.28%	95.00%	66.01%	100.00%	69.60%	100.00%	50.93%	100.00%	61.09%	95.00%	49.25%	95.00%	65.96%	100.00%

(1) (Proyección INEI 2007-2017)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran las tablas de los resultados obtenidos para la demanda futura de agua potable en los distritos de la provincia de Paíta.

Tabla 26.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Paíta – 24 Horas

AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	96,902	32.28%	31,278	5,787	4,001	314	214	60	12	35	27	35	85	5,455,913	676,519	5,680,856	213,274	238,620	12,265,182	29,654,695	343.23	446.19
2	98,793	32.28%	31,888	5,900	4,079	314	214	60	12	35	27	35	85	5,562,378	676,519	5,680,856	213,274	238,620	12,371,647	29,912,106	346.20	450.07
3	100,720	70.57%	71,076	13,150	9,092	314	214	60	12	35	27	35	85	12,397,877	676,519	5,680,856	213,274	238,620	19,207,146	46,438,941	537.49	698.73
4	102,685	80.99%	83,162	15,789	10,236	532	0	73	0	62	0	121	0	14,495,107	656,278	6,449,269	238,189	259,517	22,098,360	51,822,991	599.80	779.74
5	104,688	81.50%	85,321	16,610	10,090	536	0	73	0	63	0	122	0	14,859,318	661,163	6,497,278	239,962	261,449	22,519,171	51,268,488	593.39	771.40
6	106,730	82.25%	87,785	17,514	9,957	540	0	74	0	63	0	123	0	15,276,320	666,049	6,545,288	241,735	263,381	22,992,772	50,862,214	588.68	765.29
7	108,812	83.00%	90,314	18,455	9,808	544	0	74	0	64	0	124	0	15,704,312	670,934	6,593,297	243,508	265,312	23,477,365	50,501,989	584.51	759.87
8	110,935	83.75%	92,908	19,434	9,640	548	0	75	0	64	0	125	0	16,142,157	675,820	6,641,307	245,281	267,244	23,971,809	50,181,723	580.81	755.05
9	113,099	84.50%	95,569	20,452	9,455	552	0	75	0	65	0	125	0	16,591,493	680,705	6,689,316	247,055	269,176	24,477,745	49,901,625	577.57	750.83
10	115,305	85.25%	98,298	21,511	9,250	556	0	76	0	65	0	126	0	17,051,738	685,590	6,737,326	248,828	271,108	24,994,589	49,657,467	574.74	747.16
11	117,554	86.00%	101,096	22,612	9,025	560	0	76	0	66	0	127	0	17,523,416	690,476	6,785,335	250,601	273,040	25,522,868	49,447,590	572.31	744.00
12	119,847	86.75%	103,967	23,756	8,779	564	0	77	0	66	0	128	0	18,006,500	695,361	6,833,345	252,374	274,972	26,062,552	49,269,447	570.25	741.32

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Paíta - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
13	122,185	87.50%	106,912	24,946	8,511	568	0	77	0	67	0	129	0	18,502,067	700,247	6,881,354	254,147	276,904	26,614,719	49,122,773	568.55	739.12
14	124,569	88.25%	109,932	26,182	8,220	572	0	78	0	67	0	130	0	19,009,532	705,132	6,929,363	255,920	278,836	27,178,783	49,004,333	567.18	737.33
15	126,999	89.00%	113,029	27,465	7,906	576	0	78	0	68	0	131	0	19,529,416	710,018	6,977,373	257,693	280,768	27,755,267	48,913,132	566.12	735.96
16	129,477	89.75%	116,206	28,799	7,566	579	0	79	0	68	0	132	0	20,062,241	714,903	7,025,382	259,466	282,699	28,344,692	48,848,261	565.37	734.99
17	132,003	90.50%	119,463	30,184	7,201	583	0	80	0	69	0	133	0	20,608,523	719,789	7,073,392	261,239	284,631	28,947,574	48,808,887	564.92	734.39
18	134,578	91.25%	122,802	31,620	6,809	587	0	80	0	69	0	134	0	21,167,128	724,674	7,121,401	263,013	286,563	29,562,779	48,791,516	564.72	734.13
19	137,203	92.00%	126,227	33,112	6,389	591	0	81	0	69	0	134	0	21,740,225	729,559	7,169,411	264,786	288,495	30,192,476	48,798,287	564.79	734.23
20	139,880	92.75%	129,739	34,660	5,940	595	0	81	0	70	0	135	0	22,327,228	734,445	7,217,420	266,559	290,427	30,836,078	48,826,802	565.13	734.66
21	142,609	93.50%	133,339	36,266	5,461	599	0	82	0	70	0	136	0	22,928,649	739,330	7,265,430	268,332	292,359	31,494,100	48,876,559	565.70	735.41
22	145,391	94.25%	137,031	37,932	4,950	603	0	82	0	71	0	137	0	23,544,452	744,216	7,313,439	270,105	294,291	32,166,503	48,946,260	566.51	736.46
23	148,227	95.00%	140,816	39,660	4,407	607	0	83	0	71	0	138	0	24,175,698	749,101	7,361,449	271,878	296,223	32,854,349	49,036,341	567.55	737.82

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Colán – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Colán - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	16,327	66.01%	10,777	1,804	1,543	37	33	4	2	12	17	12	5	1,836,096	490,532	145,678	30,444	28,109	2,530,859	6,119,099	70.82	92.07
2	16,635	66.01%	10,980	1,838	1,572	37	33	4	2	12	17	12	5	1,870,657	490,532	145,678	30,444	28,109	2,565,420	6,202,659	71.79	93.33
3	16,949	66.01%	11,187	1,872	1,602	37	33	4	2	12	17	12	5	1,905,766	490,532	145,678	30,444	28,109	2,600,529	6,287,545	72.77	94.60
4	17,269	67.70%	11,692	2,023	1,608	71	0	6	0	29	0	17	0	1,992,979	642,699	207,814	38,713	11,574	2,893,780	6,703,685	77.59	100.87
5	17,595	69.40%	12,212	2,181	1,612	71	0	6	0	29	0	17	0	2,083,033	647,484	209,361	39,001	11,660	2,990,539	6,649,483	76.96	100.05
6	17,927	71.10%	12,747	2,348	1,611	72	0	6	0	30	0	17	0	2,175,381	652,268	210,908	39,290	11,746	3,089,593	6,604,375	76.44	99.37
7	18,266	72.80%	13,298	2,524	1,606	72	0	6	0	30	0	18	0	2,270,577	657,052	212,455	39,578	11,833	3,191,495	6,568,484	76.02	98.83
8	18,611	74.50%	13,866	2,710	1,596	73	0	6	0	30	0	18	0	2,368,627	661,837	214,002	39,866	11,919	3,296,250	6,540,827	75.70	98.42
9	18,962	76.20%	14,450	2,905	1,583	73	0	6	0	30	0	18	0	2,470,083	666,621	215,549	40,154	12,005	3,404,412	6,521,613	75.48	98.13
10	19,320	77.90%	15,051	3,110	1,565	74	0	6	0	31	0	18	0	2,574,403	671,406	217,096	40,442	12,091	3,515,437	6,508,984	75.34	97.94
11	19,685	79.60%	15,670	3,326	1,541	74	0	6	0	31	0	18	0	2,681,588	676,190	218,643	40,731	12,177	3,629,329	6,502,309	75.26	97.84
12	20,057	81.30%	16,307	3,553	1,512	75	0	6	0	31	0	18	0	2,792,197	680,974	220,190	41,019	12,263	3,746,643	6,501,992	75.25	97.83
13	20,436	83.00%	16,962	3,790	1,478	75	0	6	0	31	0	18	0	2,905,682	685,759	221,737	41,307	12,349	3,866,833	6,506,534	75.31	97.90
14	20,822	84.70%	17,637	4,040	1,438	76	0	6	0	31	0	18	0	3,023,151	690,543	223,284	41,595	12,436	3,991,008	6,517,315	75.43	98.06
15	21,215	86.40%	18,330	4,302	1,391	76	0	7	0	32	0	19	0	3,143,507	695,327	224,831	41,883	12,522	4,118,070	6,532,057	75.60	98.28
16	21,616	88.10%	19,044	4,576	1,339	77	0	7	0	32	0	19	0	3,267,859	700,112	226,378	42,171	12,608	4,249,128	6,552,139	75.83	98.59
17	22,024	89.80%	19,778	4,863	1,280	77	0	7	0	32	0	19	0	3,395,660	704,896	227,925	42,460	12,694	4,383,635	6,576,307	76.11	98.95
18	22,440	91.50%	20,533	5,164	1,213	78	0	7	0	32	0	19	0	3,526,916	709,680	229,472	42,748	12,780	4,521,597	6,604,245	76.44	99.37
19	22,864	93.20%	21,309	5,478	1,140	78	0	7	0	32	0	19	0	3,662,186	714,465	231,019	43,036	12,866	4,663,572	6,636,459	76.81	99.85
20	23,296	94.90%	22,108	5,808	1,058	79	0	7	0	33	0	19	0	3,801,476	719,249	232,566	43,324	12,953	4,809,568	6,672,634	77.23	100.40
21	23,736	96.60%	22,929	6,152	969	79	0	7	0	33	0	19	0	3,944,792	724,034	234,113	43,612	13,039	4,959,589	6,712,489	77.69	101.00

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Colán - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES								CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA					
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
22	24,184	98.30%	23,773	6,511	872	80	0	7	0	33	0	19	0	4,092,140	728,818	235,660	43,901	13,125	5,113,643	6,755,768	78.19	101.65
23	24,641	100.00%	24,641	6,888	765	81	0	7	0	33	0	20	0	4,244,082	733,602	237,207	44,189	13,211	5,272,291	6,802,956	78.74	102.36

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de El Arenal – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de El Arenal - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES								CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA					
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	1,159	69.60%	806	103	198	4	5	1	0	2	6	1	2	178,056	14,627	2,967	13,267	1,000	209,916	507,535	5.87	7.64
2	1,163	69.60%	809	103	199	4	5	1	0	2	6	1	2	178,648	14,627	2,967	13,267	1,000	210,508	508,965	5.89	7.66
3	1,168	69.60%	813	104	199	4	5	1	0	2	6	1	2	179,240	14,627	2,967	13,267	1,000	211,100	510,395	5.91	7.68
4	1,173	71.12%	834	112	199	9	0	1	0	8	0	3	0	182,739	17,591	2,989	22,165	1,008	226,491	524,686	6.07	7.89
5	1,178	72.64%	856	121	198	9	0	1	0	8	0	3	0	186,175	17,722	3,011	22,330	1,015	230,253	511,969	5.93	7.70
6	1,183	74.16%	877	129	198	9	0	1	0	8	0	3	0	189,547	17,853	3,033	22,495	1,023	233,951	500,099	5.79	7.52
7	1,188	75.68%	899	139	197	9	0	1	0	8	0	3	0	193,432	17,984	3,056	22,660	1,030	238,162	490,165	5.67	7.38
8	1,193	77.20%	921	148	196	9	0	1	0	8	0	3	0	196,674	18,115	3,078	22,825	1,038	241,729	479,669	5.55	7.22
9	1,198	78.72%	943	158	194	9	0	1	0	8	0	3	0	199,852	18,246	3,100	22,990	1,045	245,233	469,777	5.44	7.07
10	1,203	80.24%	965	168	192	9	0	1	0	8	0	3	0	202,967	18,377	3,122	23,155	1,053	248,673	460,430	5.33	6.93
11	1,208	81.76%	988	179	190	10	0	1	0	8	0	3	0	206,578	18,508	3,145	23,320	1,060	252,610	452,577	5.24	6.81
12	1,213	83.28%	1,010	190	187	10	0	1	0	9	0	3	0	209,562	18,639	3,167	23,485	1,068	255,920	444,128	5.14	6.68
13	1,218	84.80%	1,033	201	185	10	0	1	0	9	0	3	0	213,034	18,770	3,189	23,650	1,075	259,718	437,015	5.06	6.58
14	1,223	86.32%	1,056	212	182	10	0	1	0	9	0	3	0	215,888	18,900	3,211	23,815	1,083	262,897	429,311	4.97	6.46
15	1,228	87.84%	1,079	224	179	10	0	1	0	9	0	3	0	219,221	19,031	3,234	23,980	1,090	266,556	422,810	4.89	6.36
16	1,233	89.36%	1,102	236	175	10	0	1	0	9	0	3	0	221,943	19,162	3,256	24,145	1,098	269,604	415,729	4.81	6.26
17	1,238	90.88%	1,125	249	171	10	0	1	0	9	0	3	0	225,138	19,293	3,278	24,310	1,105	273,125	409,741	4.74	6.17
18	1,243	92.40%	1,149	262	167	10	0	1	0	9	0	3	0	228,262	19,424	3,300	24,475	1,113	276,574	403,964	4.68	6.08
19	1,248	93.92%	1,172	275	162	10	0	1	0	9	0	3	0	230,786	19,555	3,323	24,640	1,120	279,424	397,632	4.60	5.98
20	1,253	95.44%	1,196	288	158	10	0	1	0	9	0	3	0	233,771	19,686	3,345	24,805	1,128	282,734	392,256	4.54	5.90
21	1,258	96.96%	1,220	302	153	10	0	1	0	9	0	3	0	236,684	19,817	3,367	24,970	1,135	285,973	387,047	4.48	5.82
22	1,263	98.48%	1,244	316	148	10	0	1	0	9	0	3	0	239,526	19,948	3,389	25,135	1,143	289,141	381,992	4.42	5.75
23	1,268	100.00%	1,268	331	142	10	0	1	0	9	0	3	0	242,297	20,079	3,412	25,300	1,150	292,238	377,081	4.36	5.67

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de La Huaca – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de La Huaca - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	14,137	50.93%	7,200	1,247	788	3	11	0	0	13	16	6	8	1,008,555	60,200	0	66,376	7,092	1,142,223	2,761,660	31.96	41.55
2	14,387	50.93%	7,328	1,269	802	3	11	0	0	13	16	6	8	1,026,397	60,200	0	66,376	7,092	1,160,064	2,804,798	32.46	42.20
3	14,642	50.93%	7,458	1,292	816	3	11	0	0	13	16	6	8	1,044,734	60,200	0	66,376	7,092	1,178,402	2,849,134	32.98	42.87
4	14,901	53.39%	7,955	1,415	833	14	0	0	0	29	0	14	0	1,114,725	34,792	0	100,933	7,581	1,258,032	2,914,337	33.73	43.85
5	15,165	55.84%	8,468	1,547	846	14	0	0	0	29	0	14	0	1,187,271	35,051	0	101,685	7,638	1,331,645	2,960,922	34.27	44.55
6	15,433	58.29%	8,996	1,686	856	14	0	0	0	30	0	14	0	1,261,882	35,310	0	102,436	7,694	1,407,322	3,008,320	34.82	45.26
7	15,706	60.75%	9,541	1,835	862	14	0	0	0	30	0	14	0	1,339,553	35,569	0	103,187	7,751	1,486,060	3,058,492	35.40	46.02
8	15,984	63.20%	10,102	1,990	865	15	0	0	0	30	0	15	0	1,418,798	35,828	0	103,939	7,807	1,566,372	3,108,189	35.97	46.77
9	16,267	65.65%	10,680	2,155	863	15	0	0	0	30	0	15	0	1,500,614	36,087	0	104,690	7,864	1,649,255	3,159,372	36.57	47.54
10	16,555	68.11%	11,275	2,329	858	15	0	0	0	31	0	15	0	1,585,503	36,346	0	105,441	7,920	1,735,211	3,212,819	37.19	48.34
11	16,848	70.56%	11,888	2,512	848	15	0	0	0	31	0	15	0	1,672,475	36,605	0	106,193	7,977	1,823,249	3,266,535	37.81	49.15
12	17,146	73.01%	12,519	2,705	833	15	0	0	0	31	0	15	0	1,762,029	36,864	0	106,944	8,033	1,913,871	3,321,366	38.44	49.97
13	17,449	75.47%	13,168	2,908	814	15	0	0	0	31	0	15	0	1,854,670	37,123	0	107,695	8,089	2,007,578	3,378,055	39.10	50.83
14	17,758	77.92%	13,837	3,122	789	15	0	0	0	31	0	15	0	1,949,902	37,382	0	108,447	8,146	2,103,877	3,435,631	39.76	51.69
15	18,072	80.37%	14,525	3,346	759	15	0	0	0	32	0	15	0	2,047,731	37,641	0	109,198	8,202	2,202,773	3,494,024	40.44	52.57
16	18,392	82.83%	15,233	3,582	723	15	0	0	0	32	0	15	0	2,148,659	37,900	0	109,950	8,259	2,304,767	3,553,942	41.13	53.47
17	18,717	85.28%	15,962	3,829	682	15	0	0	0	32	0	15	0	2,252,690	38,159	0	110,701	8,315	2,409,866	3,615,269	41.84	54.40
18	19,048	87.73%	16,711	4,089	634	16	0	0	0	32	0	16	0	2,359,831	38,418	0	111,452	8,372	2,518,073	3,677,899	42.57	55.34
19	19,385	90.19%	17,483	4,361	580	16	0	0	0	32	0	16	0	2,470,086	38,677	0	112,204	8,428	2,629,395	3,741,739	43.31	56.30
20	19,728	92.64%	18,276	4,645	520	16	0	0	0	33	0	16	0	2,583,459	38,936	0	112,955	8,484	2,743,834	3,806,704	44.06	57.28
21	20,077	95.09%	19,092	4,944	452	16	0	0	0	33	0	16	0	2,700,456	39,195	0	113,706	8,541	2,861,898	3,873,397	44.83	58.28
22	20,432	97.55%	19,931	5,256	377	16	0	0	0	33	0	16	0	2,820,581	39,454	0	114,458	8,597	2,983,091	3,941,039	45.61	59.30
23	20,793	100.00%	20,793	5,583	294	16	0	0	0	33	0	16	0	2,944,342	39,713	0	115,209	8,654	3,107,918	4,010,217	46.41	60.34

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Tamarindo – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Tamarindo - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	5,206	61.1%	3,181	617	460	10	0	0	0	9	4	3	0	478,164	17,333	0	14,258	4,533	514,288	1,243,443	14.39	18.71
2	5,265	61.1%	3,217	624	465	10	0	0	0	9	4	3	0	483,492	17,333	0	14,258	4,533	519,616	1,256,324	14.54	18.90
3	5,324	61.1%	3,253	631	471	10	0	0	0	9	4	3	0	489,263	17,333	0	14,258	4,533	525,387	1,270,279	14.70	19.11

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Tamarindo - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
4	5,384	62.8%	3,381	663	482	10	0	0	0	13	0	3	0	508,239	17,463	0	16,868	4,567	547,138	1,267,490	14.67	19.07
5	5,445	64.5%	3,511	696	493	10	0	0	0	13	0	3	0	527,650	17,593	0	16,994	4,601	566,838	1,260,368	14.59	18.96
6	5,506	66.2%	3,644	730	504	10	0	0	0	13	0	3	0	547,496	17,723	0	17,119	4,635	586,973	1,254,726	14.52	18.88
7	5,568	67.9%	3,779	766	514	10	0	0	0	13	0	3	0	567,776	17,853	0	17,245	4,669	607,543	1,250,397	14.47	18.81
8	5,631	69.6%	3,917	802	524	10	0	0	0	13	0	3	0	588,047	17,983	0	17,370	4,703	628,104	1,246,361	14.43	18.75
9	5,694	71.3%	4,058	840	534	10	0	0	0	14	0	3	0	609,195	18,113	0	17,496	4,737	649,542	1,244,285	14.40	18.72
10	5,758	73.0%	4,201	879	544	11	0	0	0	14	0	3	0	630,777	18,243	0	17,621	4,771	671,413	1,243,150	14.39	18.70
11	5,823	74.7%	4,347	918	554	11	0	0	0	14	0	3	0	652,349	18,373	0	17,747	4,805	693,275	1,242,072	14.38	18.69
12	5,889	76.4%	4,496	959	563	11	0	0	0	14	0	3	0	674,355	18,503	0	17,873	4,839	715,570	1,241,813	14.37	18.68
13	5,955	78.0%	4,648	1,002	572	11	0	0	0	14	0	3	0	697,236	18,633	0	17,998	4,873	738,741	1,243,043	14.39	18.70
14	6,022	79.7%	4,802	1,045	581	11	0	0	0	14	0	3	0	720,107	18,763	0	18,124	4,907	761,901	1,244,184	14.40	18.72
15	6,090	81.4%	4,960	1,091	589	11	0	0	0	14	0	3	0	743,852	18,893	0	18,249	4,941	785,936	1,246,647	14.43	18.76
16	6,159	83.1%	5,120	1,137	597	11	0	0	0	14	0	3	0	767,587	19,023	0	18,375	4,975	809,961	1,248,957	14.46	18.79
17	6,228	84.8%	5,283	1,184	605	11	0	0	0	14	0	3	0	791,754	19,153	0	18,500	5,009	834,417	1,251,788	14.49	18.83
18	6,298	86.5%	5,449	1,233	612	11	0	0	0	14	0	3	0	816,352	19,283	0	18,626	5,043	859,305	1,255,101	14.53	18.88
19	6,369	88.2%	5,619	1,284	619	11	0	0	0	15	0	3	0	841,824	19,413	0	18,752	5,077	885,066	1,259,486	14.58	18.95
20	6,441	89.9%	5,791	1,335	626	11	0	0	0	15	0	3	0	867,283	19,543	0	18,877	5,111	910,815	1,263,634	14.63	19.01
21	6,513	91.6%	5,967	1,389	632	11	0	0	0	15	0	3	0	893,616	19,673	0	19,003	5,145	937,437	1,268,762	14.68	19.09
22	6,586	93.3%	6,145	1,443	638	11	0	0	0	15	0	3	0	919,936	19,803	0	19,128	5,179	964,047	1,273,628	14.74	19.16
23	6,660	95.0%	6,327	1,499	643	12	0	0	0	15	0	3	0	946,686	19,933	0	19,254	5,213	991,087	1,278,822	14.80	19.24

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Vichayal – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Vichayal - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	5,953	49.25%	2,931	452	498	7	15	0	0	11	8	2	5	423,976	36,933	0	33,667	13,989	508,565	1,229,606	14.23	18.50
2	6,021	49.25%	2,965	457	504	7	15	0	0	11	8	2	5	428,885	36,933	0	33,667	13,989	513,474	1,241,475	14.37	18.68
3	6,090	49.25%	2,999	462	510	7	15	0	0	11	8	2	5	433,794	36,933	0	33,667	13,989	518,383	1,253,345	14.51	18.86
4	6,160	51.53%	3,174	511	518	22	0	0	0	19	0	7	0	458,591	69,450	0	38,169	22,881	589,092	1,364,682	15.79	20.53
5	6,231	53.82%	3,354	563	524	22	0	0	0	19	0	7	0	483,762	69,967	0	38,453	23,052	615,234	1,367,978	15.83	20.58
6	6,303	56.11%	3,537	618	528	22	0	0	0	19	0	7	0	509,305	70,484	0	38,737	23,222	641,749	1,371,815	15.88	20.64
7	6,375	58.40%	3,723	677	530	23	0	0	0	20	0	7	0	535,662	71,001	0	39,021	23,392	669,077	1,377,042	15.94	20.72
8	6,448	60.68%	3,913	738	530	23	0	0	0	20	0	7	0	561,943	71,518	0	39,306	23,563	696,330	1,381,744	15.99	20.79
9	6,522	62.97%	4,107	803	528	23	0	0	0	20	0	7	0	589,033	72,035	0	39,590	23,733	724,391	1,387,669	16.06	20.88
10	6,597	65.26%	4,305	871	524	23	0	0	0	20	0	7	0	616,486	72,552	0	39,874	23,903	752,816	1,393,871	16.13	20.97
11	6,673	67.55%	4,507	943	518	23	0	0	0	20	0	7	0	644,742	73,069	0	40,158	24,074	782,043	1,401,109	16.22	21.08
12	6,750	69.83%	4,714	1,019	509	23	0	0	0	20	0	7	0	673,357	73,586	0	40,442	24,244	811,629	1,408,516	16.30	21.19

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Vichayal - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
13	6,828	72.12%	4,925	1,098	498	24	0	0	0	20	0	8	0	702,327	74,103	0	40,726	24,414	841,571	1,416,072	16.39	21.31
14	6,906	74.41%	5,139	1,181	484	24	0	0	0	21	0	8	0	731,653	74,620	0	41,010	24,585	871,868	1,423,761	16.48	21.42
15	6,985	76.70%	5,357	1,268	468	24	0	0	0	21	0	8	0	761,770	75,137	0	41,294	24,755	902,957	1,432,265	16.58	21.55
16	7,065	78.99%	5,580	1,359	449	24	0	0	0	21	0	8	0	792,237	75,654	0	41,579	24,925	934,395	1,440,834	16.68	21.68
17	7,146	81.27%	5,808	1,454	428	24	0	0	0	21	0	8	0	823,489	76,171	0	41,863	25,096	966,619	1,450,117	16.78	21.82
18	7,228	83.56%	6,040	1,554	403	24	0	0	0	21	0	8	0	855,086	76,688	0	42,147	25,266	999,187	1,459,413	16.89	21.96
19	7,311	85.85%	6,276	1,658	376	25	0	0	0	21	0	8	0	887,461	77,205	0	42,431	25,436	1,032,534	1,469,339	17.01	22.11
20	7,395	88.14%	6,518	1,766	346	25	0	0	0	21	0	8	0	920,177	77,722	0	42,715	25,607	1,066,221	1,479,239	17.12	22.26
21	7,480	90.42%	6,764	1,880	312	25	0	0	0	22	0	8	0	953,665	78,239	0	42,999	25,777	1,100,681	1,489,701	17.24	22.41
22	7,566	92.71%	7,015	1,997	276	25	0	0	0	22	0	8	0	987,488	78,756	0	43,283	25,947	1,135,475	1,500,106	17.36	22.57
23	7,653	95.00%	7,270	2,120	236	25	0	0	0	22	0	8	0	1,022,078	79,273	0	43,568	26,118	1,171,036	1,511,015	17.49	22.74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito de Amotape – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Amotape - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	2,469	65.96%	1,628	158	390	7	8	0	0	4	10	2	2	358,314	12,783	0	18,387	767	390,250	943,545	10.92	14.20
2	2,480	65.96%	1,636	159	392	7	8	0	0	4	10	2	2	360,275	12,783	0	18,387	767	392,212	948,288	10.98	14.27
3	2,491	65.96%	1,643	159	394	7	8	0	0	4	10	2	2	361,583	12,783	0	18,387	767	393,520	951,450	11.01	14.32
4	2,502	67.66%	1,693	176	394	15	0	0	0	14	0	4	0	372,177	10,327	0	29,573	739	412,816	956,324	11.07	14.39
5	2,513	69.36%	1,743	193	394	15	0	0	0	14	0	4	0	382,741	10,404	0	29,794	744	423,682	942,060	10.90	14.17
6	2,525	71.07%	1,794	211	393	15	0	0	0	14	0	4	0	393,273	10,481	0	30,014	750	434,517	928,832	10.75	13.98
7	2,537	72.77%	1,846	230	391	15	0	0	0	14	0	4	0	403,774	10,558	0	30,234	755	445,320	916,523	10.61	13.79
8	2,549	74.47%	1,898	250	389	16	0	0	0	15	0	4	0	414,893	10,634	0	30,454	761	456,742	906,324	10.49	13.64
9	2,561	76.17%	1,951	271	386	16	0	0	0	15	0	4	0	425,979	10,711	0	30,674	766	468,131	896,768	10.38	13.49
10	2,573	77.87%	2,004	291	383	16	0	0	0	15	0	4	0	436,385	10,788	0	30,894	772	478,839	886,592	10.26	13.34
11	2,585	79.58%	2,057	313	379	16	0	0	0	15	0	4	0	447,406	10,865	0	31,115	777	490,163	878,177	10.16	13.21
12	2,597	81.28%	2,111	336	374	16	0	0	0	15	0	4	0	458,395	10,942	0	31,335	783	501,454	870,233	10.07	13.09
13	2,609	82.98%	2,165	360	369	16	0	0	0	15	0	4	0	469,995	11,019	0	31,555	788	513,357	863,801	10.00	13.00
14	2,621	84.68%	2,220	385	362	16	0	0	0	15	0	4	0	480,917	11,096	0	31,775	794	524,581	856,641	9.91	12.89
15	2,633	86.38%	2,274	410	355	16	0	0	0	15	0	4	0	491,806	11,173	0	31,995	799	535,773	849,839	9.84	12.79
16	2,645	88.09%	2,330	436	348	16	0	0	0	15	0	4	0	503,303	11,249	0	32,215	805	547,573	844,355	9.77	12.70
17	2,657	89.79%	2,386	463	340	17	0	0	0	15	0	4	0	514,766	11,326	0	32,435	810	559,338	839,117	9.71	12.63
18	2,669	91.49%	2,442	491	331	17	0	0	0	16	0	4	0	526,195	11,403	0	32,656	816	571,069	834,104	9.65	12.55
19	2,681	93.19%	2,498	519	322	17	0	0	0	16	0	4	0	537,588	11,480	0	32,876	821	582,765	829,300	9.60	12.48
20	2,693	94.89%	2,555	549	311	17	0	0	0	16	0	5	0	548,947	11,557	0	33,096	827	594,427	824,688	9.54	12.41
21	2,705	96.60%	2,613	579	300	17	0	0	0	16	0	5	0	560,271	11,634	0	33,316	832	606,053	820,255	9.49	12.34

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Amotape - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
22	2,717	98.30%	2,671	611	288	17	0	0	0	16	0	5	0	572,197	11,711	0	33,536	838	618,282	816,828	9.45	12.29
23	2,729	100.00%	2,729	643	275	17	0	0	0	16	0	5	0	583,451	11,788	0	33,756	843	629,838	812,694	9.41	12.23

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran la tabla de los resultados obtenidos para la demanda futura de agua potable de la provincia de Paita.

Tabla 33.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Provincia de Paita – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de la Provincia de Paita - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	142,152	40.7%	57,801	10,168	7,878	382	286	65	14	86	88	61	1,036	9,739,075	1,308,927	5,829,500	389,672	294,110	17,561,284	42,459,583	491.43	638.86
2	144,744	40.6%	58,823	10,350	8,013	382	286	65	14	86	88	61	1,044	9,910,732	1,308,927	5,829,500	389,672	294,110	17,732,941	42,874,615	496.23	645.10
3	147,384	66.8%	98,429	17,671	13,083	382	286	65	14	86	88	61	1,051	16,812,258	1,308,927	5,829,500	389,672	294,110	24,634,466	59,561,089	689.36	896.17
4	150,074	74.6%	111,891	20,689	14,270	673	0	80	0	175	0	169	912	19,124,558	1,448,601	6,660,072	484,611	307,867	28,025,709	65,554,195	758.73	986.35
5	152,815	75.6%	115,465	21,912	14,156	678	0	80	0	177	0	171	917	19,709,950	1,459,385	6,709,650	488,218	310,159	28,677,362	64,961,269	751.87	977.43
6	155,607	76.7%	119,380	23,238	14,045	683	0	81	0	178	0	172	920	20,353,203	1,470,168	6,759,229	491,826	312,451	29,386,877	64,530,381	746.88	970.94
7	158,452	77.9%	123,400	24,626	13,908	688	0	81	0	179	0	173	921	21,015,086	1,480,952	6,808,808	495,433	314,743	30,115,022	64,163,093	742.63	965.42
8	161,351	79.0%	127,525	26,072	13,740	693	0	82	0	181	0	174	919	21,691,138	1,491,736	6,858,386	499,041	317,035	30,857,335	63,844,836	738.94	960.63
9	164,303	80.2%	131,758	27,583	13,544	698	0	83	0	182	0	176	915	22,386,250	1,502,519	6,907,965	502,648	319,326	31,618,709	63,581,108	735.89	956.66
10	167,311	81.3%	136,099	29,160	13,315	703	0	83	0	183	0	177	907	23,098,259	1,513,303	6,957,544	506,256	321,618	32,396,979	63,363,312	733.37	953.38
11	170,376	82.5%	140,553	30,804	13,054	708	0	84	0	184	0	178	896	23,828,555	1,524,086	7,007,122	509,863	323,910	33,193,538	63,190,369	731.37	950.78
12	173,499	83.6%	145,124	32,518	12,757	713	0	84	0	186	0	179	883	24,576,395	1,534,870	7,056,701	513,471	326,202	34,007,639	63,057,495	729.83	948.78
13	176,680	84.8%	149,813	34,306	12,426	718	0	85	0	187	0	181	867	25,345,011	1,545,654	7,106,280	517,078	328,494	34,842,517	62,967,294	728.79	947.42
14	179,921	85.9%	154,623	36,167	12,056	723	0	86	0	188	0	182	847	26,131,149	1,556,437	7,155,859	520,686	330,786	35,694,916	62,911,176	728.14	946.58
15	183,222	87.1%	159,554	38,105	11,648	728	0	86	0	190	0	183	824	26,937,303	1,567,221	7,205,437	524,294	333,077	36,567,332	62,890,774	727.90	946.27
16	186,587	88.2%	164,615	40,124	11,198	733	0	87	0	191	0	184	797	27,763,829	1,578,005	7,255,016	527,901	335,369	37,460,120	62,904,217	728.06	946.48
17	190,013	89.4%	169,805	42,226	10,707	738	0	87	0	192	0	186	768	28,612,022	1,588,788	7,304,595	531,509	337,661	38,374,574	62,951,224	728.60	947.18
18	193,504	90.5%	175,126	44,411	10,171	743	0	88	0	194	0	187	734	29,479,770	1,599,572	7,354,173	535,116	339,953	39,308,584	63,026,241	729.47	948.31
19	197,061	91.6%	180,584	46,686	9,589	748	0	88	0	195	0	188	698	30,370,156	1,610,355	7,403,752	538,724	342,245	40,265,232	63,132,241	730.70	949.91
20	200,686	92.8%	186,183	49,052	8,958	753	0	89	0	196	0	189	657	31,282,340	1,621,139	7,453,331	542,331	344,536	41,243,678	63,265,958	732.24	951.92
21	204,378	93.9%	191,924	51,512	8,279	758	0	90	0	197	0	191	612	32,218,133	1,631,923	7,502,909	545,939	346,828	42,245,732	63,428,209	734.12	954.36
22	208,139	95.0%	197,810	54,068	7,547	763	0	90	0	199	0	192	564	33,176,321	1,642,706	7,552,488	549,546	349,120	43,270,182	63,615,620	736.29	957.18
23	211,971	96.2%	203,844	56,725	6,761	768	0	91	0	200	0	193	511	34,158,634	1,653,490	7,602,067	553,154	351,412	44,318,756	63,829,125	738.76	960.39

Fuente: Elaboración propia

A continuación, los criterios generales considerados para el cálculo de la demanda futura de agua potable de los distritos de la provincia de Talara.

**Tabla 34.**

*Criterios para la proyección de la demanda futura de agua potable por distrito, provincia de Talara*

DESCRIPCIÓN	DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE TALARA											
	Pariñas		El Alto		La Brea		Lobitos		Los Órganos		Máncora	
	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy	Sin Proy	Con Proy
POBLACIÓN ACTUAL (AÑO 2022)	103,844	--	8,977	--	13,173	--	1,384	--	11,288	--	14,479	--
NUMERO DE VIVIENDAS	28,914	--	2,873	--	3,777	--	484	--	3,957	--	4,914	--
TASA CRECIMIENTO <sup>(1)</sup>	1.10%	--	1.54%	--	1.08%	--	1.08%	--	1.08%	--	2.14%	--
DENSIDAD POBLACIONAL	3.59	--	3.12	--	3.49	--	2.86	--	2.85	--	2.95	--
% PERDIDAS PROMEDIO DISTRITAL	55.81%	33.00%	55.81%	22.50%	55.81%	22.50%	55.81%	22.50%	55.81%	22.50%	55.81%	22.50%
% MEDICIÓN DOMÉSTICA	48.71%	90.00%	82.35%	100.00%	38.05%	80.00%	41.21%	65.00%	62.17%	95.00%	52.09%	100.00%
% MEDICIÓN OTROS	69.45%	100.00%	71.30%	100.00%	80.87%	100.00%	36.14%	100.00%	78.95%	100.00%	81.80%	100.00%
POBLACIÓN ACTUAL ATENDIDA	63,170	--	7,060	--	10,707	--	1,089	--	7,102	--	7,461	--
% COBERTURA DE AGUA POTABLE	60.83%	100.00%	78.65%	100.00%	81.28%	100.00%	78.68%	100.00%	62.92%	100.00%	51.53%	100.00%

(1) (Proyección INEI 2007-2017)

*Fuente: Elaboración propia.*

A continuación, se muestran las tablas de los resultados obtenidos para la demanda futura de agua potable en los distritos de la provincia de Talara.

**Tabla 35.**

*Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito Pariñas – 24 Horas*

AÑO	POB.	Proyección de la Demanda de Agua Potable de Talara - 24 horas																				
		% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	103,844	60.83%	63,170	8,567	9,022	684	303	22	7	47	23	38	15	12,229,384	1,486,296	1,649,591	317,484	58,491	15,741,246	35,621,739	412.29	535.98
2	104,988	60.83%	63,866	8,661	9,122	684	303	22	7	47	23	38	15	12,364,269	1,486,296	1,649,591	317,484	58,491	15,876,132	35,926,978	415.82	540.57
3	106,144	86.95%	92,292	12,517	13,181	684	303	22	7	47	23	38	15	17,867,457	1,486,296	1,649,591	317,484	58,491	21,379,320	48,380,448	559.96	727.95
4	107,313	87.60%	94,009	13,290	12,886	994	0	29	0	71	0	53	0	18,260,058	1,513,551	2,167,528	432,762	68,631	22,442,531	49,508,678	573.02	744.92

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Talara - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
5	108,495	96.48%	104,676	15,400	13,746	1,002	0	29	0	71	0	54	0	20,398,985	1,524,818	2,183,664	435,984	69,142	24,612,593	52,963,338	613.00	796.90
6	109,690	97.13%	106,545	16,287	13,379	1,009	0	30	0	72	0	54	0	20,831,215	1,536,085	2,199,799	439,205	69,653	25,075,958	52,667,860	609.58	792.46
7	110,898	97.79%	108,442	17,200	12,994	1,017	0	30	0	72	0	55	0	21,271,475	1,547,352	2,215,935	442,427	70,164	25,547,353	52,402,678	606.51	788.47
8	112,120	98.44%	110,368	18,140	12,591	1,024	0	30	0	73	0	55	0	21,720,528	1,558,619	2,232,070	445,649	70,675	26,027,541	52,167,241	603.79	784.92
9	113,355	99.09%	112,323	19,107	12,168	1,031	0	30	0	73	0	55	0	22,177,016	1,569,886	2,248,206	448,870	71,186	26,515,164	51,956,898	601.35	781.76
10	114,604	99.74%	114,309	20,102	11,726	1,039	0	31	0	74	0	56	0	22,642,411	1,581,154	2,264,341	452,092	71,697	27,011,694	51,772,824	599.22	778.99
11	115,866	100.40%	116,324	21,125	11,264	1,046	0	31	0	74	0	56	0	23,116,062	1,592,421	2,280,477	455,313	72,208	27,516,480	51,612,109	597.36	776.57
12	117,142	101.05%	118,369	22,177	10,781	1,054	0	31	0	75	0	57	0	23,598,023	1,603,688	2,296,612	458,535	72,719	28,029,576	51,473,389	595.76	774.48
13	118,432	101.70%	120,445	23,259	10,278	1,061	0	31	0	75	0	57	0	24,089,787	1,614,955	2,312,747	461,756	73,230	28,552,476	51,357,992	594.42	772.75
14	119,737	102.35%	122,554	24,371	9,753	1,068	0	31	0	76	0	57	0	24,589,982	1,626,222	2,328,883	464,978	73,741	29,083,805	51,262,093	593.31	771.30
15	121,056	103.01%	124,694	25,513	9,207	1,076	0	32	0	76	0	58	0	25,099,385	1,637,489	2,345,018	468,199	74,251	29,624,343	51,185,886	592.43	770.16
16	122,389	103.66%	126,865	26,686	8,638	1,083	0	32	0	77	0	58	0	25,617,333	1,648,756	2,361,154	471,421	74,762	30,173,427	51,127,103	591.75	769.27
17	123,737	104.31%	129,070	27,892	8,046	1,091	0	32	0	77	0	59	0	26,145,338	1,660,023	2,377,289	474,643	75,273	30,732,566	51,087,265	591.29	768.67
18	125,100	104.96%	131,308	29,131	7,430	1,098	0	32	0	78	0	59	0	26,682,737	1,671,291	2,393,425	477,864	75,784	31,301,101	51,064,237	591.02	768.33
19	126,478	105.62%	133,580	30,403	6,791	1,105	0	32	0	78	0	59	0	27,230,326	1,682,558	2,409,560	481,086	76,295	31,879,824	51,058,369	590.95	768.24
20	127,871	106.27%	135,885	31,709	6,127	1,113	0	33	0	79	0	60	0	27,787,439	1,693,825	2,425,696	484,307	76,806	32,468,072	51,067,691	591.06	768.38
21	129,280	106.92%	138,226	33,049	5,438	1,120	0	33	0	79	0	60	0	28,354,138	1,705,092	2,441,831	487,529	77,317	33,065,906	51,091,497	591.34	768.74
22	130,704	107.57%	140,602	34,426	4,723	1,128	0	33	0	80	0	61	0	28,931,963	1,716,359	2,457,966	490,750	77,828	33,674,866	51,131,372	591.80	769.34
23	132,144	100.00%	132,144	33,115	3,679	1,135	0	33	0	81	0	61	0	27,276,262	1,727,626	2,474,102	493,972	78,339	32,050,301	47,836,270	553.66	719.76

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito El Alto – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de El Alto - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	8,977	78.65%	7,060	1,861	399	61	16	0	0	12	8	9	9	906,215	31,800	0	5,237	3,467	946,719	2,142,382	24.80	32.23
2	9,115	78.65%	7,169	1,890	405	61	16	0	0	12	8	9	9	920,249	31,800	0	5,237	3,467	960,753	2,174,141	25.16	32.71
3	9,255	78.65%	7,279	1,919	411	61	16	0	0	12	8	9	9	934,283	31,800	0	5,237	3,467	974,787	2,205,900	25.53	33.19
4	9,398	79.72%	7,492	1,996	402	78	0	0	0	20	0	18	0	960,729	30,404	0	4,495	2,418	998,046	2,176,503	25.19	32.75
5	9,543	80.79%	7,709	2,076	392	78	0	0	0	20	0	18	0	987,929	30,630	0	4,528	2,436	1,025,524	2,158,044	24.98	32.47
6	9,690	81.85%	7,932	2,158	381	79	0	0	0	20	0	18	0	1,015,481	30,857	0	4,562	2,454	1,053,354	2,141,551	24.79	32.22
7	9,839	82.92%	8,159	2,243	369	79	0	0	0	21	0	19	0	1,043,784	31,083	0	4,595	2,472	1,081,934	2,127,614	24.63	32.01
8	9,991	83.99%	8,391	2,330	356	80	0	0	0	21	0	19	0	1,072,436	31,309	0	4,629	2,490	1,110,864	2,115,226	24.48	31.83
9	10,145	85.06%	8,629	2,421	341	80	0	0	0	21	0	19	0	1,101,835	31,536	0	4,662	2,508	1,140,541	2,104,979	24.36	31.67
10	10,301	86.12%	8,872	2,514	326	81	0	0	0	21	0	19	0	1,131,979	31,762	0	4,696	2,526	1,170,963	2,096,678	24.27	31.55
11	10,460	87.19%	9,120	2,610	309	82	0	0	0	21	0	19	0	1,162,468	31,988	0	4,729	2,544	1,201,730	2,089,456	24.18	31.44
12	10,621	88.26%	9,374	2,710	291	82	0	0	0	21	0	19	0	1,194,097	32,215	0	4,763	2,562	1,233,637	2,084,567	24.13	31.37
13	10,785	89.33%	9,634	2,812	272	83	0	0	0	22	0	19	0	1,226,067	32,441	0	4,796	2,580	1,265,885	2,080,507	24.08	31.30

Proyección de la Demanda de Agua Potable de El Alto - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
14	10,951	90.39%	9,899	2,917	252	83	0	0	0	22	0	19	0	1,258,775	32,667	0	4,830	2,598	1,298,870	2,077,843	24.05	31.26
15	11,120	91.46%	10,170	3,025	230	84	0	0	0	22	0	20	0	1,291,822	32,894	0	4,863	2,616	1,332,194	2,075,845	24.03	31.23
16	11,291	92.53%	10,447	3,137	207	85	0	0	0	22	0	20	0	1,325,999	33,120	0	4,897	2,634	1,366,649	2,075,666	24.02	31.23
17	11,465	93.60%	10,731	3,253	182	85	0	0	0	22	0	20	0	1,360,908	33,346	0	4,930	2,652	1,401,836	2,076,579	24.03	31.24
18	11,642	94.66%	11,021	3,372	156	86	0	0	0	22	0	20	0	1,396,546	33,573	0	4,963	2,670	1,437,752	2,078,502	24.06	31.27
19	11,821	95.73%	11,316	3,494	128	86	0	0	0	22	0	20	0	1,432,516	33,799	0	4,997	2,688	1,474,000	2,080,804	24.08	31.31
20	12,003	96.80%	11,619	3,621	98	87	0	0	0	23	0	20	0	1,469,607	34,025	0	5,030	2,706	1,511,369	2,084,546	24.13	31.36
21	12,188	97.87%	11,928	3,751	67	87	0	0	0	23	0	20	0	1,507,421	34,252	0	5,064	2,724	1,549,461	2,089,095	24.18	31.43
22	12,376	98.93%	12,244	3,884	35	88	0	0	0	23	0	21	0	1,545,957	34,478	0	5,097	2,742	1,588,274	2,094,395	24.24	31.51
23	12,567	100.00%	12,567	4,023	0	89	0	0	0	23	0	21	0	1,585,605	34,704	0	5,131	2,760	1,628,201	2,100,904	24.32	31.61

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito La Brea – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Negritos - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	13,173	81.28%	10,707	1,168	1,902	61	13	8	0	14	5	10	4	1,974,938	129,656	46,044	42,967	11,033	2,204,638	4,988,998	57.74	75.07
2	13,315	81.28%	10,823	1,181	1,922	61	13	8	0	14	5	10	4	1,996,167	129,656	46,044	42,967	11,033	2,225,867	5,037,038	58.30	75.79
3	13,458	81.28%	10,939	1,193	1,943	61	13	8	0	14	5	10	4	2,017,396	129,656	46,044	42,967	11,033	2,247,096	3,624,348	41.95	54.53
4	13,603	82.22%	11,184	1,287	1,920	75	0	8	0	19	0	14	0	2,062,237	148,625	46,390	19,553	15,563	2,292,367	3,651,720	42.27	54.94
5	13,750	83.15%	11,434	1,385	1,893	75	0	8	0	19	0	14	0	2,107,042	149,731	46,735	19,698	15,678	2,338,885	3,680,385	42.60	55.38
6	13,898	84.09%	11,687	1,486	1,865	76	0	8	0	19	0	14	0	2,153,095	150,838	47,080	19,844	15,794	2,386,651	3,710,301	42.94	55.83
7	14,048	85.03%	11,944	1,590	1,835	76	0	8	0	20	0	14	0	2,199,752	151,944	47,426	19,989	15,910	2,435,021	3,740,432	43.29	56.28
8	14,199	85.96%	12,206	1,699	1,801	77	0	8	0	20	0	15	0	2,247,012	153,051	47,771	20,135	16,026	2,483,995	3,770,771	43.64	56.74
9	14,352	86.90%	12,471	1,811	1,765	77	0	8	0	20	0	15	0	2,294,876	154,157	48,116	20,280	16,142	2,533,572	3,801,308	44.00	57.20
10	14,507	87.83%	12,742	1,926	1,727	78	0	8	0	20	0	15	0	2,343,342	155,263	48,462	20,426	16,258	2,583,750	3,832,036	44.35	57.66
11	14,663	88.77%	13,016	2,046	1,686	78	0	8	0	20	0	15	0	2,393,050	156,370	48,807	20,572	16,373	2,635,172	3,863,888	44.72	58.14
12	14,821	89.70%	13,295	2,170	1,642	79	0	9	0	20	0	15	0	2,443,357	157,476	49,152	20,717	16,489	2,687,193	3,895,894	45.09	58.62
13	14,981	90.64%	13,579	2,298	1,595	80	0	9	0	20	0	15	0	2,494,265	158,583	49,498	20,863	16,605	2,739,813	3,928,047	45.46	59.10
14	15,142	91.58%	13,867	2,430	1,546	80	0	9	0	21	0	15	0	2,546,410	159,689	49,843	21,008	16,721	2,793,672	3,961,250	45.85	59.60
15	15,305	92.51%	14,159	2,567	1,493	81	0	9	0	21	0	15	0	2,599,153	160,795	50,188	21,154	16,837	2,848,128	3,994,569	46.23	60.10
16	15,470	93.45%	14,456	2,707	1,438	81	0	9	0	21	0	15	0	2,652,493	161,902	50,534	21,299	16,953	2,903,180	4,027,999	46.62	60.61
17	15,637	94.38%	14,759	2,853	1,379	82	0	9	0	21	0	15	0	2,707,067	163,008	50,879	21,445	17,069	2,959,468	4,062,413	47.02	61.12
18	15,805	95.32%	15,065	3,002	1,317	82	0	9	0	21	0	16	0	2,761,596	164,115	51,224	21,590	17,184	3,015,710	4,096,041	47.41	61.63
19	15,975	96.26%	15,377	3,157	1,252	83	0	9	0	21	0	16	0	2,817,998	165,221	51,570	21,736	17,300	3,073,825	4,131,485	47.82	62.16
20	16,147	97.19%	15,694	3,317	1,183	83	0	9	0	21	0	16	0	2,874,991	166,327	51,915	21,882	17,416	3,132,532	4,166,986	48.23	62.70
21	16,321	98.13%	16,015	3,481	1,111	84	0	9	0	22	0	16	0	2,932,576	167,434	52,260	22,027	17,532	3,191,830	4,202,541	48.64	63.23
22	16,497	99.06%	16,343	3,651	1,035	85	0	9	0	22	0	16	0	2,991,390	168,540	52,606	22,173	17,648	3,252,357	4,238,979	49.06	63.78

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Negritos - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
23	16,675	100.00%	16,675	3,825	956	85	0	9	0	22	0	16	0	3,050,794	169,647	52,951	22,318	17,764	3,313,473	4,275,449	49.48	<b>64.33</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito Lobitos – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Lobitos - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	1,384	78.68%	1,089	157	224	23	43	2	0	4	9	1	1	229,487	47,495	0	6,533	1,033	284,549	643,922	7.45	9.69
2	1,399	78.68%	1,101	159	226	23	43	2	0	4	9	1	1	231,896	47,495	0	6,533	1,033	286,958	649,374	7.52	9.77
3	1,414	78.68%	1,112	160	229	23	43	2	0	4	9	1	1	234,306	47,495	0	6,533	1,033	289,368	654,826	7.58	9.85
4	1,429	79.74%	1,140	169	230	66	0	2	0	13	0	2	0	238,680	12,997	0	16,481	2,082	270,240	589,330	6.82	8.87
5	1,444	80.81%	1,167	178	230	67	0	2	0	13	0	2	0	242,378	13,094	0	16,604	2,098	274,173	576,951	6.68	8.68
6	1,460	81.88%	1,195	187	231	67	0	2	0	13	0	2	0	246,592	13,190	0	16,726	2,113	278,621	566,459	6.56	8.52
7	1,476	82.94%	1,224	197	231	68	0	2	0	13	0	2	0	250,722	13,287	0	16,849	2,129	282,987	556,492	6.44	8.37
8	1,492	84.01%	1,253	207	231	68	0	2	0	13	0	2	0	254,771	13,384	0	16,972	2,144	287,270	546,999	6.33	8.23
9	1,508	85.07%	1,283	217	232	69	0	2	0	14	0	2	0	259,314	13,481	0	17,094	2,160	292,048	539,004	6.24	8.11
10	1,524	86.14%	1,313	227	232	69	0	2	0	14	0	2	0	263,192	13,577	0	17,217	2,175	296,162	530,295	6.14	7.98
11	1,540	87.21%	1,343	238	232	70	0	2	0	14	0	2	0	267,558	13,674	0	17,340	2,191	300,762	522,938	6.05	7.87
12	1,557	88.27%	1,374	250	231	70	0	2	0	14	0	2	0	271,832	13,771	0	17,463	2,206	305,272	515,840	5.97	7.76
13	1,574	89.34%	1,406	261	231	71	0	2	0	14	0	2	0	276,016	13,868	0	17,585	2,222	309,690	508,982	5.89	7.66
14	1,591	90.40%	1,438	273	230	71	0	2	0	14	0	2	0	280,109	13,964	0	17,708	2,237	314,018	502,344	5.81	7.56
15	1,608	91.47%	1,471	286	229	72	0	2	0	14	0	2	0	284,663	14,061	0	17,831	2,253	318,807	496,771	5.75	7.47
16	1,625	92.54%	1,504	298	228	72	0	2	0	14	0	2	0	288,570	14,158	0	17,953	2,268	322,949	490,495	5.68	7.38
17	1,643	93.60%	1,538	311	227	73	0	2	0	14	0	2	0	292,930	14,255	0	18,076	2,284	327,544	485,201	5.62	7.30
18	1,661	94.67%	1,572	325	225	73	0	2	0	14	0	2	0	297,191	14,351	0	18,199	2,299	332,041	480,018	5.56	7.22
19	1,679	95.74%	1,607	339	223	74	0	2	0	15	0	2	0	301,353	14,448	0	18,321	2,315	336,437	474,939	5.50	7.15
20	1,697	96.80%	1,643	353	222	74	0	2	0	15	0	2	0	305,948	14,545	0	18,444	2,330	341,267	470,691	5.45	7.08
21	1,715	97.87%	1,678	368	219	75	0	2	0	15	0	2	0	309,908	14,642	0	18,567	2,346	345,462	465,777	5.39	7.01
22	1,733	98.93%	1,715	383	217	75	0	2	0	15	0	2	0	314,292	14,738	0	18,689	2,361	350,081	461,638	5.34	6.95
23	1,752	100.00%	1,752	398	215	76	0	2	0	15	0	2	0	318,569	14,835	0	18,812	2,377	354,593	457,539	5.30	<b>6.88</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito Los Órganos – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Los Órganos - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES								CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA					
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	11,288	62.92%	7,102	1,548	942	121	29	8	0	14	9	7	2	1,080,928	256,984	10,844	4,258	1,200	1,354,214	3,064,525	35.47	46.11
2	11,409	62.92%	7,179	1,565	952	121	29	8	0	14	9	7	2	1,092,649	256,984	10,844	4,258	1,200	1,365,935	3,091,049	35.78	46.51
3	11,532	62.92%	7,256	1,582	962	121	29	8	0	14	9	7	2	1,104,369	256,984	10,844	4,258	1,200	1,377,655	3,117,573	36.08	46.91
4	11,656	64.77%	7,550	1,689	958	151	0	8	0	23	0	9	0	1,152,091	304,559	10,926	4,564	1,036	1,473,176	3,212,649	37.18	48.34
5	11,782	66.63%	7,850	1,801	951	152	0	8	0	23	0	9	0	1,200,920	306,826	11,007	4,598	1,044	1,524,395	3,207,835	37.13	48.27
6	11,909	68.48%	8,156	1,918	941	153	0	8	0	24	0	9	0	1,250,862	309,093	11,088	4,632	1,052	1,576,728	3,205,611	37.10	48.23
7	12,037	70.34%	8,466	2,040	928	155	0	8	0	24	0	9	0	1,301,925	311,360	11,170	4,666	1,059	1,630,181	3,205,736	37.10	48.23
8	12,167	72.19%	8,783	2,167	912	156	0	8	0	24	0	9	0	1,354,115	313,628	11,251	4,700	1,067	1,684,761	3,208,000	37.13	48.27
9	12,298	74.04%	9,106	2,300	893	157	0	8	0	24	0	9	0	1,407,881	315,895	11,332	4,734	1,075	1,740,917	3,213,031	37.19	48.34
10	12,430	75.90%	9,434	2,436	871	158	0	8	0	24	0	9	0	1,461,905	318,162	11,414	4,768	1,083	1,797,332	3,218,227	37.25	48.42
11	12,564	77.75%	9,769	2,579	846	159	0	8	0	24	0	10	0	1,517,962	320,429	11,495	4,802	1,090	1,855,778	3,226,655	37.35	48.55
12	12,699	79.61%	10,109	2,727	817	160	0	9	0	25	0	10	0	1,574,731	322,696	11,576	4,836	1,098	1,914,937	3,235,812	37.45	48.69
13	12,836	81.46%	10,456	2,881	785	161	0	9	0	25	0	10	0	1,633,106	324,964	11,658	4,870	1,106	1,975,704	3,247,109	37.58	48.86
14	12,974	83.31%	10,809	3,041	749	162	0	9	0	25	0	10	0	1,692,653	327,231	11,739	4,904	1,113	2,037,640	3,259,677	37.73	49.05
15	13,114	85.17%	11,169	3,206	710	164	0	9	0	25	0	10	0	1,753,377	329,498	11,820	4,938	1,121	2,100,754	3,273,427	37.89	49.25
16	13,255	87.02%	11,535	3,377	667	165	0	9	0	25	0	10	0	1,815,285	331,765	11,902	4,972	1,129	2,165,053	3,288,280	38.06	49.48
17	13,398	88.88%	11,908	3,555	620	166	0	9	0	25	0	10	0	1,878,834	334,032	11,983	5,006	1,137	2,230,992	3,304,831	38.25	49.73
18	13,542	90.73%	12,287	3,739	569	167	0	9	0	26	0	10	0	1,943,583	336,299	12,064	5,040	1,144	2,298,132	3,322,320	38.45	49.99
19	13,688	92.58%	12,673	3,929	514	168	0	9	0	26	0	10	0	2,009,539	338,567	12,146	5,074	1,152	2,366,478	3,340,690	38.67	50.27
20	13,835	94.44%	13,065	4,126	455	169	0	9	0	26	0	10	0	2,077,163	340,834	12,227	5,108	1,160	2,436,491	3,360,516	38.89	50.56
21	13,984	96.29%	13,465	4,330	391	170	0	9	0	26	0	10	0	2,146,009	343,101	12,308	5,142	1,167	2,507,728	3,381,100	39.13	50.87
22	14,135	98.15%	13,873	4,541	323	171	0	9	0	26	0	10	0	2,216,541	345,368	12,390	5,176	1,175	2,580,650	3,403,002	39.39	51.20
23	14,287	100.00%	14,287	4,759	250	173	0	9	0	26	0	10	0	2,288,311	347,635	12,471	5,210	1,183	2,654,810	3,425,561	39.65	51.54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40.

Cálculo de la demanda futura de agua potable – Distrito Máncora – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Máncora - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES								CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA					
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	14,479	51.5%	7,461	1,319	1,213	293	56	17	1	19	16	8	2	2,081,709	2,401,784	78,255	86,331	4,778	4,652,857	10,529,208	121.87	158.43
2	14,789	51.5%	7,621	1,347	1,239	293	56	17	1	19	16	8	2	2,126,106	2,401,784	78,255	86,331	4,778	4,697,254	10,629,675	123.03	159.94
3	15,105	51.5%	7,784	1,376	1,265	293	56	17	1	19	16	8	2	2,171,325	2,401,784	78,255	86,331	4,778	4,742,472	10,732,004	124.21	161.48

Proyección de la Demanda de Agua Potable de Máncora - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	NUMERO DE CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
4	15,428	54.0%	8,324	1,539	1,286	352	0	18	0	35	0	10	0	2,347,346	2,787,105	79,924	48,373	3,246	5,265,993	11,483,886	132.92	172.79
5	15,757	56.4%	8,883	1,714	1,300	354	0	18	0	36	0	10	0	2,530,788	2,807,853	80,519	48,733	3,271	5,471,163	11,513,147	133.25	173.23
6	16,093	58.8%	9,463	1,903	1,308	357	0	18	0	36	0	10	0	2,724,329	2,828,600	81,113	49,093	3,295	5,686,430	11,560,957	133.81	173.95
7	16,437	61.2%	10,064	2,106	1,309	359	0	19	0	36	0	10	0	2,927,321	2,849,348	81,708	49,453	3,319	5,911,149	11,624,222	134.54	174.90
8	16,788	63.6%	10,685	2,323	1,303	362	0	19	0	36	0	10	0	3,139,948	2,870,096	82,303	49,813	3,343	6,145,503	11,701,820	135.44	176.07
9	17,146	66.1%	11,329	2,555	1,289	365	0	19	0	37	0	10	0	3,362,395	2,890,843	82,898	50,173	3,367	6,389,677	11,792,770	136.49	177.44
10	17,512	68.5%	11,995	2,803	1,267	367	0	19	0	37	0	11	0	3,595,728	2,911,591	83,493	50,533	3,391	6,644,737	11,897,789	137.71	179.02
11	17,886	70.9%	12,685	3,068	1,237	370	0	19	0	37	0	11	0	3,841,050	2,932,339	84,088	50,894	3,416	6,911,786	12,017,571	139.09	180.82
12	18,268	73.3%	13,398	3,349	1,198	373	0	19	0	37	0	11	0	4,096,795	2,953,086	84,683	51,254	3,440	7,189,258	12,148,224	140.60	182.79
13	18,658	75.8%	14,136	3,648	1,149	375	0	19	0	38	0	11	0	4,364,058	2,973,834	85,278	51,614	3,464	7,478,248	12,290,653	142.25	184.93
14	19,056	78.2%	14,900	3,966	1,090	378	0	19	0	38	0	11	0	4,643,967	2,994,582	85,873	51,974	3,488	7,779,883	12,445,722	144.05	187.26
15	19,463	80.6%	15,690	4,304	1,020	380	0	20	0	38	0	11	0	4,936,758	3,015,329	86,468	52,334	3,512	8,094,401	12,612,817	145.98	189.78
16	19,879	83.0%	16,507	4,663	939	383	0	20	0	38	0	11	0	5,243,604	3,036,077	87,063	52,694	3,536	8,422,974	12,792,804	148.06	192.48
17	20,303	85.5%	17,351	5,042	846	386	0	20	0	39	0	11	0	5,562,878	3,056,825	87,658	53,054	3,561	8,763,975	12,982,321	150.26	195.34
18	20,736	87.9%	18,223	5,443	741	388	0	20	0	39	0	11	0	5,896,697	3,077,572	88,253	53,414	3,585	9,119,522	13,183,739	152.59	198.37
19	21,179	90.3%	19,126	5,868	622	391	0	20	0	39	0	11	0	6,245,325	3,098,320	88,848	53,774	3,609	9,489,876	13,396,590	155.05	201.57
20	21,631	92.7%	20,058	6,318	489	393	0	20	0	39	0	11	0	6,609,994	3,119,068	89,443	54,134	3,633	9,876,273	13,621,787	157.66	204.96
21	22,093	95.2%	21,022	6,792	342	396	0	20	0	40	0	11	0	6,990,015	3,139,815	90,038	54,495	3,657	10,278,020	13,857,569	160.39	208.51
22	22,565	97.6%	22,018	7,293	179	399	0	21	0	40	0	11	0	7,386,639	3,160,563	90,633	54,855	3,681	10,696,371	14,104,887	163.25	212.23
23	23,047	100.0%	23,047	7,821	0	401	0	21	0	40	0	12	0	7,800,154	3,181,311	91,228	55,215	3,706	11,131,613	14,363,371	166.24	216.12

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestran la tabla de los resultados obtenidos para la demanda futura de agua potable de la provincia de Talara.

Tabla 41.

Total de la demanda futura de agua potable – Provincia Talara – 24 Horas

Proyección de la Demanda de Agua Potable de la Provincia de Talara - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	153,145	63.1%	96,589	14,620	13,702	1,243	460	57	8	110	70	73	33	18,502,660	4,354,016	1,784,735	462,810	80,002	25,184,222	56,990,773	659.62	857.50
2	155,015	63.1%	97,759	14,802	13,867	1,243	460	57	8	110	70	73	33	18,731,335	4,354,016	1,784,735	462,810	80,002	25,412,898	57,508,255	665.60	865.29
3	156,908	80.7%	126,662	18,746	17,992	1,243	460	57	8	110	70	73	33	24,329,136	4,354,016	1,784,735	462,810	80,002	31,010,698	68,715,098	795.31	1,033.91
4	158,827	81.7%	129,699	19,971	17,681	1,716	0	65	0	181	0	107	0	25,021,141	4,797,240	2,304,768	526,228	92,977	32,742,354	70,622,765	817.39	1,062.61
5	160,771	88.1%	141,719	22,554	18,512	1,729	0	66	0	183	0	108	0	27,468,041	4,832,952	2,321,925	530,146	93,669	35,246,732	74,099,700	857.64	1,114.93
6	162,740	89.1%	144,978	23,939	18,105	1,741	0	66	0	184	0	108	0	28,221,573	4,868,663	2,339,082	534,063	94,361	36,057,742	73,852,738	854.78	1,111.21
7	164,735	90.0%	148,299	25,377	17,665	1,754	0	67	0	185	0	109	0	28,994,979	4,904,375	2,356,239	537,980	95,053	36,888,626	73,657,173	852.51	1,108.27

Proyección de la Demanda de Agua Potable de la Provincia de Talara - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
8	166,757	91.0%	151,686	26,866	17,194	1,767	0	67	0	187	0	110	0	29,788,810	4,940,086	2,373,396	541,898	95,745	37,739,935	73,510,057	850.81	1,106.05
9	168,804	91.9%	155,141	28,410	16,689	1,780	0	68	0	188	0	111	0	30,603,315	4,975,798	2,390,553	545,815	96,438	38,611,918	73,407,991	849.63	1,104.52
10	170,878	92.9%	158,665	30,009	16,148	1,792	0	68	0	189	0	112	0	31,438,557	5,011,509	2,407,710	549,732	97,130	39,504,638	73,347,849	848.93	1,103.61
11	172,979	93.8%	162,257	31,666	15,574	1,805	0	69	0	191	0	112	0	32,298,148	5,047,221	2,424,867	553,650	97,822	40,421,708	73,332,617	848.76	1,103.38
12	175,108	94.8%	165,919	33,382	14,961	1,818	0	69	0	192	0	113	0	33,178,836	5,082,932	2,442,024	557,567	98,514	41,359,873	73,353,726	849.00	1,103.70
13	177,266	95.7%	169,656	35,159	14,310	1,831	0	70	0	194	0	114	0	34,083,299	5,118,644	2,459,181	561,484	99,206	42,321,814	73,413,290	849.69	1,104.60
14	179,451	96.7%	173,467	36,998	13,620	1,843	0	70	0	195	0	115	0	35,011,895	5,154,355	2,476,338	565,402	99,898	43,307,889	73,508,931	850.80	1,106.04
15	181,666	97.6%	177,353	38,900	12,890	1,856	0	71	0	196	0	116	0	35,965,157	5,190,067	2,493,495	569,319	100,590	44,318,629	73,639,314	852.31	1,108.00
16	183,909	98.6%	181,314	40,869	12,116	1,869	0	71	0	198	0	116	0	36,943,283	5,225,778	2,510,652	573,236	101,282	45,354,233	73,802,347	854.19	1,110.45
17	186,183	99.6%	185,357	42,906	11,300	1,882	0	72	0	199	0	117	0	37,947,954	5,261,489	2,527,810	577,154	101,975	46,416,382	73,998,609	856.47	1,113.40
18	188,486	100.5%	189,476	45,012	10,438	1,895	0	72	0	200	0	118	0	38,978,351	5,297,201	2,544,967	581,071	102,667	47,504,256	74,224,856	859.08	1,116.81
19	190,820	101.5%	193,679	47,190	9,530	1,907	0	73	0	202	0	119	0	40,037,057	5,332,912	2,562,124	584,988	103,359	48,620,440	74,482,876	862.07	1,120.69
20	193,184	102.5%	197,964	49,444	8,574	1,920	0	73	0	203	0	120	0	41,125,143	5,368,624	2,579,281	588,906	104,051	49,766,004	74,772,217	865.42	1,125.04
21	195,581	103.5%	202,334	51,770	7,569	1,933	0	74	0	204	0	120	0	42,240,067	5,404,335	2,596,438	592,823	104,743	50,938,406	75,087,578	869.07	1,129.79
22	198,010	104.4%	206,795	54,178	6,512	1,946	0	74	0	206	0	121	0	43,386,781	5,440,047	2,613,595	596,740	105,435	52,142,598	75,434,274	873.08	1,135.01
23	200,472	100.0%	200,472	53,940	5,101	1,958	0	75	0	207	0	122	0	42,319,694	5,475,758	2,630,752	600,658	106,127	51,132,990	72,459,094	838.65	1,090.24

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se muestran la tabla de los resultados obtenidos para la demanda futura de agua potable de las provincias de Paita y Talara.

Tabla 42.

Total de la demanda futura de agua potable – Provincia Paita y Talara – 24 Horas

Proyección de la Demanda Futura de Agua Potable General - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
1	295,298	52.3%	154,390	24,788	21,580	1,625	746	122	22	196	158	134	1,069	28,241,734	5,662,943	7,614,235	852,482	374,112	42,745,506	99,450,356	1,151.05	1,496.36
2	299,759	52.2%	156,582	25,153	21,879	1,625	746	122	22	196	158	134	1,077	28,642,067	5,662,943	7,614,235	852,482	374,112	43,145,839	100,382,871	1,161.84	1,510.39
3	304,292	74.0%	225,091	36,417	31,075	1,625	746	122	22	196	158	134	1,084	41,141,393	5,662,943	7,614,235	852,482	374,112	55,645,165	128,276,187	1,484.68	1,930.08
4	308,901	78.2%	241,590	40,660	31,951	2,389	0	145	0	357	0	276	912	44,145,699	6,245,841	8,964,839	1,010,839	400,844	60,768,063	136,176,960	1,576.12	2,048.96
5	313,586	82.0%	257,184	44,466	32,668	2,407	0	146	0	359	0	278	917	47,177,991	6,292,337	9,031,575	1,018,364	403,828	63,924,094	139,060,969	1,609.50	2,092.35
6	318,347	83.0%	264,358	47,178	32,149	2,424	0	147	0	362	0	280	920	48,574,777	6,338,832	9,098,311	1,025,889	406,812	65,444,620	138,383,119	1,601.66	2,082.15
7	323,187	84.1%	271,699	50,002	31,574	2,442	0	148	0	365	0	282	921	50,010,065	6,385,327	9,165,046	1,033,414	409,796	67,003,648	137,820,265	1,595.14	2,073.68
8	328,108	85.1%	279,211	52,938	30,934	2,460	0	149	0	367	0	284	919	51,479,947	6,431,822	9,231,782	1,040,938	412,780	68,597,270	137,354,893	1,589.76	2,066.68
9	333,107	86.1%	286,899	55,993	30,233	2,478	0	150	0	370	0	286	915	52,989,565	6,478,317	9,298,518	1,048,463	415,764	70,230,627	136,989,099	1,585.52	2,061.18
10	338,189	87.2%	294,764	59,168	29,464	2,495	0	152	0	373	0	288	907	54,536,815	6,524,812	9,365,254	1,055,988	418,748	71,901,617	136,711,161	1,582.31	2,057.00
11	343,355	88.2%	302,810	62,471	28,627	2,513	0	153	0	375	0	290	896	56,126,704	6,571,307	9,431,990	1,063,513	421,732	73,615,245	136,522,986	1,580.13	2,054.17

Proyección de la Demanda Futura de Agua Potable General - 24 horas																						
AÑO	POB.	% COBERTURA AGUA POTABLE	POB. ATENDIDA (hab)	CONEXIONES										CONSUMO DE AGUA (l/día)					DEMANDA AGUA			
				CONEX. DOMESTICAS		CONEX. COMERCIALES		CONEX. INDUSTRIALES		CONEX. ESTATALES		CONEX. SOCIALES		DOM.	COM.	IND.	ESTAT.	SOCIAL	TOTAL CONEX.	l/día	l/s	QMD (l/s)
				C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.	C/ MED.	S/ MED.									
12	348,607	89.2%	311,043	65,900	27,718	2,531	0	154	0	378	0	292	883	57,755,231	6,617,802	9,498,725	1,071,038	424,716	75,367,512	136,411,221	1,578.83	2,052.48
13	353,946	90.3%	319,469	69,464	26,737	2,549	0	155	0	381	0	295	867	59,428,311	6,664,297	9,565,461	1,078,563	427,700	77,164,332	136,380,584	1,578.48	2,052.02
14	359,372	91.3%	328,090	73,165	25,676	2,567	0	156	0	383	0	297	847	61,143,044	6,710,792	9,632,197	1,086,088	430,684	79,002,805	136,420,106	1,578.94	2,052.62
15	364,888	92.3%	336,907	77,006	24,537	2,584	0	157	0	386	0	299	824	62,902,461	6,757,287	9,698,933	1,093,612	433,668	80,885,961	136,530,088	1,580.21	2,054.27
16	370,496	93.4%	345,929	80,993	23,314	2,602	0	158	0	389	0	301	797	64,707,113	6,803,783	9,765,668	1,101,137	436,652	82,814,352	136,706,563	1,582.25	2,056.93
17	376,196	94.4%	355,162	85,133	22,006	2,620	0	159	0	391	0	303	768	66,559,976	6,850,278	9,832,404	1,108,662	439,636	84,790,956	136,949,833	1,585.07	2,060.59
18	381,990	95.4%	364,602	89,424	20,608	2,638	0	160	0	394	0	305	734	68,458,121	6,896,773	9,899,140	1,116,187	442,620	86,812,840	137,251,097	1,588.55	2,065.12
19	387,881	96.5%	374,263	93,877	19,118	2,656	0	161	0	396	0	307	698	70,407,213	6,943,268	9,965,876	1,123,712	445,604	88,885,672	137,615,117	1,592.77	2,070.60
20	393,870	97.5%	384,147	98,495	17,533	2,673	0	162	0	399	0	309	657	72,407,483	6,989,763	10,032,612	1,131,237	448,587	91,009,681	138,038,174	1,597.66	2,076.96
21	399,959	98.6%	394,258	103,282	15,848	2,691	0	163	0	402	0	311	612	74,458,200	7,036,258	10,099,347	1,138,761	451,571	93,184,138	138,515,787	1,603.19	2,084.15
22	406,149	99.6%	404,605	108,245	14,060	2,709	0	165	0	404	0	313	564	76,563,102	7,082,753	10,166,083	1,146,286	454,555	95,412,780	139,049,894	1,609.37	2,092.19
23	412,443	98.0%	404,316	110,665	11,862	2,727	0	166	0	407	0	315	511	76,478,328	7,129,248	10,232,819	1,153,811	457,539	95,451,746	136,288,219	1,577.41	<b>2,050.63</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.3 Diseño de las estructuras hidráulicas

#### 4.1.3.1 Diseño de la Captación Principal – Canal Norte (CN) a Estación de Bombeo Proyectada (EBP)

Información de campo canal Norte:

**Tabla 43.**

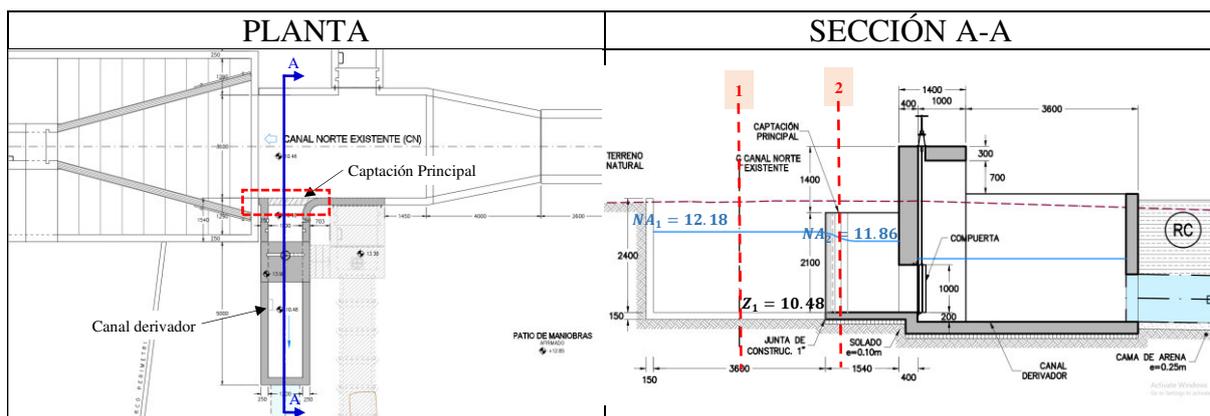
*Características hidráulicas y geométricas del Canal Norte (CN)*

Caudal de conducción $Q_{CN}$ ( $m^3/s$ )	Ancho de CN $B$ (m)	Altura de muro de CN $H$ (m)	Cota de fondo de CN $Z_1$ (m)	Tirante en CN $Y$ (m)
6.90	3.60	2.10	10.48	1.70

*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 21.**

*Planta y Sección de la Canal Norte (CN), canal derivador*



*Fuente: Elaboración propia.*

En la sección 1, se encuentra muy próxima a la sección de control del Canal Norte (CN), por ello se cumple que el nivel de agua es cte., además se consideró  $V_1 = 0\text{ m/s}$  en dirección al canal derivador.

Para garantizar el ingreso del caudal de diseño por la captación principal, en ella se debe situar una sección de control definiendo el ancho ( $B_{CD}$ ) y la altura ( $H_{CD}$ ) del canal derivador. Para obtener dichas dimensiones se utilizó la **ecuación (6)** y **ecuación (16)**, y se consideró en la sección 1 el tirante es la energía mínima requerida por el canal de derivador, en la sección 2 las condiciones de flujo sean uniforme. Entonces:

**Ecuación (6): (secciones 1 y 2).**

$$E_1 = Y_2 + \frac{V_2^2}{2g} + Y_2 + \sum h_l \quad (6)$$

$E_1$ : Energía mínima, sección 1: 1.70m.

$\frac{V_2^2}{2g}$ : energía cinética, secciones 2 (m).

$Y_2$ : Tirantes, secciones 2 (m).

$\sum h_l$ : pérdida de energía local, secciones 2 (m).

$g$ : Aceleración de gravedad: 9.81 (m/s<sup>2</sup>).

Además, entre las secciones 1 y 2 se consideró siguientes coeficientes de pérdida de energía local:

Tipo de Pérdida de Energía Local	Valor
Por derivación ( $K_d$ )	0.87
Por bifurcación ( $K_b$ )	0.938
Por borde de entrada ( $K_e$ )	0.10

$$1.70m = Y_2 + \frac{V_2^2}{2 * 9.81 m/s^2} + (0.87 + 0.938 + 0.10) * \frac{V_2^2}{2 * 9.81 m/s^2}$$

Luego, mediante la ecuación (4) se expresó  $V_2$  en función del caudal  $Q$ ,  $B_{CD}$  y  $Y_2$ , entonces:

$$1.70m = Y_2 + \frac{Q^2}{B_{CD}^2 * Y_2 * 2 * 9.81 m/s^2} + (0.87 + 0.938 + 0.10) * \frac{Q^2}{B_{CD}^2 * Y_2 * 2 * 9.81 m/s^2} \dots (a.1)$$

**Ecuación (16): (sección 2)**

$$Q = \frac{A * R h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (16)$$

$Q$ : Caudal de diseño: 2.06m<sup>3</sup>/s.

A: Área del canal derivador, sección 2 (m<sup>2</sup>).

Rh: Radio hidráulico del canal derivador, sección 2 (m).

S: Pendiente: 0.001m/m.

n: Coeficiente de Manning:0.014.

Se expresó el área y radio hidráulico del canal derivador en función B<sub>CD</sub> y H<sub>CD</sub>, tenemos:

$$Q = \frac{(B_{CD} * Y_2) * \left(\frac{B_{CD} * Y_2}{2Y_2 + B_{CD}}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n} \rightarrow \frac{Q * n}{S^{\frac{1}{2}}} = \frac{(B_{CD} * Y_2)^{\frac{5}{3}}}{(2Y_2 + B_{CD})^{\frac{2}{3}}} \dots (a.2)$$

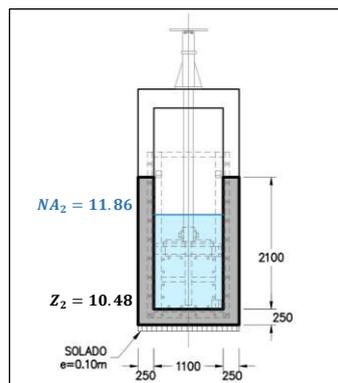
Resolviendo las ecuaciones (a.2) y (a.1), se obtuvo:

B <sub>CD</sub>	1.20m
Y <sub>2</sub>	1.38m

Finalmente, debido se considera un borde libre de 0.67m, entonces H<sub>CD</sub> es 2.10m.

**Figura 22.**

*Sección transversal del canal derivador (sección2), aguas arriba de la compuerta*

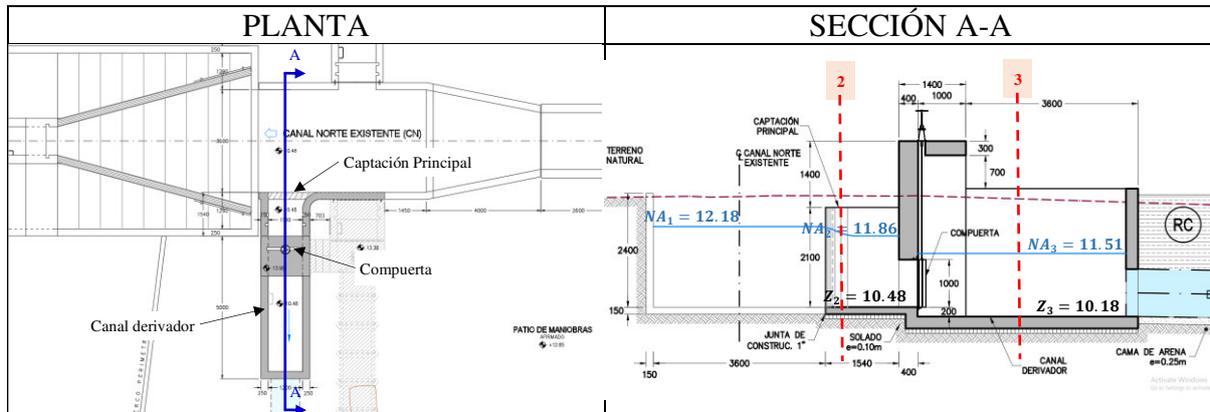


*Fuente: Elaboración propia.*

Para el control y regulación del caudal de diseño en el canal derivador, se ubica una compuerta de dimensiones: B<sub>compuerta</sub>=1.20m y H<sub>compuerta</sub>=1.00 m; está trabaja sumergida, y mediante la **ecuación (13)**, se logró obtener el nivel de agua para la sección 3.

Figura 23.

Planta y Sección del canal derivador y compuerta



Fuente: Elaboración propia.

Ecuación (13): (secciones 2 y 3)

$$Q = C_d * A_{compuerta} * \sqrt{2g * \Delta H_{compuerta}} \quad (13)$$

Q: Caudal de diseño: 2.06 m<sup>3</sup>/s.C<sub>d</sub>: Coeficiente de gasto: 0.65.A<sub>compuerta</sub>: Área de compuerta: 1.20 m<sup>2</sup>.g: Aceleración de la gravedad: 9.81 m/s<sup>2</sup>. $\Delta H_{compuerta}$ : Diferencia de nivel de agua, entre sección 2 y 3 (m).

$$2.06 \text{ m}^3/\text{s} = 0.65 * 1.00\text{m} * 1.20\text{m} \sqrt{2 * 9.81 \text{ m/s}^2 (1.38\text{m} - Y_3)}$$

$$\rightarrow Y'_3 = 1.03\text{m} \rightarrow NA_3 = 11.51 \text{ m}$$

Luego de la compuerta se agregó un desnivel  $\Delta h_3 = 0.30\text{m}$ , esto permite garantizar una altura de sumergencia  $H_{sum} = 0.23\text{m}$  sobre la clave de la tubería al ingreso de la línea de conducción. Entonces para la sección 3 el nuevo tirante será  $Y''_3 = 1.33\text{m}$ .

Además, para conocer la velocidad en la sección 3 ( $V_3$ ), se utilizó la **ecuación (4)**.

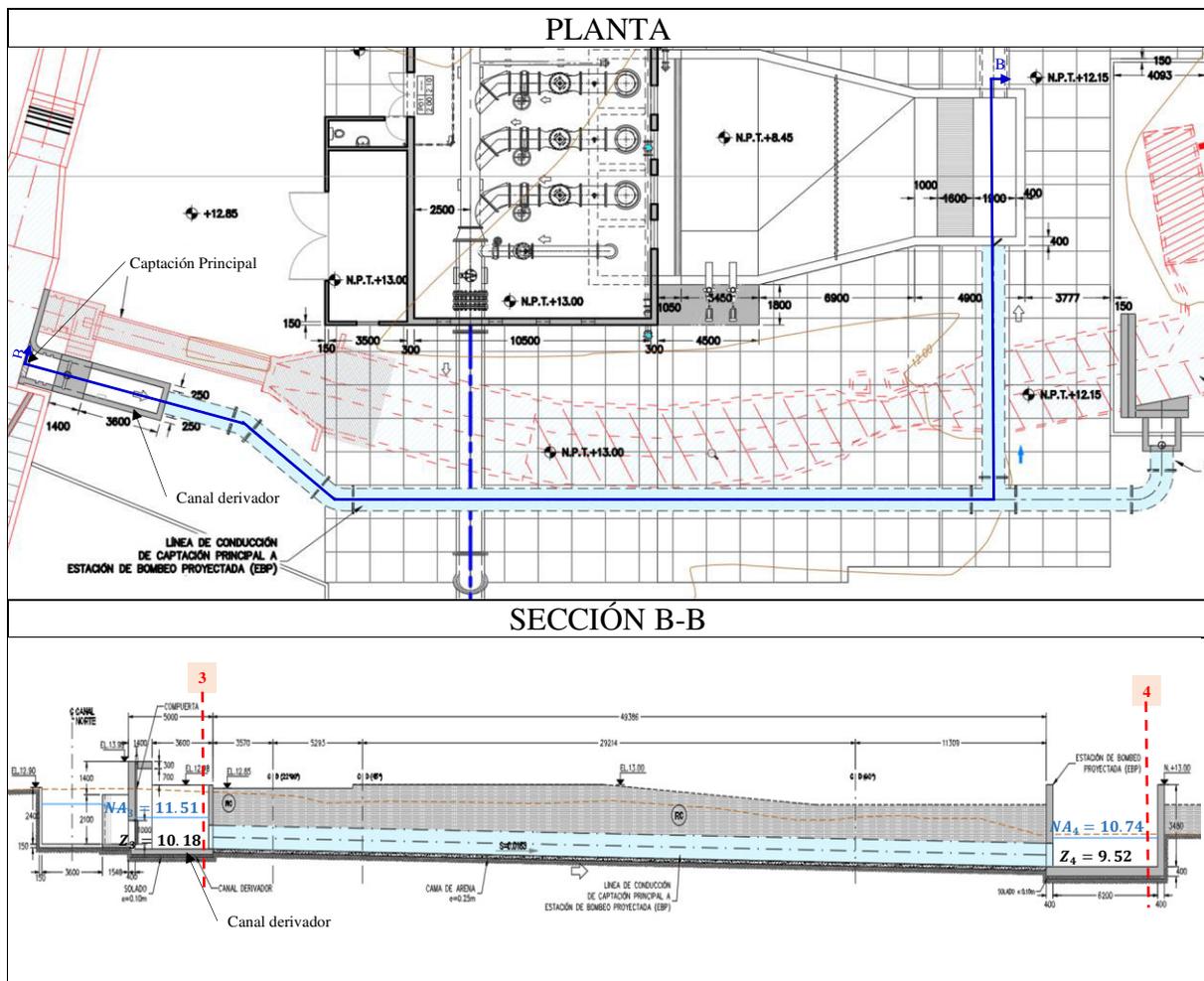
### Ecuación (4): (sección 3)

$$2.06 \frac{m^3}{s} = (1.20m * 1.33m)V_3 \rightarrow V_3 = 1.29m/s$$

Por otro lado, se asumió el nivel de agua en la poza de la Estación de Bombeo Projectada (EBP) será  $z_4=10.74m$ , este se comprobó mediante la **ecuación (6)**, entre las secciones 3 y 4.

Figura 24.

Planta y Sección de la línea de conducción, captación principal a EBP



Fuente: Elaboración propia.

La sección 4: cota de fondo  $z_4=9.52m$ , cota de nivel de agua  $NA_4=10.74m$ , entonces el tirante  $Y_4=1.22m$ , además de ancho de canal  $B_4=6.20m$

**Ecuación (4): (sección 4)**

$$2.06 \frac{m^3}{s} = (6.20m * 1.22m)V_4 \rightarrow V_4 = 0.27m/s$$

**Ecuación (6): (secciones 3 y 4)**

$$\frac{(1.29m/s)^2}{2 * 9.81 m/s^2} + 1.33m + 10.18m = \frac{(0.27m/s)^2}{2 * 9.81 m/s^2} + 1.22m + 9.52m + h_{f3-4} + \sum h_{l3-4} \dots (a.3)$$

Con la **ecuación (4)**, la velocidad del flujo en la tubería ( $V_{tub}$ ) está en función del caudal ( $Q$ ) y diámetro de tubería ( $D$ ) tenemos:

$$Q = V_{tub} * \frac{\pi * D^2}{4} \rightarrow V_{tub} = \frac{4 * Q}{\pi * D^2} \dots (a.4)$$

La pérdida por fricción ( $h_f$ ) que se genera en la tubería (entre las secciones 3 y 4), se utilizó la **ecuación (7)**:

$$h_f = \frac{f * L * V_{tub}}{D * 2g} \quad (7)$$

$h_f$ : pérdida de energía por fricción (m).

$f$ : Factor de fricción (adimensional).

$L$ : Longitud de la tubería: 49.78m.

$V_{tub}$ : Velocidad media del flujo en la tubería (m/s).

$D$ : Diámetro de la tubería (m)

$g$ : Aceleración de la gravedad: 9.81m/s<sup>2</sup>.

Se determinó el coeficiente de fricción ( $f$ ), mediante las ecuaciones **ecuación (9)** y **ecuación (1)**, entonces:

**Ecuación (1):**

$$Re = \frac{V_{tub} * D}{\nu} \quad (1)$$

Re: Número de Reynolds (adimensional).

$V_{tub}$ : Velocidad media del flujo en la tubería (m/s).

D: diámetro de la tubería (m).

$\nu$ : Viscosidad cinemática del fluido (m<sup>2</sup>/s):  $1.01 * 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s.

$$Re = \frac{V_{tub} * D}{\nu} \rightarrow Re = \frac{4Q}{\pi * D * \nu} \dots (a.5)$$

Para material hierro dúctil (HD) el  $K_s = 1 * 10^{-4}$  m, entonces la **ecuación (9)**:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{K_s}{3.7 * D} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} \right) \quad (9)$$

f: factor de fricción (adimensional).

Re: Numero de Reynolds (adimensional).

D: Diámetro de tubería (m)

$K_s$ : Rugosidad de la pared de la tubería (m):  $1 * 10^{-4}$  m.

Se reemplazó la **ecuación (a.4)** en la **ecuación (7)**:

$$h_f = \frac{8 * f * L * Q^2}{g * \pi^2 * D^5} \dots (a.6)$$

Los coeficientes de pérdida de energía local ( $\sum h_{l3-4}$ ) considerados son:

Tipo de Pérdida de Energía Local	K (coeficiente de Perdida)
Por entrada	0.50
Codo 22.30°	0.23
Codo 45°	0.35
Codo 90°	0.50
Por salida	1.00

$$\sum h_{l_{3-4}} = (0.50 + 0.23 + 0.35 + 0.50 + 1.00) \frac{8 * Q^2}{\pi^2 * D^4 * g} \dots \quad (a.7)$$

Se reemplazó las ecuaciones (a.5) y (9) en (a.6), además (a.6) y (a.7) en (a.3), obtenemos:

Re	2.43*10 <sup>6</sup>
D	1.10 m
f	0.0126
h <sub>f</sub>	0.13 m
V <sub>tub</sub>	2.17 m/s
∑h <sub>l</sub>	0.62 m

La verificación de la altura de sumergencia (H<sub>sum</sub>) al ingreso de la tubería, sección 3.

**Ecuación (14):**

$$H_{sum} = 1.5 \left( \frac{V_{tub}^2}{2g} - \frac{V_3^2}{2g} \right) \quad (14)$$

V<sub>tub</sub>: Velocidad media del flujo en la tubería: 2.17 m/s.

V<sub>3</sub>: Velocidad del flujo, sección 3: 1.29m/s.

g: Aceleración de la gravedad: 9.81m/s<sup>2</sup>.

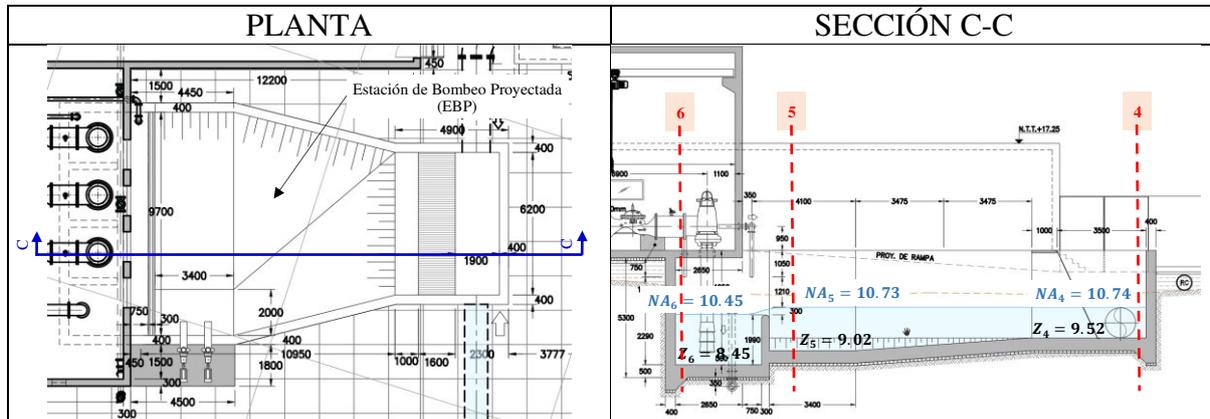
H<sub>sum</sub>: altura de sumergencia (m)

$$H_{sum} = 1.5 \left( \frac{(2.17m/s)^2}{2 * 9.81 m/s^2} - \frac{(1.29m/s)^2}{2 * 9.81 m/s^2} \right) \rightarrow H_{sum} = 0.23m \cong 0.23m \text{ (valor asumido)}$$

Los niveles de agua en la poza de la Estación de Bombeo Proyectada (EBP) son variables conforme nos vamos acercando a las bombas, entonces para las secciones 4 y 5:

**Figura 25.**

*Planta y sección de la poza de Estación de Bombeo Proyectada EBP*



*Fuente: Elaboración propia.*

#### **Ecuación (4): (sección 5)**

El vertedero de pared delgada presenta una altura  $H_{ver}=2$  m y ancho  $B_{ver}=9.70$  m, entonces

$$2.06 \frac{m^3}{s} = (9.70m * (2m + H_5))V_5 \rightarrow V_5 = \frac{2.06 m^3/s}{9.70m * (2m + H_5)} \dots (a.8)$$

#### **Ecuación (6): (secciones 4 y 5)**

$$\frac{(0.27m/s)^2}{2 * 9.81 m/s^2} + 1.22m + 9.52m = \frac{V_5^2}{2g} + (2m + H_5) + 8.45m + 0 + \sum h_{l4-5} \dots (a.9)$$

Además se consideró los siguientes coeficientes de pérdida de energía local ( $\sum h_{l4-5}$ ).

<b>Tipo de Pérdida de Energía Local</b>	<b>Valor</b>
Cambio de dirección	1.00
Ensanchamiento gradual	0.27

$$\sum h_{l4-5} = (1.00) \frac{V_5^2}{2g} + (0.27) \left( \frac{(0.27m/s)^2}{2g} - \frac{V_5^2}{2g} \right) \dots (a.10)$$

Reemplazar las ecuaciones (a.10) y (a.8) en (a.9), obtenemos:

$$\begin{array}{ll} H_5 & 0.292\text{m} \\ V_5 & 0.093\text{m/s} \end{array}$$

El nivel de agua en la sección 6, se analizó para un vertedero sumergido de pared delgada, entonces:

**Ecuación (15): (secciones 5 y 6)**

$$\frac{Q_6}{Q_5} = \left[ 1 - \left( \frac{H_6}{H_5} \right)^n \right]^{0.385} \quad (15)$$

Q<sub>5</sub>: Caudal aguas arriba del vertedero: 2.06m<sup>3</sup>/s.

Q<sub>6</sub>: Caudal aguas abajo del vertedero: 2.06m<sup>3</sup>/s.

H<sub>5</sub>: Altura de agua sobre el vertedero aguas arriba: 0.292m.

H<sub>6</sub>: Altura de agua sobre el vertedero aguas abajo:

n: Coeficiente de vertedero rectangular de pared delgada: 3/2

$$\frac{2.06 \text{ m}^3/\text{s}}{2.06 \text{ m}^3/\text{s}} = \left[ 1 - \left( \frac{H_6}{0.292 \text{ m}} \right)^{3/2} \right]^{0.385} \rightarrow h_6 = 1.63 * 10^{-4} \text{m}$$

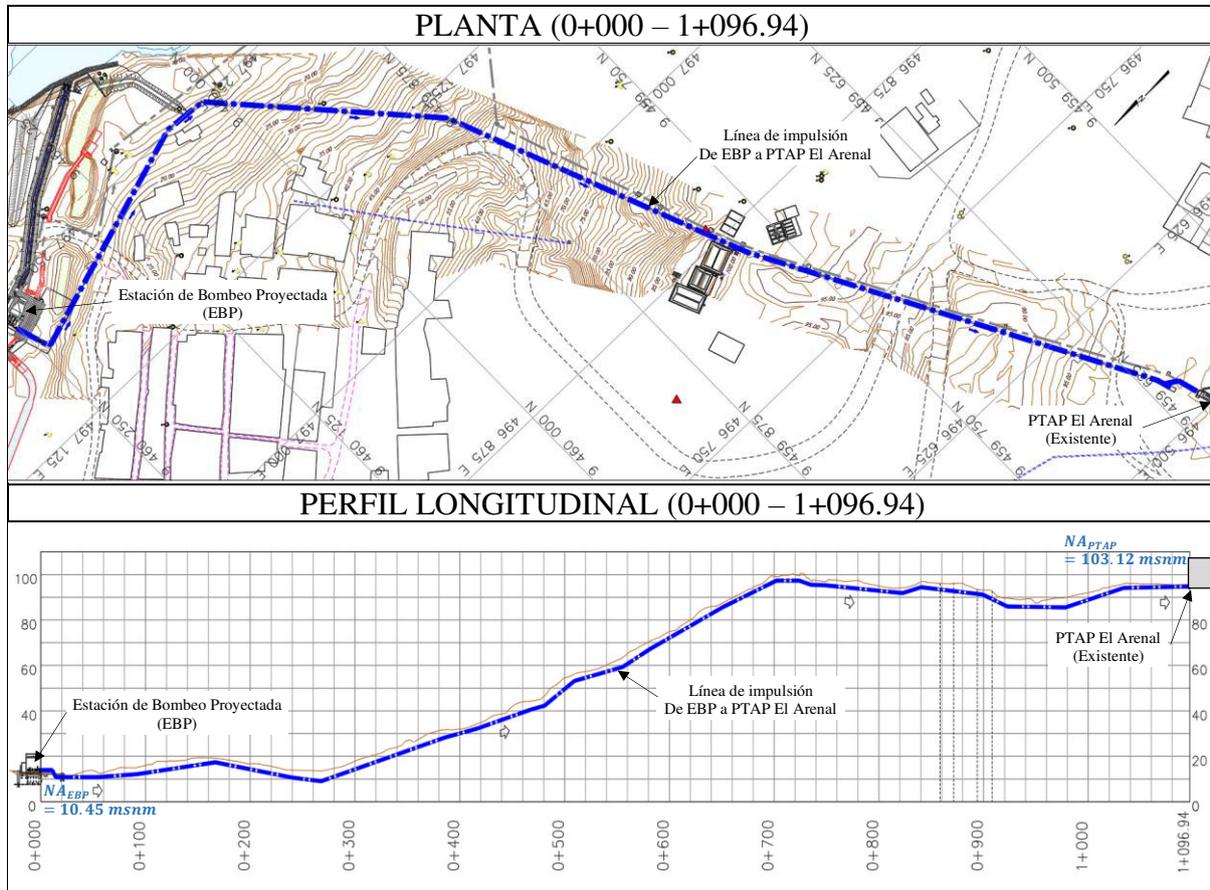
Finalmente, el nivel de agua muy próxima a las bombas será:

$$NA_6 = z_6 + P + H_6 = 8.45\text{m} + 2\text{m} + 0.000163\text{m} \rightarrow NA_6 = 10.45\text{m}$$

### 4.1.3.2 Diseño de Línea de Impulsión – Estación de Bombeo Proyectada (EBP) a PTAP El Arenal

Figura 26.

Planta y perfil longitudinal de la línea de impulsión desde EBP hasta PTAP El Arenal



Fuente: Elaboración propia.

La selección del diámetro de tubería de impulsión debe cumplir con velocidades entre 0.8m/s a 2m/s. Por lo tanto, preliminarmente se selecciona un diámetro de 1.20 m.

#### Ecuación (4)

$$2.06 \text{ m}^3/\text{s} = \left( \frac{\pi * (1.20 \text{ m})^2}{4} \right) * V \rightarrow V = 1.82 \text{ m/s}$$

El valor de velocidad obtenida de 1.82 m/s cumple.

Además, los niveles de agua en la Estación de Bombeo Proyectada (EBP) es 10.45 msnm y la elevación de ingreso a la PTAP El Arenal de 103.12 msnm, por lo tanto se obtuvo una altura estática de 92.67 m.

Con respecto a las pérdidas de energía por fricción, la línea de impulsión en su trayectoria presenta diferentes diámetros, por lo que se divide en 4 tramos.

### Ecuación (8)

$$h_f = 10.67 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * \frac{1}{D^{4.87}} * L \cong h_f = S_f * L \quad (8)$$

D: Diámetro de la tubería (m).

L: Longitud de tubería (m).

Q: Caudal de diseño: 2.06m<sup>3</sup>/s.

C: Coeficiente de Hazen Williams para HD: 130.

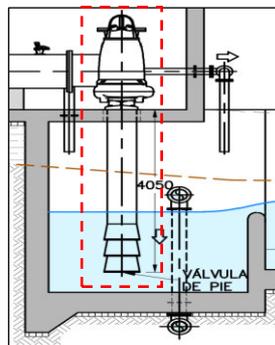
S<sub>f</sub>: Pendiente de la línea de energía (m/m).

h<sub>f</sub>: Pérdida de energía por fricción (m).

- **Tramo I:**

**Figura 27.**

*Tramo I – Sección Estación de Bombeo Proyectada EBP*



*Fuente: Elaboración propia.*

Caudal por bomba es  $1.03 \text{ m}^3/\text{s}$ , diámetro de tubería es  $0.50 \text{ m}$  y longitud de tubería de  $4.05 \text{ m}$ .

**Ecuación (8):**

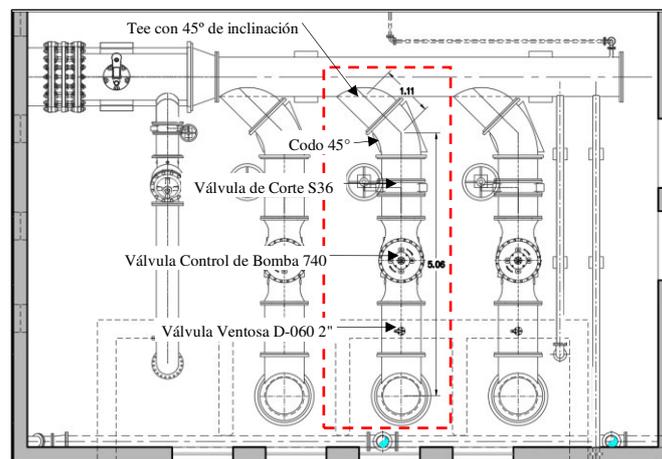
$$S_{f1} = 10.67 * \left( \frac{1.03 \text{ m}^3/\text{s}}{130} \right)^{1.852} * \left( \frac{1}{0.50^{4.87}} \right) \rightarrow S_f = 0.04 \text{ m/m}$$

$$H_{f1} = 0.04 \text{ m/m} * 4.05 \text{ m} \rightarrow H_{f1} = 0.16 \text{ m}$$

- **Tramo II:**

**Figura 28.**

*Tramo II – Sección Estación de Bombeo Proyectada EBP*



*Fuente: Elaboración propia.*

Caudal por bomba es  $1.03 \text{ m}^3/\text{s}$ , diámetro de tubería es  $0.80 \text{ m}$  y longitud de tubería de  $6.17 \text{ m}$ .

**Ecuación (8)**

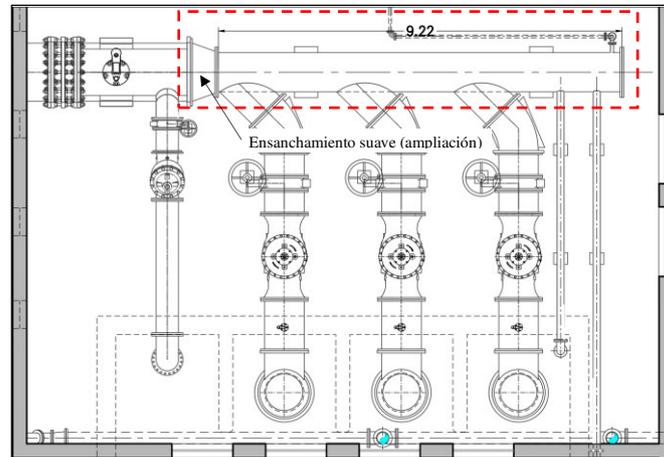
$$S_{f2} = 10.67 * \left( \frac{1.03 \text{ m}^3/\text{s}}{130} \right)^{1.852} * \left( \frac{1}{0.80^{4.87}} \right) \rightarrow S_f = 0.004 \text{ m/m}$$

$$H_{f2} = 0.004 \text{ m/m} * 6.17 \text{ m} \rightarrow H_{f2} = 0.02 \text{ m}$$

- **Tramo III:**

**Figura 29.**

*Tramo III – Sección Estación de Bombeo Proyectada EBP*



*Fuente: Elaboración propia.*

Caudal es  $2.06 \text{ m}^3/\text{s}$ , diámetro de tubería es  $0.85 \text{ m}$  y longitud de tubería de  $9.22 \text{ m}$ .

**Ecuación (8)**

$$S_{f3} = 10.67 * \left( \frac{2.06 \text{ m}^3/\text{s}}{130} \right)^{1.852} * \left( \frac{1}{0.85^{4.87}} \right) \rightarrow S_f = 0.010 \text{ m/m}$$

$$H_{f3} = 0.010 \text{ m/m} * 9.22 \text{ m} \rightarrow H_{f3} = 0.10 \text{ m}$$

- **Tramo IV:**

Se tomó como referencia la **Figura 26**, donde el caudal es  $2.06 \text{ m}^3/\text{s}$ , diámetro de tubería es  $1.20 \text{ m}$  y longitud de tubería de  $1,114.49 \text{ m}$  (longitud del perfil).

**Ecuación (8)**

$$S_{f4} = 10.67 * \left( \frac{2.06 \text{ m}^3/\text{s}}{130} \right)^{1.852} * \left( \frac{1}{1.20^{4.87}} \right) \rightarrow S_f = 0.002 \text{ m/m}$$

$$H_{f4} = 0.002 \text{ m/m} * 1114.49 \text{ m} \rightarrow H_{f4} = 2.26 \text{ m}$$

Con respecto a las pérdidas energía local, de manera similar, se divide en 4 tramos.

**Ecuación (10)**

$$h_l = \sum k * \frac{V^2}{2g} \quad (10)$$

$\sum k$ : Sumatoria de coeficientes por tipo de obstrucción (adimensional).

V: Velocidad del flujo (m/s).

g: Aceleración de la gravedad: 9.81m/s<sup>2</sup>.

h<sub>l</sub>: Pérdida de energía local (m).

- **Tramo I: (Figura 27)**

**Tabla 44.**

*Accesorios del tramo I, Estación de Bombeo Proyectada EBP*

<b>Tipo de Pérdida de Energía Local</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Parcial</b>
Válvula de pie	1.00	2.50	2.50
<b>Total</b>			<b>2.50</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

$$h_{l2} = (2.5) \frac{(5.25 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} = 3.51 \text{ m}$$

- **Tramo II: (Figura 28)**

**Tabla 45.**

*Accesorios del tramo II, Estación de Bombeo Proyectada EBP*

<b>Tipo de Pérdida de Energía Local</b>	<b>Cantidad</b>	<b>K (coeficiente de Perdida)</b>	<b>Parcial</b>
Válvula Ventosa D-060 2"	1.00	0.20	0.20
Válvula Control de Bomba 740	1.00	1.55	1.55
Válvula de Corte S36	1.00	0.24	0.24
45° 00' 00" (Codo 45°)*	1.00	0.35	0.35
Tee con 45° de inclinación	1.00	0.50	0.50
<b>Total</b>			<b>2.84</b>

\*Tubería HD con conexión acampanada, permite grado de libertad  $\pm 3^\circ$

*Fuente: Elaboración propia.*

$$h_{l2} = (2.84) \frac{(2.05 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} = 0.61 \text{ m}$$

- **Tramo III: (Figura 29)**

**Tabla 46.**

*Accesorios del tramo III, Estación de Bombeo Proyectada EBP*

<b>Tipo de Pérdida de Energía Local</b>	<b>Cantidad</b>	<b>K (coeficiente</b>	<b>Parcial</b>
Ensanchamiento suave (ampliación)	1.00	0.20	0.20
<b>Total</b>			<b>0.20</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

$$h_{l3} = (0.20) \frac{(3.63 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} = 0.13 \text{ m}$$

- **Tramo IV: (Figura 26)**

**Tabla 47.**

*Accesorios del tramo IV, línea de impulsión desde Estación de Bombeo Proyectada EBP a PTAP El Arenal*

<b>Tipo de Pérdida de Energía Local</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Parcial</b>
Tee con 90° de inclinación	1.00	0.10	0.10

<b>Tipo de Pérdida de Energía Local</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Parcial</b>
Válvula Ventosa D-060	1.00	0.20	0.20
Unión de Desmontaje	1.00	0.40	0.40
Válvula de Purga (200mm)	3.00	0.20	0.60
Válvula Ventosa D-060	6.00	0.20	1.20
45° 00' 00" (Codo 45°)*	1.00	0.35	0.35
45° 00' 00" (Codo 45°)*	1.00	0.35	0.35
Unión de Desmontaje	1.00	0.40	0.40
90° 00' 00" (Codo 90°)*	1.00	0.50	0.50
2° 00' 00" (*)	1.00	0.01	0.01
2° 00' 00" (*)	1.00	0.01	0.01
9° 15' 00" (Codo 11.25°)*	1.00	0.10	0.10
22° 00' 00" (Codo 22.50°)*	1.00	0.23	0.23
2° 00' 00" (*)	1.00	0.01	0.01
45° 00' 00" (Codo 45°)*	1.00	0.35	0.35
2° 00' 00" (*)	1.00	0.01	0.01
2° 00' 00" (*)	1.00	0.01	0.01
22° 30' 00" (Codo 22.50°)*	1.00	0.23	0.23
13° 15' 00" (Codo 11.25°)*	1.00	0.13	0.13
13° 15' 00" (Codo 11.25°)*	1.00	0.13	0.13
9° 15' 00" (Codo 11.25°)*	1.00	0.10	0.10
2° 00' 00" (*)	1.00	0.01	0.01
2° 00' 00" (*)	1.00	0.01	0.01
12° 49' 48" (Codo 11.25°)*	1.00	0.13	0.13
9° 15' 00" (Codo 11.25°)*	1.00	0.10	0.10
11° 15' 00" (Codo 11.25°)*	1.00	0.13	0.13
2° 00' 00" (*)	1.00	0.01	0.01
11° 01' 07" (Codo 11.25°)*	1.00	0.13	0.13
11° 27' 50" (Codo 11.25°)*	1.00	0.13	0.13
9° 31' 02" (Codo 11.25°)*	1.00	0.10	0.10
12° 11' 37" (Codo 11.25°)*	1.00	0.13	0.13
9° 15' 00" (Codo 11.25°)*	1.00	0.10	0.10
8° 15' 13" (Codo 11.25°)*	1.00	0.10	0.10

Tipo de Pérdida de Energía Local	Cantidad	Valor	Parcial
12° 20' 15" (Codo 11.25°)*	1.00	0.13	0.13
Tee con 45° de inclinación	1.00	1.00	1.00
Contracción suave	1.00	0.10	0.10
Tee con 45° de inclinación	1.00	0.50	0.50
Unión de Desmontaje	1.00	0.40	0.40
Caudalímetro	1.00	2.50	2.50
Unión de Desmontaje	1.00	0.40	0.40
Válvula de Corte S36	1.00	0.24	0.24
<b>Total</b>			<b>11.72</b>

\*Tubería HD con conexión acampanada, permite grado de libertad  $\pm 3^\circ$

Fuente: Elaboración propia.

$$h_{l4} = (11.72) \frac{(1.82 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} = 1.98 \text{ m}$$

La altura dinámica total (ADT) se obtuvo mediante la **ecuación (12)**:

$$ADT_{EBP \text{ a } PTAP} = 92.67\text{m} + 0.16\text{m} + 0.02\text{m} + 0.10\text{m} + 2.26\text{m} + 3.51\text{m} + 0.61\text{m} + 0.13\text{m} + 1.98\text{m}$$

$$ADT_{EBP \text{ a } PTAP} = 101.44\text{m}$$

La sobrepresión generada por el fenómeno golpe de ariete se determinó por la **ecuación (25)**.

**Ecuación (25):**

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{10^{10} D}{\varepsilon e}}} \quad (25)$$

D: Diámetro de tubería: 1.20m.

e: Espesor de tubería: 0.013m.

$\varepsilon$ : Módulo de elasticidad del material:  $1.7 \times 10^{10} \text{ kg/m}^2$ .

a: velocidad de propagación de la onda de sobrepresión (m/s).

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{10^{10}}{1.7 * 10^{10} kg/m^2} * \frac{1.20m}{0.013m}}} \rightarrow a = 977.382m/s$$

Tiempo crítico, **ecuación (26)**:

$$T_c = \frac{2 * L}{a} \quad (26)$$

a: velocidad de propagación de la onda de sobrepresión: 977.382m/s.

L: longitud de tubería: 1,114.49m.

Tc: tiempo crítico (s)

$$T_c = \frac{2 * 1114.49m}{977.382m/s} \rightarrow T_c = 2.27s$$

Para los datos, se consideró los siguientes coeficientes:

$$\begin{cases} L = 1114.49m \\ ADT = 101.44m \end{cases} \rightarrow C = 1 \text{ y } K = 1.5$$

El tiempo de parada de la bomba, **ecuación (27)**:

$$T = C + \frac{K * L * V}{g * ADT} \quad (27)$$

C: Coeficiente en función de la pendiente: 1.

K: Coeficiente del efecto de inercia del grupo motor-bomba: 1.5.

L: Longitud de la tubería: 1,114.49m.

V: velocidad del flujo: 1.82m/s

g: Aceleración de la gravedad: 9.81m/s<sup>2</sup>

ADT: Altura dinámica total: 101.44m.

T: Tiempo de parada (s),

$$T = 1 + \frac{1.5 * 1114.49m * 1.82m/s}{9.81m/s^2 * 101.44m} \rightarrow T = 4.05s$$

Luego  $T > T_c$  sobrepresión con cierre lento, para determinar la sobrepresión se utilizó la **ecuación (29)**.

$$\Delta H = \frac{2 * L * V}{g * T} \quad (29)$$

L: Longitud de la tubería: 1,114.49m.

V: velocidad del flujo: 1.82m/s.

g: Aceleración de la gravedad: 9.81m/s<sup>2</sup>.

T: Tiempo de parada: 4.05s.

$\Delta H$ : Sobrepresión generada por el golpe de ariete

$$\Delta H = \frac{2 * 1114.49m * 1.82m/s}{9.81m/s^2 * 4.05s} \rightarrow \Delta H = 101.84m$$

$$\% \Delta H = \frac{101.84m}{101.44m} \rightarrow \% \Delta H = 100.40\%$$

Luego el espesor de tubería ( $e'$ ), se utilizó la **ecuación (30)**.

**Ecuación (30)**

$$e' = \frac{P_{max} * D}{2 * \sigma * C_s} \quad (30)$$

D: Diámetro de la tubería: 1200mm.

$\sigma$ : Resistencia a la tracción HD: 4.2\*10<sup>8</sup>Pa.

$P_{max}$ : Presión máxima: 101.44m+101.84m: 203.28m

Cs: Coeficiente: 1.

$e'$ : Espesor de la tubería (mm).

$$e' = \frac{(101.44m + 101.84m) * 9806.38 \frac{Pa}{m} * 1200 mm}{2 * 4.2 * 10^8 Pa * 1} \rightarrow e' = 2.85 mm$$

Los parámetros hidráulicos para la selección de equipo de bombeo, se utilizó las **ecuaciones (31) y (32)**.

**Ecuación (31):**

$$P_b = \frac{Q * ADT}{76 * \eta} \quad (31)$$

Q: Caudal de diseño: 2,060l/s

ADT: Altura dinámica total: 101.44m

$\eta$ : Eficiencia del equipo de bombeo: 0.87.

P: Potencia del equipo de bombeo (HP)

$$P_b = \frac{2,060 l/s * 101.44 m}{76 * 0.87} \rightarrow P_b = 3160.41 HP \equiv 2.36MW$$

**Ecuación (32):**

$$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + \Delta H_s) \quad (31)$$

$H_{atm}$ : Presión atmosférica (Tabla 12): 10.33m.

$H_{vap}$ : Presión de vapor(Tabla 13): 0.32m.

$h_s$ : Altura estática de succión: 2m.

$\Delta H_s$ : Pérdida de energía por fricción y local: 0.06m.

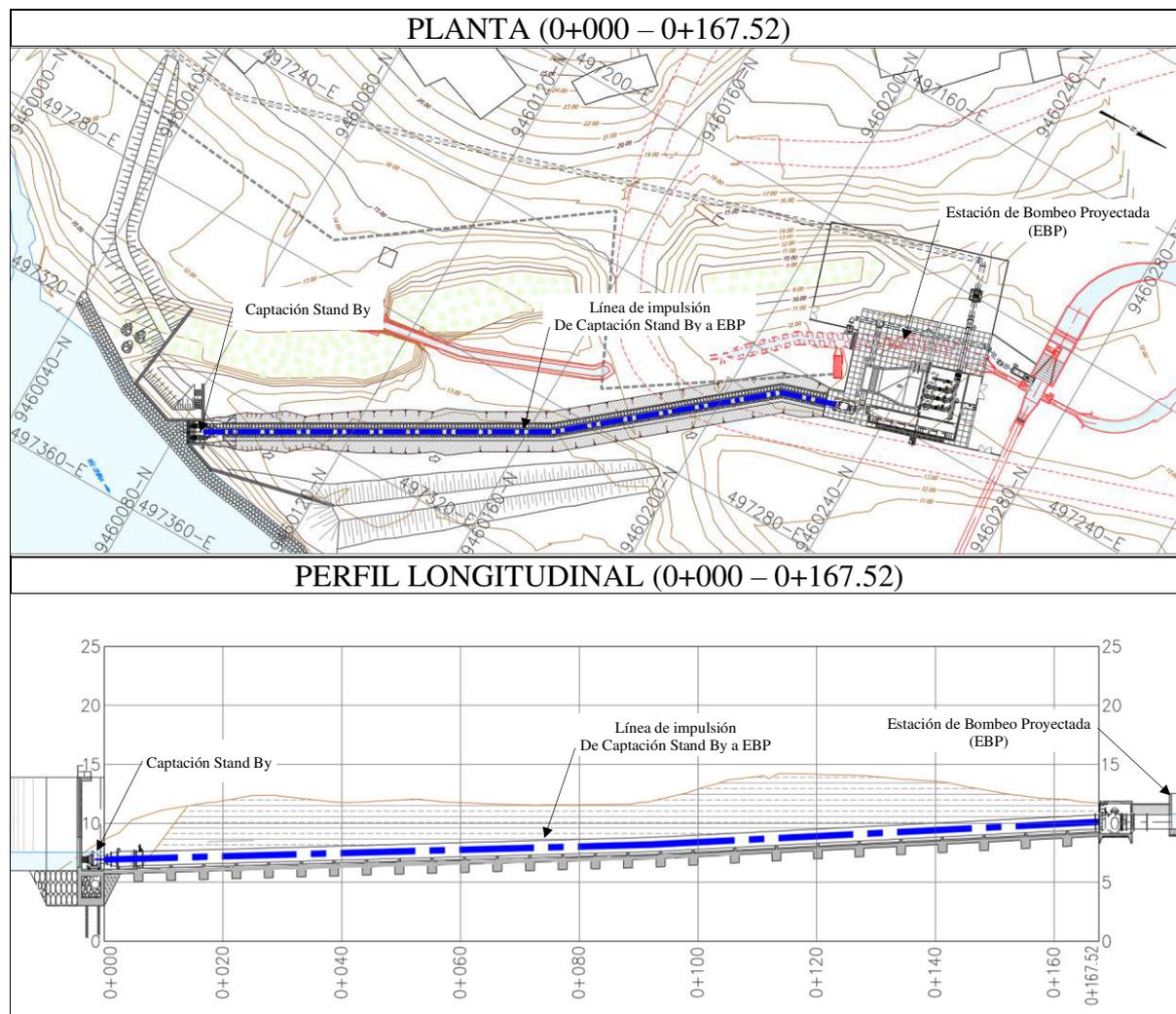
$NPSH_{disponible}$ : Altura de succión positiva neta disponible (m),

$$NPSH_{disp-TV} = 10.33 - (0.32 + 2 + 0.06) \rightarrow NPSH_{disp-TV} = 7.95 m$$

### 4.1.3.3 Captación Stand by – Rio Chira a Estación de Bombeo Projectada (EBP)

Figura 30.

Planta y perfil longitudinal de la línea de impulsión desde Captación Stand By hasta EBP



Fuente: Elaboración propia.

La selección del diámetro de tubería de impulsión debe cumplir con velocidades entre 0.8m/s a 2m/s. Por lo tanto, preliminarmente se selecciona un diámetro de 1.20 m.

#### Ecuación (4)

$$2.06 \text{ m}^3/\text{s} = \left( \frac{\pi * (1.20 \text{ m})^2}{4} \right) * V \rightarrow V = 1.82 \text{ m/s}$$

El valor de velocidad obtenida de 1.82 m/s cumple.

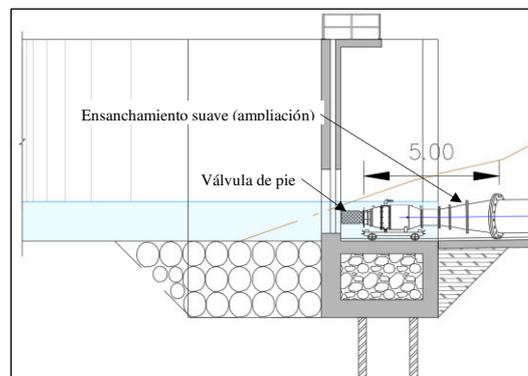
Además, los niveles de agua en la Captación Stand By es 7.13 msnm y en la Estación de Bombeo Proyectada (EBP) 10.74 msnm, por lo tanto se obtuvo una altura estática de 3.61 m.

Con respecto a las pérdidas de energía por fricción, la línea de impulsión en su trayectoria presenta diferentes diámetros, por lo que se divide en 2 tramos.

- **Tramo I:**

**Figura 31.**

*Tramo I – Captación Stand By*



*Fuente: Elaboración propia.*

Caudal por bomba es  $1.03 \text{ m}^3/\text{s}$ , diámetro de tubería es  $0.60 \text{ m}$  y longitud de tubería de  $5 \text{ m}$ .

**Ecuación (8):**

$$S_{f1} = 10.67 * \left( \frac{1.03 \text{ m}^3/\text{s}}{130} \right)^{1.852} * \left( \frac{1}{0.60^{4.87}} \right) \rightarrow S_f = 0.016 \text{ m/m}$$

$$H_{f1} = 0.016 \text{ m/m} * 5 \text{ m} \rightarrow H_{f1} = 0.08 \text{ m}$$

- **Tramo II:**

Se tomó como referencia la **Figura 30**, donde el caudal es  $2.06 \text{ m}^3/\text{s}$ , diámetro de tubería es  $1.20 \text{ m}$ , y longitud de tubería de  $167.89 \text{ m}$  (longitud del perfil).

**Ecuación (8)**

$$S_{f2} = 10.67 * \left( \frac{2.06 \text{ m}^3/\text{s}}{130} \right)^{1.852} * \left( \frac{1}{1.20^{4.87}} \right) \rightarrow S_f = 0.0020 \text{ m/m}$$

$$H_{f2} = 0.0020 \text{ m/m} * 167.89 \text{ m} \rightarrow H_{f2} = 0.34 \text{ m}$$

Con respecto a las pérdidas energía local, de manera similar, se divide en 2 tramos.

**Ecuación (10)**

- **Tramo I: (Figura 31)**

**Tabla 48.**

*Accesorios del tramo I, Captación Stand by*

<b>Tipo de Pérdida de Energía Local</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Parcial</b>
Válvula de pie	1.00	2.50	2.50
Ensanchamiento suave	1	0.20	0.20
Total			2.70

*Fuente: Elaboración propia.*

$$h_{l1} = (2.70) \frac{(3.64 \text{ m/s})^2}{2 * 9.81 \text{ m/s}^2} = 1.83 \text{ m}$$

- **Tramo II: (Figura 30)**

**Tabla 49.**

*Accesorios del tramo II, línea de impulsión desde Captación Stand by a Estación de Bombeo Proyectada EBP*

<b>Tipo de Pérdida de Energía Local</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Parcial</b>
9° 15' 00" (Codo 11.25°)*	1	0.10	0.10
Válvula D-60	1	0.20	0.20
Válvula D-60 NS	1	0.20	0.20
22° 00' 00" (Codo 22.50°)*	1	0.23	0.23
90° 00' 00" (Codo 22.50°)*	1	0.50	0.50
Válvula Control	1	1.55	1.55

Tipo de Pérdida de Energía Local	Cantidad	Valor	Parcial
Válvula de Corte S36	1	0.24	0.24
<b>Total</b>			<b>3.02</b>

\*Tubería HD con conexión acampanada, permite grado de libertad  $\pm 3^\circ$

Fuente: Elaboración propia.

$$h_{l1} = (3.02) \frac{(1.82m/s)^2}{2 * 9.81 m/s^2} = 0.51m$$

La altura dinámica total (ADT) se obtuvo mediante la ecuación (12):

$$ADT_{Río Chira a EBP} = 3.61m + 0.08m + 0.34m + 1.83m + 0.51m$$

$$ADT_{CSB a EBP} = 6.37m$$

La sobrepresión generada por el fenómeno golpe de ariete se determinó por la **ecuación (25)**. Además se consideró: espesor de tubería de 0.013m, módulo de elasticidad de material de  $1.7 \times 10^{10} \text{kg/m}^2$  para tubería HD.

**Ecuación (25):**

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \frac{10^{10}}{1.7 * 10^{10} \text{kg/m}^2} * \frac{1.20m}{0.013m}}} \rightarrow a = 977.382m/s$$

Tiempo crítico, **ecuación (26):**

$$T_c = \frac{2 * 167.89m}{977.382m/s} \rightarrow T_c = 0.34s$$

Para los datos, se consideró los siguientes coeficientes:

$$\begin{cases} L = 167.89m \\ ADT = 6.37m \end{cases} \rightarrow C = 1 \text{ y } K = 2$$

El tiempo de parada de la bomba, **ecuación (27):**

$$T = 1 + \frac{2 * 167.89m * 1.82m/s}{9.81m/s^2 * 6.37m} \rightarrow T = 10.79s$$

Luego  $T > T_c$  sobrepresión con cierre lento, para determinar la sobrepresión se utilizó la **ecuación (29)**.

$$\Delta H = \frac{2 * 167.89m * 1.82m/s}{9.81m/s^2 * 10.79s} \rightarrow \Delta H = 5.78m$$

$$\% \Delta H = \frac{5.78m}{6.37m} \rightarrow \% \Delta H = 90.73\%$$

Luego el espesor de tubería ( $e'$ ), se utilizó la **ecuación (30)**.

$$e' = \frac{(6.37m + 5.78m) * 9806.38 \frac{Pa}{m} * 1200mm}{2 * 4.2 * 10^8 Pa * 1} \rightarrow e' = 0.17mm$$

Los parámetros hidráulicos para la selección de equipo de bombeo, se utilizó las **ecuaciones (31) y (32)**.

**Ecuación (31):**

$$P_b = \frac{2060 l/s * 6.37m}{76 * 0.69} \rightarrow P_b = 250.23 HP \equiv 0.19 MW$$

**Ecuación (32):**

Finalmente, se obtuvo una altura de aspiración neta positiva (NPSH):

$$NPSH_{disp-anf} = 10.33 - (0.32 + 0 + 0) \rightarrow NPSH_{disp-anf} = 10.01m$$

## 4.2 Toma de decisiones

Son complementarias al diseño de las estructuras hidráulicas, además, contribuyen con el planteamiento de ello en base a los resultados obtenidos, asimismo evita alguna inconveniente in situ que no necesariamente esté relacionado a estos ultimo.

En el planteamiento general del Proyecto, se evalúa el área de operación, en el cual serán emplazadas las estructuras, donde se considera ciertas decisiones señaladas a continuación:

- Las estructuras en general; desde el punto de vista hidráulico, se determina las dimensiones internas y de manera preliminar se toma los valores de los resultados obtenidos para dimensionarlas, sin embargo, estos pueden ser aproximados a valores enteros que favorezcan en la etapa constructiva.
- Trazo de tubería; va desde Estación de Bombeo Proyectada (EBP) hasta la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP El Arenal, **Figura 19**, el inicio se encuentra muy próximo a la zona urbana del distrito El Arenal, en dicha zona se encuentra interferencias tales como servicios eléctricos, sistema de abastecimiento, etc. además en la etapa constructiva la zanja de instalación de tubería presentará dimensiones de 2 a 3 m de alto y 2 m de ancho, la cual será difícil de excavar dentro de la zona urbana, entonces se eligió en llevar el trazo en planta por el límite del distrito hasta cruzarlo completamente, posteriormente el trazo será paralelo a la línea de impulsión existente. Adicionalmente, el trazo (desde el punto de vista vertical) se ajusta al relieve topográfico, donde se evidencia puntos de depresión y elevación, por lo que se instalará válvula de purga y aire respectivamente, para dar seguridad a la línea de impulsión. Finalmente, el material de tubería es de hierro dúctil C-25, se opta por ello debido a los resultados obtenidos de ADT y sobrepresión generada por el golpe de ariete, se observa que el punto menos favorable de la tubería llegará a soportar una presión de 205 m.c.a. aproximadamente, asimismo para salvaguardar de este último mencionado, se instala una válvula anticipadora de onda que permite reducir los efectos del golpe de ariete.
- Selección del equipo de bombeo; Captación Stand by, debido a que presenta un caudal significativo ( $2.06 \text{ m}^3/\text{s}$ ), se opta por instalar 2 bombas anfibiaxiales, además estas se situarán en una base de concreto de cierta cota que le permitan trabajar de forma

sumergidas en el río Chira. En la Estación de Bombeo Proyectada (EBP), se plantea instalar 3 bombas de turbina vertical radial, cuyo funcionamiento será solo 2 de ellas y 1 en stand by, las razones por la cual se seleccionó este tipo de bombas se deben a que presentan una mejor eficiencia con respecto ADT, no requiere cebado debido a que sus elementos hidráulicos están sumergidos, es más fácil ajustar NPSH solo con añadir longitud de tubería de succión; finalmente, requiere poco espacio en planta y permite ir montando la bomba por partes.

## CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño hidráulico del nuevo sistema de captación hacia la PTAP El Arenal, este permitirá dotar de agua potable en cantidad y calidad a la población de las provincias de Paita y Talara.
- Se elaboró que la proyección de la población de las provincias de Paita y Talara para un periodo de 23 años es 412,443 hab. Además, se calculó que la demanda futura de agua potable (caudal de diseño) es 2,050.63 l/s, **Tabla 42**, sin embargo, se consideró 2.06 m<sup>3</sup>/s.
- En la Captación Principal, se calculó las dimensiones del canal derivador de ancho 1.20m y alto de 2.10m, además se seleccionó el diámetro de la tubería de 1.10m para la línea de conducción desde la Captación Principal hasta la Estación de Bombeo Proyectada (EBP). Estas dimensiones permitieron verificar el nivel de agua en la poza de la Estación de Bombeo Proyectada (EBP) es 10.45 msnm.
- Con respecto a la línea de impulsión, se seleccionó el diámetro de 1.20m, además de conocidos a la altura estática entre los niveles de agua en la Estación de Bombeo Proyectada (EBP) de 10.45 msnm y la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) El Arenal de 103.12msnm, se añadió las alturas de las pérdidas energía por fricción y local, con ello se determinó la altura dinámica total (ADT) es 101.44m.  
Por otro lado , antes la presencia del fenómeno de golpe de ariete, la línea de impulsión soportara una presión máxima de 203.28m , con ello se determinó el espesor mínimo de tubería necesario es 2.85mm.  
Finalmente, los parámetros hidráulicos a ser considerados en la selección de bombas son potencia igual a 2.36MW y una altura neta de succión positiva (NPSH) de 7.95m.
- Con respecto a Stand by, se seleccionó el diámetro de 1.20m, además de conocidos a la altura estática entre los niveles de agua del Rio Chira de 7.13msnm y Estación de

Bombeo Proyectada (EBP) de 10.74msnm, se añadió las alturas de las perdidas energía por fricción y local, con ello se determinó la altura dinámica total (ADT) es 6.37m.

Por otro lado , antes la presencia del fenómeno de golpe de ariete, la línea de impulsión soportara una presión máxima de 12.15m, con ello se determinó el espesor mínimo de tubería necesario es 0.17mm.

Finalmente, los parámetros hidráulicos a ser considerados en la selección de bombas sumergibles son potencia igual a 0.19 MW y una altura neta de succión positiva (NPSH) de 10.01m.

## **CAPÍTULO 6: RECOMENDACIONES**

- El estudio presenta como objetivo general realizar el diseño del nuevo sistema de captación para dotar del agua potable en cantidad y calidad a la población de las provincias de Paita y Talara, sin embargo, este forma parte inicial del sistema de abastecimiento de agua para las provincias de Paita y Talara, entonces, se recomienda evaluar las estructuras complementarias al estudio (desde PTAP El Arenal hacia adelante las provincias) con el fin de conocer si podrán soportar el incremento de caudal.

## CAPÍTULO 7: REFERENCIAS

- Agüero Soriano, J. (2003). *Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas*. Madrid: CIENCIA 3. DISTRIBUCION, S.A.
- Alejandro Humberto León Yáñez, Jair Jafet Veliz Vélez . (2020). *Propuesta para la repotenciación de sistema de bombeo, línea de impulsión y lagunas de estabilización en la zona urbana del cantón Junín - Manabí – Ecuador*. Guayaquil, Ecuador.
- Arias Odón, F. G. (2012). *El proyecto de la investigación, introducción a la metodología científica*. Caracas: EDITORIAL EPISTEME, C.A.
- Brater, E. F., King, H. W., Lindell, J. E., & Wei, C. (1996). *Handbook of hydraulics*. Boston.
- Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2012). *Mecánica de fluidos, fundamentos y aplicaciones*. Mexico: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES,S.A.
- Comisión Nacional del Agua, .. (2011). *Estadística del agua en México*. México.
- Domínguez S., F. J. (1999). *Hidráulica*. Santiago de Chile.
- Gómez Navarro, J. L., & Aracil, J. J. (1944). *Saltos de agua y presas de embalse, tomo primero: salto de agua*. Madrid: Tipografía Artística.
- Henández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INEI PERU. (1993; 2007). *Censos Nacionales 1993: IX de Población y IV de Vivienda; Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda*. Obtenido de <http://censos.inei.gob.pe/bcoCuadros/CPV93Cuadros.htm>;  
<http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>
- Manuel David Díaz Tangarife, Jhon Andrés Moreno Moreno. (2018). *Diseño de un sistema de bombeo para acueducto de Malambo, Atlántico*. Bogota, Colombia.
- Mataix, C. (1986). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. Madrid.

- McGHEE, T. J. (1999). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Ingeniería Ambiental*. Santafé de Bogota: McGraw-Hill Interamericana, S.A.
- Mendiluce Rosich, E. (1987). *El golpe de ariete en impulsiones*. Madrid: Bellisco.
- Narváez Pozo, W. D. (2011). *Rehabilitación del sistema de agua potable Sambache - Salcoto y diseño de la línea de impulsión al tanque de reserva Mushuñan*. Quito, Ecuador.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*. Lima.
- Ortiz Flórez, R. (2012). *Pequeñas centrales hidroeléctricas*. Bogotá: Ediciones de La U.
- Pérez Ayme, J. F. (2022). *Diseño hidráulico de la distribución por impulsión del sistema de agua potable, Asociación de Vivienda Santa Rosa II etapa, San Juan de Miraflores, Lima*. Lima, Peru.
- Rocha Felices, A. (2007). *Hidráulica de tuberías y canales*. Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil.
- Ruiz Torres, C. A. (2014). *Diseño de la línea de impulsión para el afianzamiento hídrico para el proyecto Anama*. Lima, Peru. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/12769>
- Salcedo Santillán, G. (2005). *Estudio del proyecto de ampliación de la línea de impulsión, sistema de bombeo y tanque elevado para agua potable en el Centro Poblado Rural (CPR) Picapiedra distrito de Pachacamac*. Lima, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12672/12767>
- Saldarriaga, J. (2007). *Hidráulica de tuberías, abastecimiento de agua, redes, riesgos*. Bogotá.
- Sotelo Avila, G. (2002). *Hidraulica General. Vol 1. Fundamentos*. Mexico: Editorial Limusa S.A.
- U.N.I. (1997). *Manual de diseño hidráulico de canales y obras de artes*. Lima.

Vicente Méndez, M. (2007). *Tuberías a presión en los sistemas de abastecimiento de agua*.

Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.

Vierendel. (2009). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), norma OS100 (2006).

**ANEXOS****➤ Anexo 1 – Fotos del sistema de captación existente****Figura 32.**

*Captación principal, ubicación en el Canal Norte*



*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

**Figura 33.**

*Captación principal, grietas en pared del canal (izquierda) y colapso del canal (derecha)*



*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

**Figura 34.**

*Captación Stand By, escurrimiento normal (izquierda) y época de avenidas (derecha)*



*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

**Figura 35.**

*Estación de Bombeo Existente, Estructura en mal estado*



*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

**Figura 36.**

*Estación de Bombeo Existente, presenta equipo de bombeo muy antiguo*



*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

**Figura 37.**

*Línea de Impulsión Existente, tramo expuesto presenta deterioro de la tubería*



*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

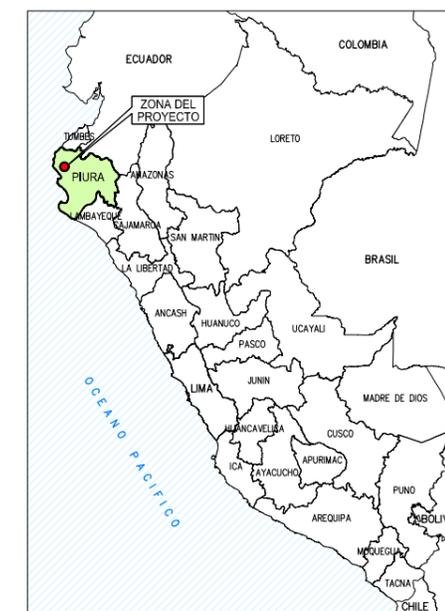
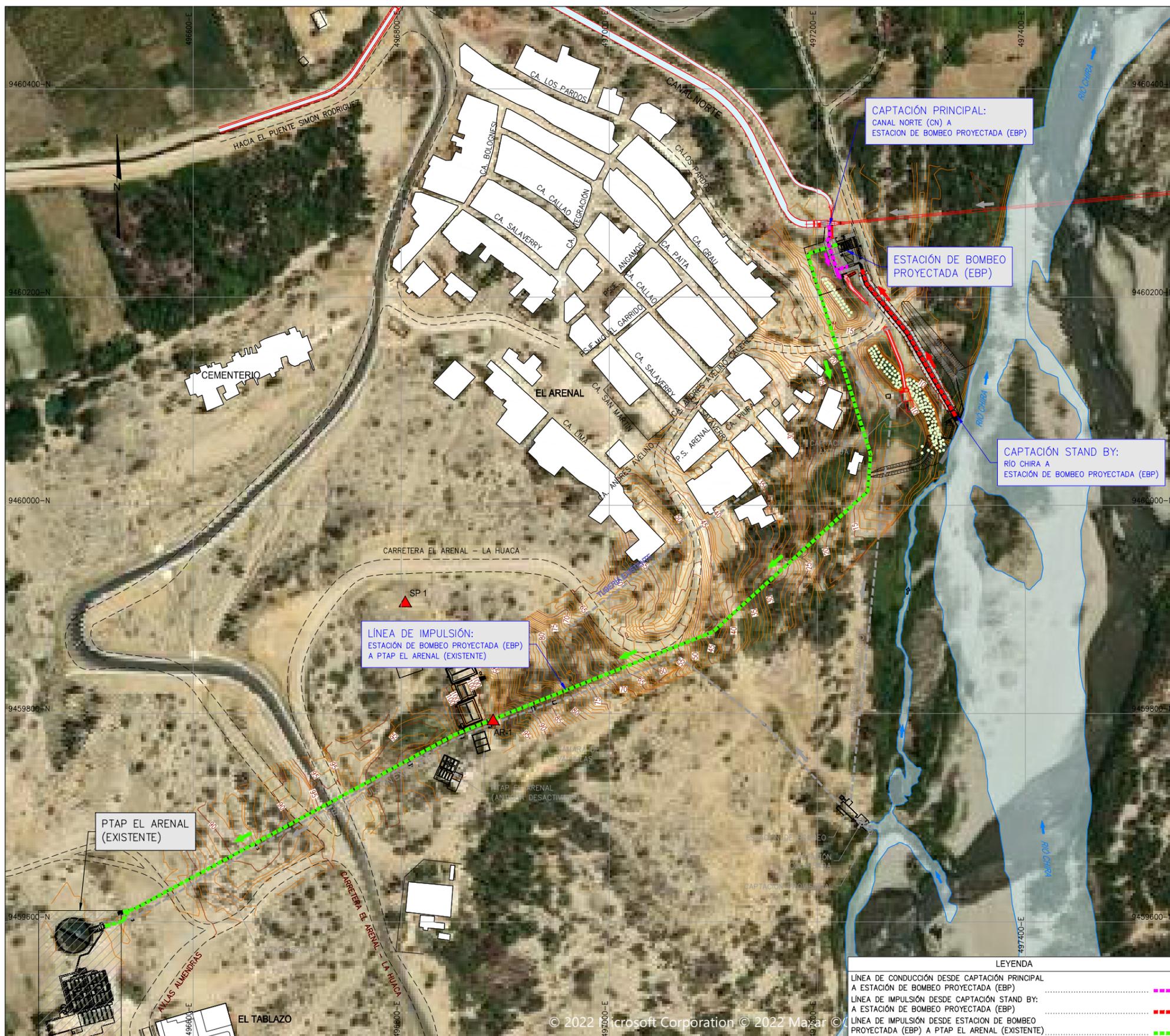
**Figura 38.**

*Línea de Impulsión Existente, colapso de bloque de anclaje*



*Fuente: Entidad prestadora de servicio de saneamiento.*

➤ **Anexo 2 – Planos del nuevo sistema de captación.**

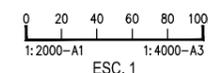


MAPA POLÍTICO DEL PERÚ



UBICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE INVERSIÓN (P1&3, P2, P4, P6-I/III)

COORDENADAS DE PUNTOS DE CONTROL GEODÉSICOS			
P.C.	ESTE	NORTE	COTA
AR-1	496888.501	9459792.622	99.397
SP 1	496804.028	9459905.955	97.009



© 2022 Microsoft Corporation © 2022 Maxar ©

PLANTA  
ESC. 1

UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR  
DE SAN MARCOS



E.A.P:

INGENIERÍA MECÁNICA DE  
FLUIDOS



"DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL,  
STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA  
OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA -  
COMPONENTES PAITA Y TALARA"

NOMBRE DE PLANO:

PLANTA GENERAL

COD. DE PLANO:

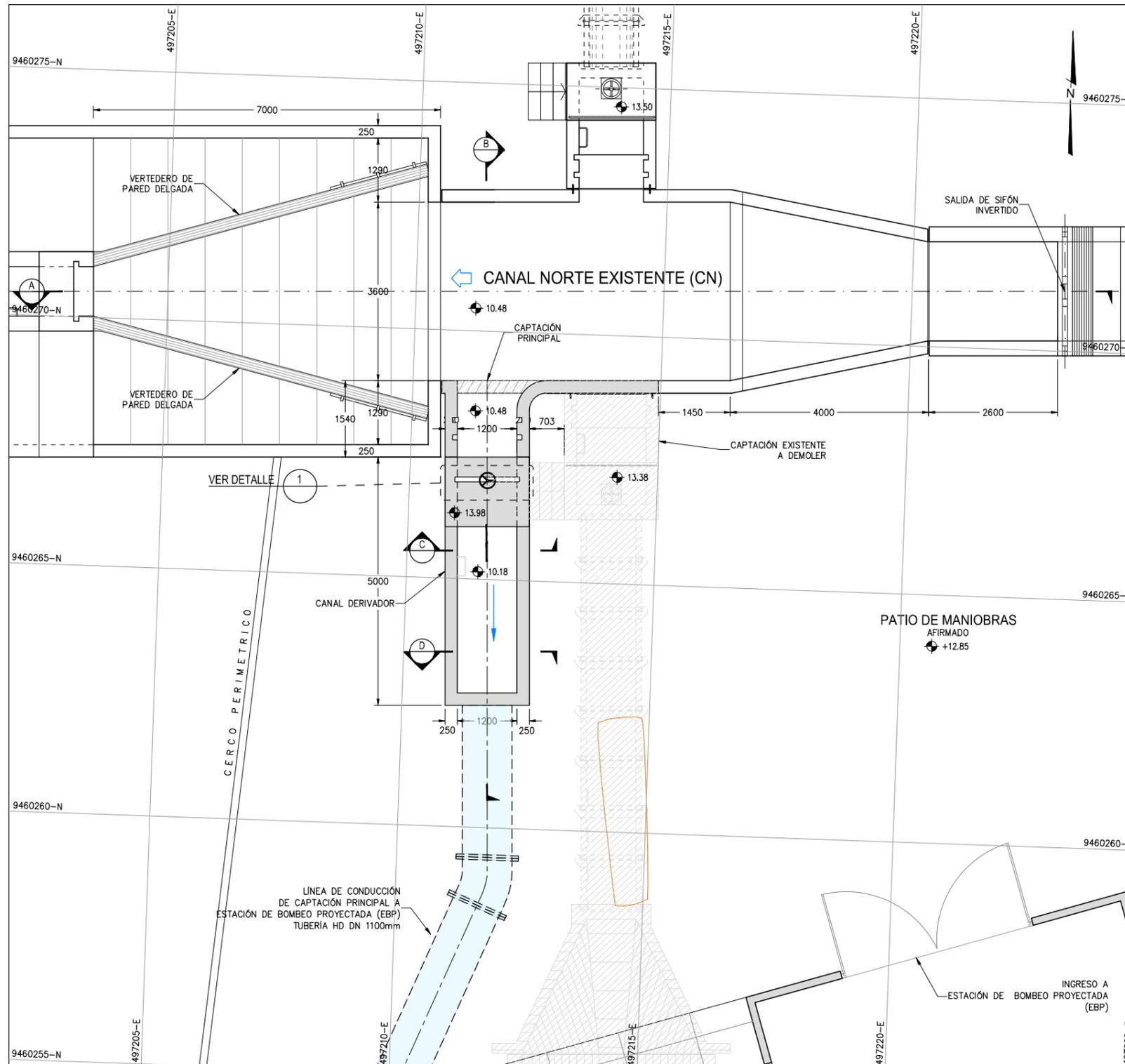
PLANO 01

ESCALA: INDICADA

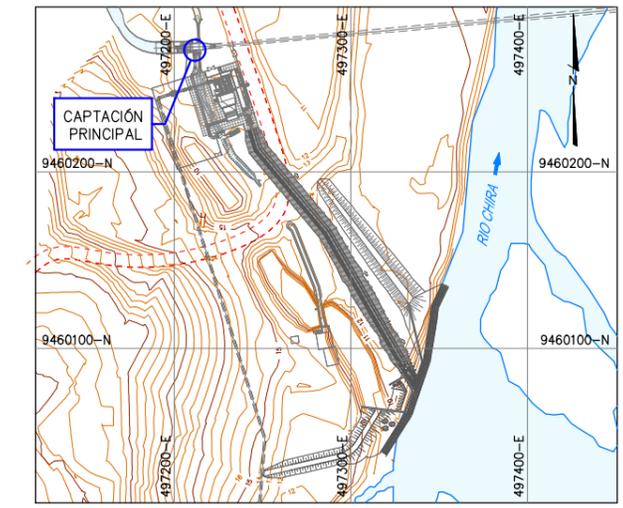
FECHA: OCTUBRE 2022

CAD: LMCR

SEC. DE PLANO: 01 DE 08

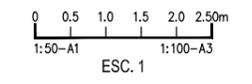


PLANTA  
ESC. 1



PLANO UBICACIÓN  
S/E

LEYENDA	
CURVA MAESTRA	.....
CURVA SECUNDARIA	.....
COTA	..... 1400
ESTRUCTURA PROYECTADA	.....
ESTRUCTURA EXISTENTE A DEMOLER	.....



UNIVERSIDAD  
  
UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR  
DE SAN MARCOS

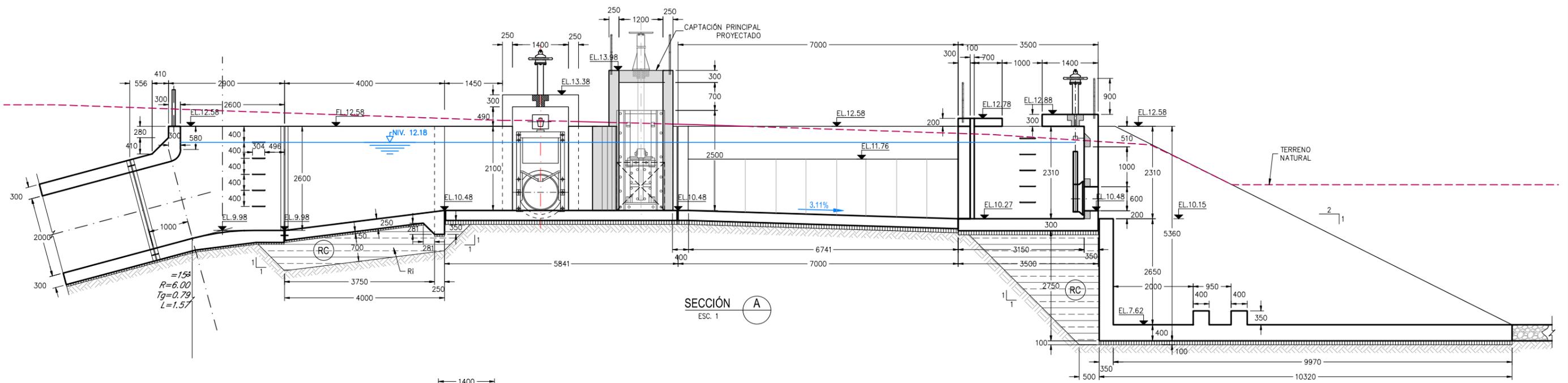


E.A.P.  
  
INGENIERÍA MECÁNICA DE  
FLUÍDOS

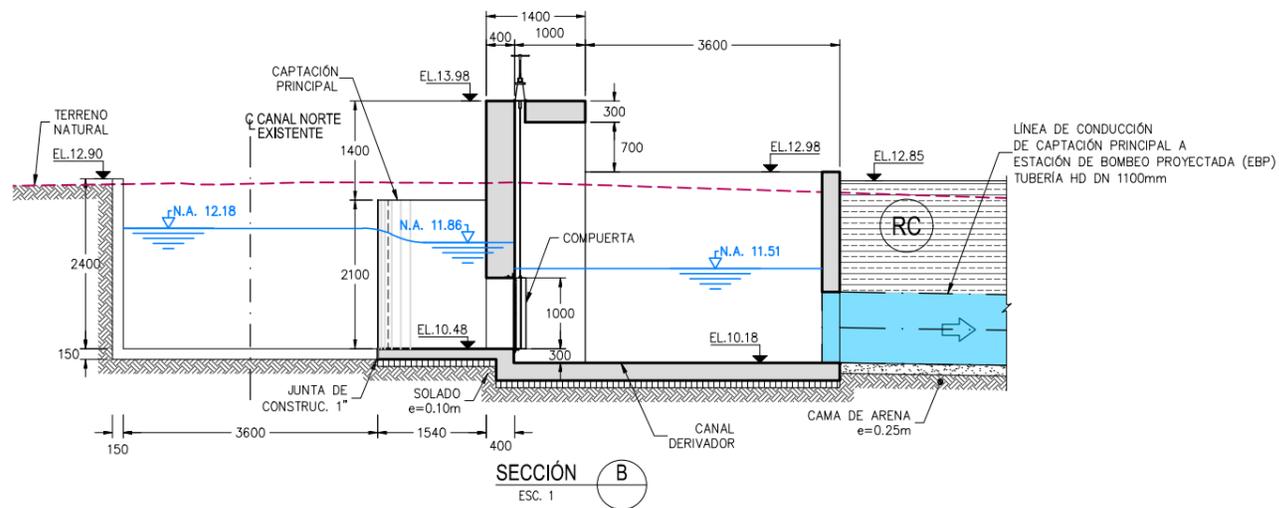


"DISEÑO HIDRÁULICO DE LA NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL,  
STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA  
OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA -  
COMPONENTES PAITA Y TALARA"  
  
NOMBRE DE PLANO:  
CAPTACIÓN PRINCIPAL  
DE CANAL NORTE (CN) A ESTACIÓN DE BOMBEO PROYECTADA (EBP)  
PLANTA

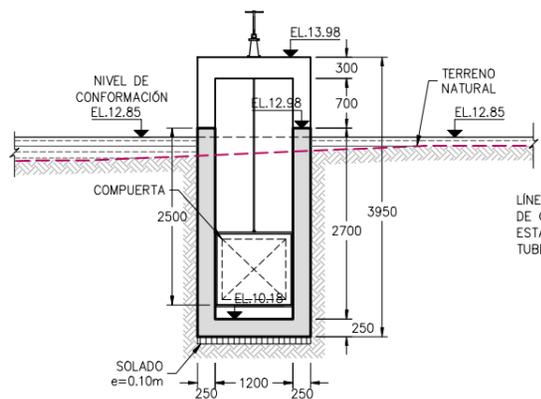
COD. DE PLANO:  
PLANO 02  
  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: OCTUBRE 2022  
CAD: LMCR  
SEC. DE PLANO:  
02 DE 08



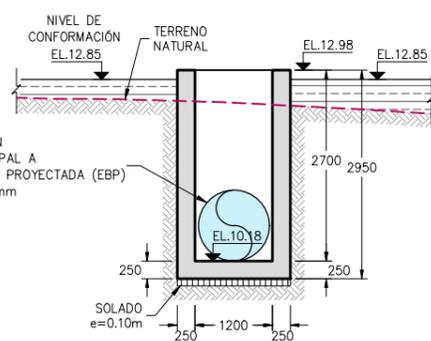
SECCIÓN A  
ESC. 1



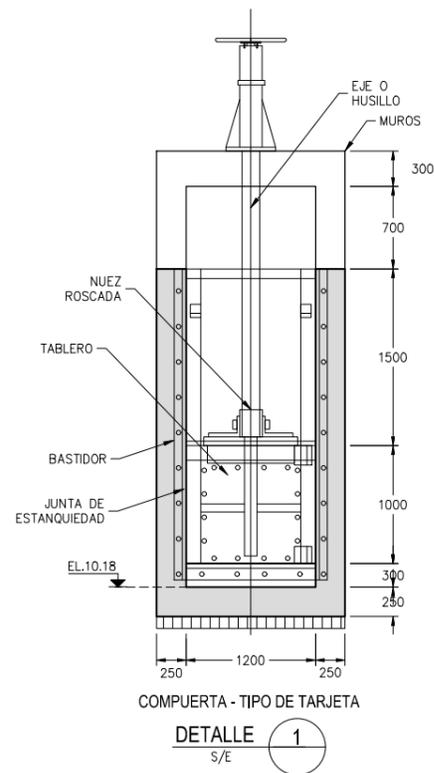
SECCIÓN B  
ESC. 1



SECCIÓN C  
ESC. 1



SECCIÓN D  
ESC. 1

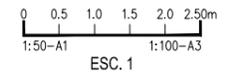


DETALLE 1  
S/E

NOMENCLATURA DE ACCESORIOS			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO
1	VÁLVULA COMPUERTA TIPO TARJETA	UND.	1

LEYENDA	
	ESTRUCTURA EXISTENTE
	ESTRUCTURA PROYECTADA
	SOLADO $f_c=100 \text{ kg/cm}^2$
	SUELO
	RELLENO COMPACTADO

- NOTAS:
- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE
  - DIMENSIONES EN MILÍMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
  - USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.



UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS



E.A.P.

INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS



"DISEÑO HIDRÁULICO DE LA NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL, STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA - COMPONENTES PAITA Y TALARA"

NOMBRE DE PLANO: CAPTACIÓN PRINCIPAL DE CANAL NORTE (CN) A ESTACIÓN DE BOMBEO PROYECTADA (EBP) SECCIONES

COD. DE PLANO:

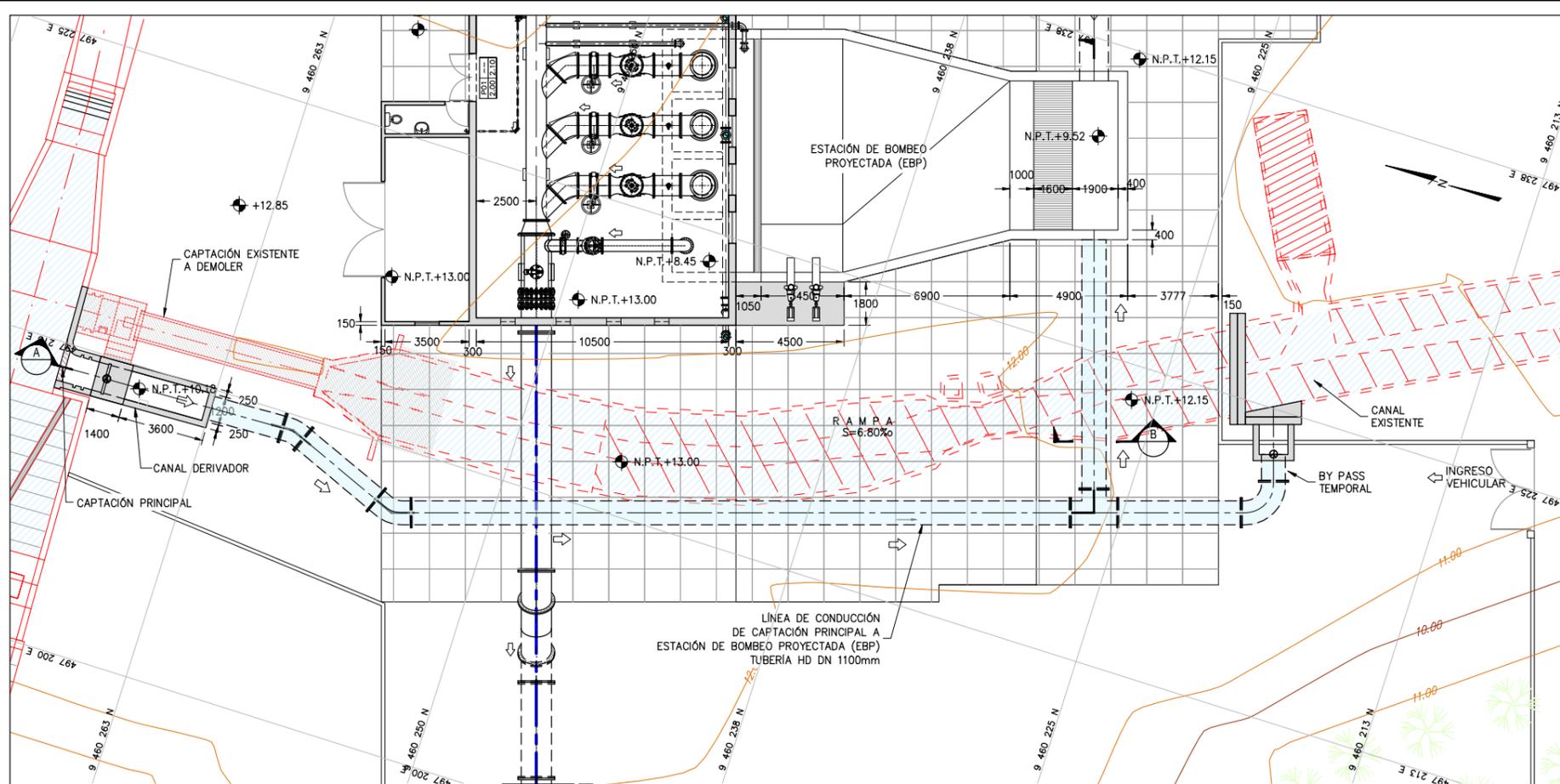
PLANO 03

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2022

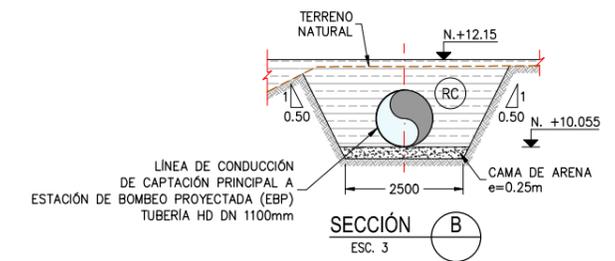
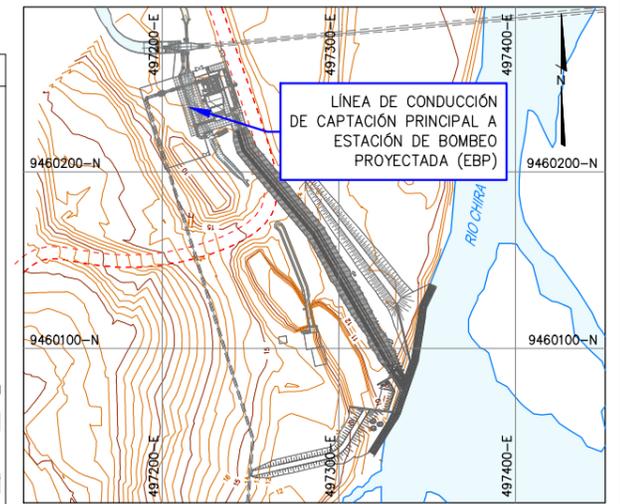
CAD: LMCR

SEC. DE PLANO: 03 DE 08

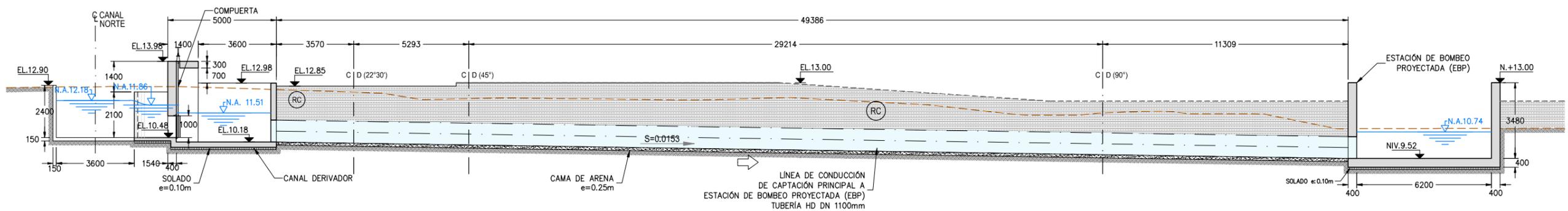


PLANTA  
ESC. 1

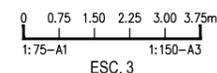
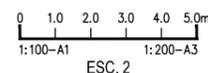
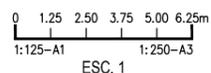
LEYENDA	
CURVA MAESTRA	.....
CURVA SECUNDARIA	.....
COTA	1400
RÍOS	.....
ACCESO	.....
LÍNEA DE IMPULSIÓN PROYECTADA	.....
ESTRUCTURA EXISTENTE	.....
ÁREA VERDE	.....
ESTRUCTURA NUEVA	.....
SOLADO $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$	.....
SUELO	.....
RELLENO COMPACTADO	.....
CAMA DE ARENA	.....
CONCRETO CICLÓPEO C'C	.....



SECCIÓN B  
ESC. 3



SECCIÓN A  
ESC. 2



UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR  
DE SAN MARCOS



E.A.P.

INGENIERÍA MECÁNICA DE  
FLUIDOS



"DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL,  
STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA  
OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA -  
COMPONENTES PAITA Y TALARA"

NOMBRE DE PLANO:  
LÍNEA DE CONDUCCIÓN DESDE CAPTACIÓN PRINCIPAL  
A ESTACIÓN DE BOMBEO PROYECTADA (EBP)  
PLANTA Y SECCIONES

COD. DE PLANO:

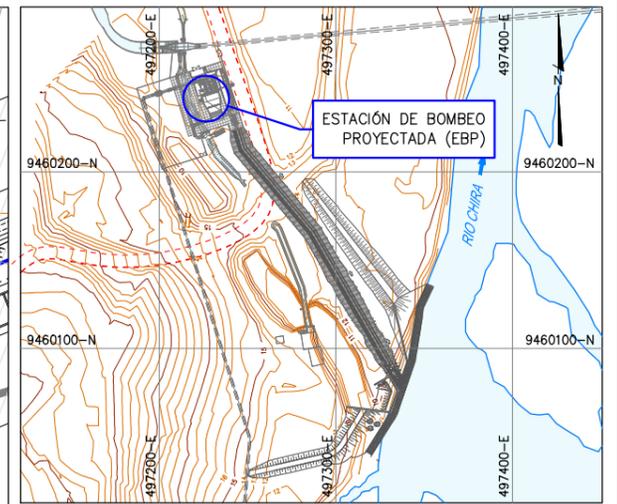
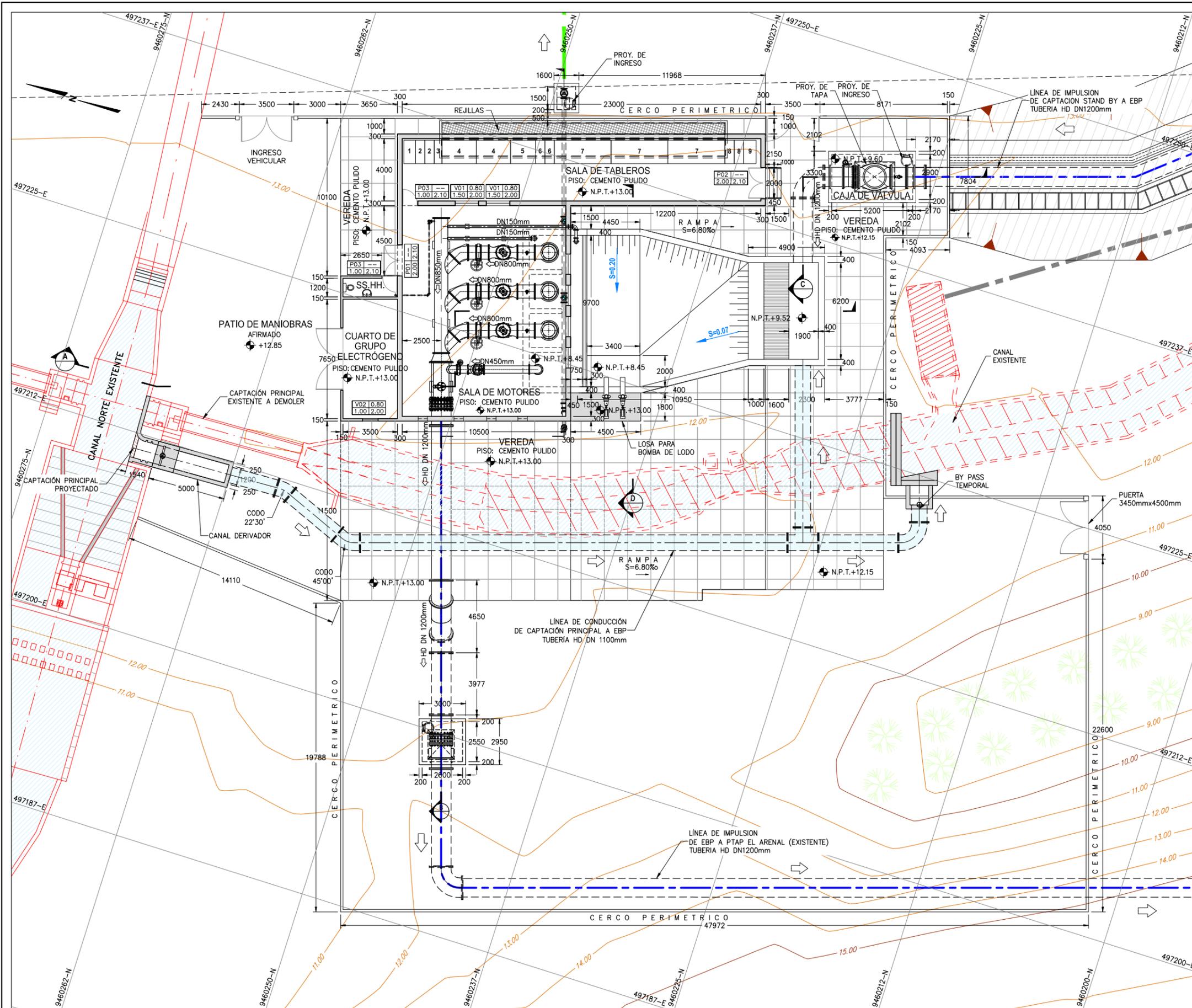
PLANO 04

ESCALA: INDICADA

FECHA: OCTUBRE 2022

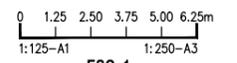
CAD: LMCR

SEC. DE PLANO:  
04 DE 08



LEYENDA	
CURVA MAESTRA	.....
CURVA SECUNDARIA	.....
COTA	.....
RÍOS	.....
ACCESO	.....
ESTRUCTURA EXISTENTE	.....
ESTRUCTURA PROYECTADA	.....
LÍNEA DE IMPULSIÓN	.....

- NOTA:
- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
  - DIMENSIONES EN MILÍMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.
  - USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.
  - VER DETALLE DE CORTES LAMINA (315.002-P1&3-HD-102-011)



PLANTA  
ESC. 1

UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS



E.A.P.

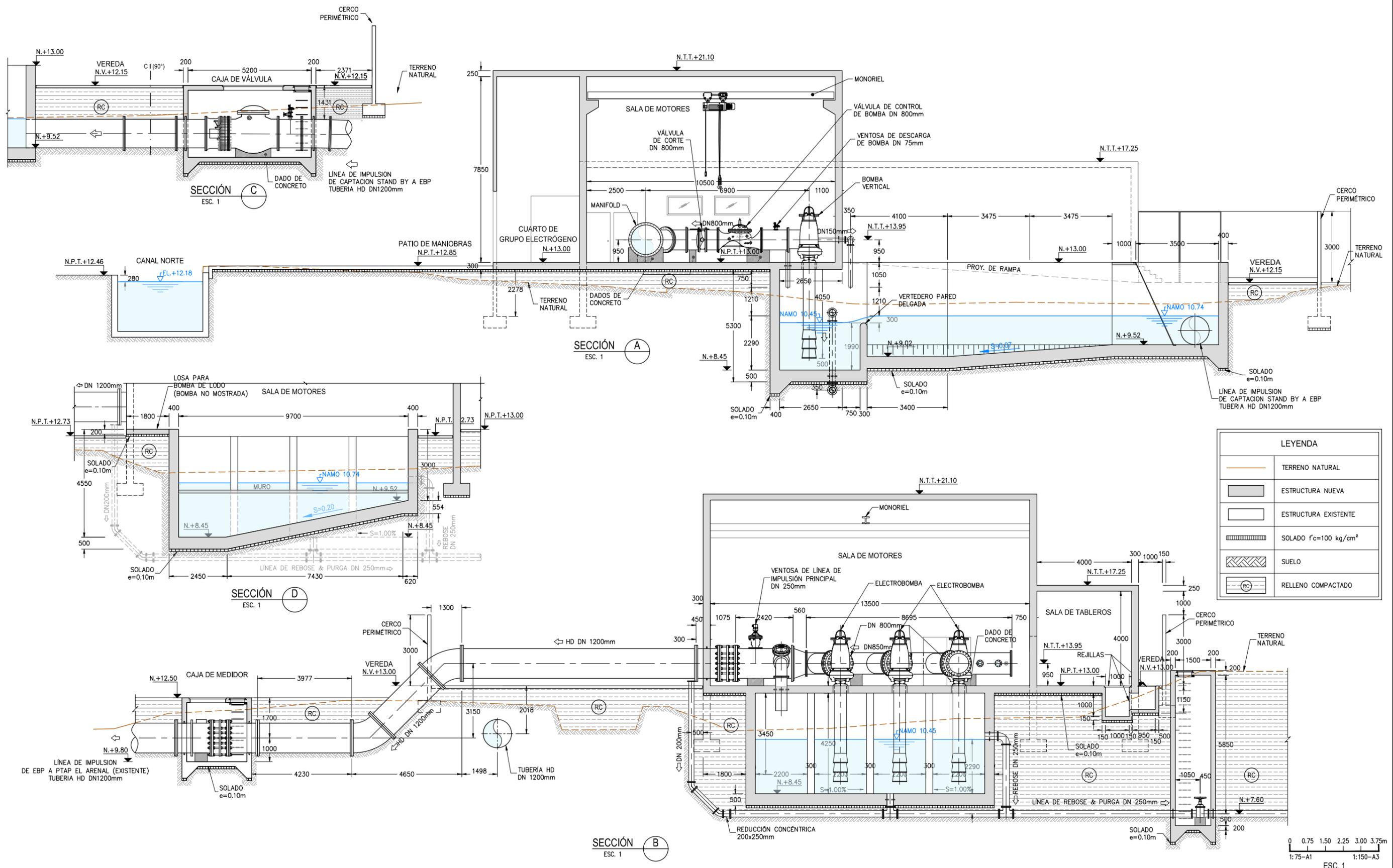
INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS



"DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL, STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA - COMPONENTES PAITA Y TALARA"

NOMBRE DE PLANO:  
ESTACIÓN DE BOMBEO PROYECTADA (EBP)  
PLANTA

COD. DE PLANO:	PLANO 05
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	OCTUBRE 2022
CAD:	LMCR
SEC. DE PLANO:	05 DE 08



LEYENDA	
	TERRENO NATURAL
	ESTRUCTURA NUEVA
	ESTRUCTURA EXISTENTE
	SOLADO $f_c=100 \text{ kg/cm}^2$
	SUELO
	RELLENO COMPACTADO

0 0.75 1.50 2.25 3.00 3.75m  
 1:75-A1 1:150-A3  
 ESC. 1

NOTAS:  
 1.- LA ESCALA GRÁFICA MOSTRADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE  
 2.- DIMENSIONES EN MILÍMETROS Y NIVELES EN METROS, SALVO INDICADO.  
 3.- USAR SOLO DIMENSIONES INDICADAS EN LOS PLANOS.  
 \* FUNCIONAMIENTO DE LAS ELECTROBOMBAS: ALTERNADO 2 BOMBAS EN PARALELO 01 EN STAND BY. EL CAUDAL Y LAS ADT INDICADAS SON CUANDO ESTÁN OPERANDO EN PARALELO

UNIVERSIDAD  
 UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR  
 DE SAN MARCOS

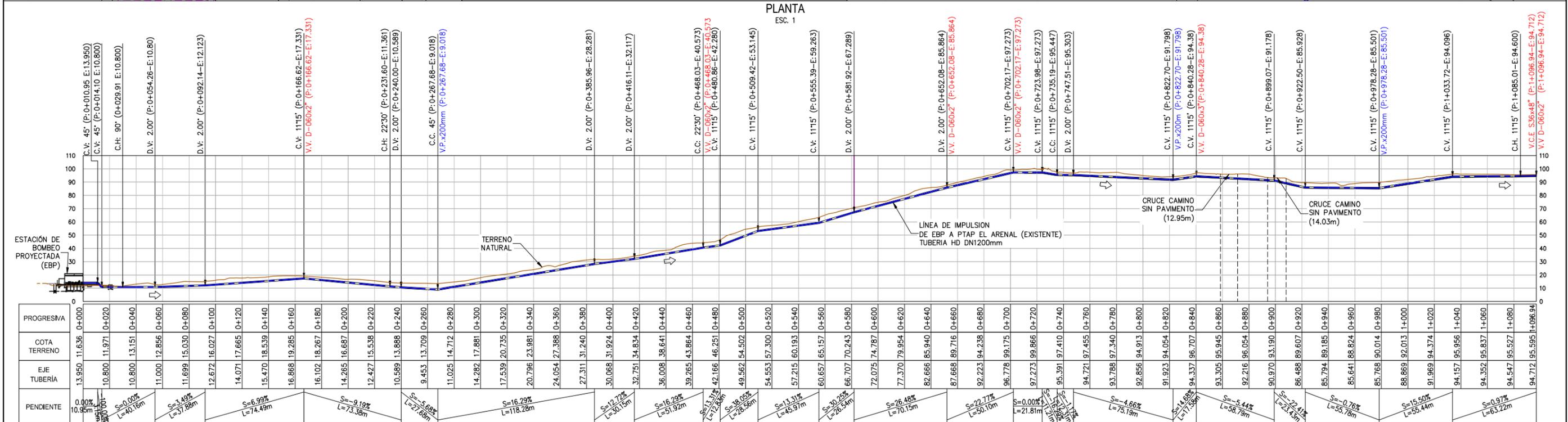
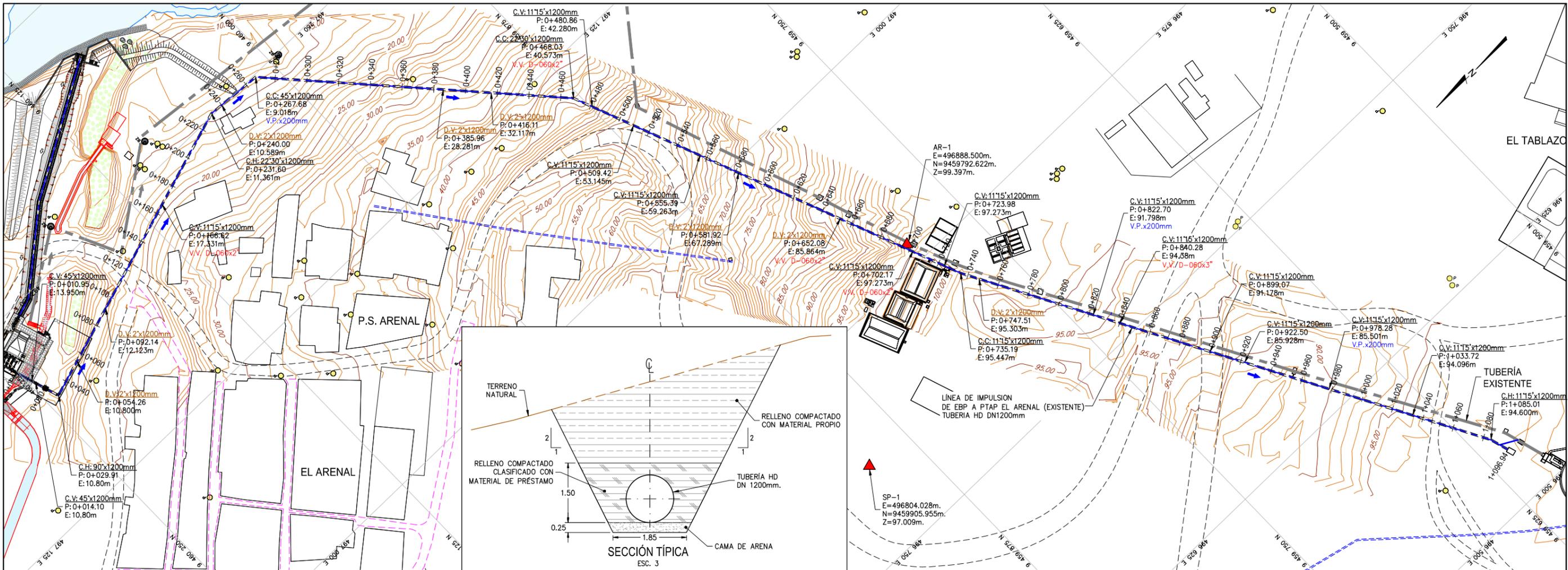


E.A.P.:  
 INGENIERÍA MECÁNICA DE  
 FLUIDOS



"DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL, STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA - COMPONENTES PAITA Y TALARA"  
 NOMBRE DE PLANO:  
 ESTACIÓN DE BOMBEO PROYECTADA (EBP)  
 SECCIONES

COD. DE PLANO:  
 PLANO 06  
 ESCALA: INDICADA  
 FECHA: OCTUBRE 2022  
 CAD: LMCR  
 SEC. DE PLANO:  
 06 DE 08



**LEYENDA**

DESCRIPCIÓN	SYMB.	DESCRIPCIÓN	SYMB.
VÍA AFIRMADA	---	TUBERÍA ENTERRADA	---
VÍA PAVIMENTADA	---	PUNTOS DE CONTROL	▲
CURVAS MAYORES	~	BMS	⊕
CURVAS MENORES	~	CANALES EXISTENTES	---
VIVIENDAS	□	ESTRUCTURAS EXIST.	---
ÁRBOLES	○	LÍNEA DE IMPULSIÓN	---
RÍO	---	TUBERÍA EXISTENTE	---
POSTE	○		

P: PROGRESIVAS (m)  
 E: ELEVACION (m.s.n.m.)  
 C.V: CODO VERTICAL (1200 mm)  
 C.H: CODO HORIZONTAL (1200 mm)  
 C.C: CODO COMPUESTO (1200 mm)  
 V.V: VÁLVULA DE VENTOSA (pulg)  
 V.P: VÁLVULA DE PURGA (200 mm)  
 V.C.E: VÁLVULA DE CONTROL (1200 mm)  
 D.V: DEFLEXIÓN VERTICAL (1200 mm)

UNIVERSIDAD  
**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**



E.A.P:  
**INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS**



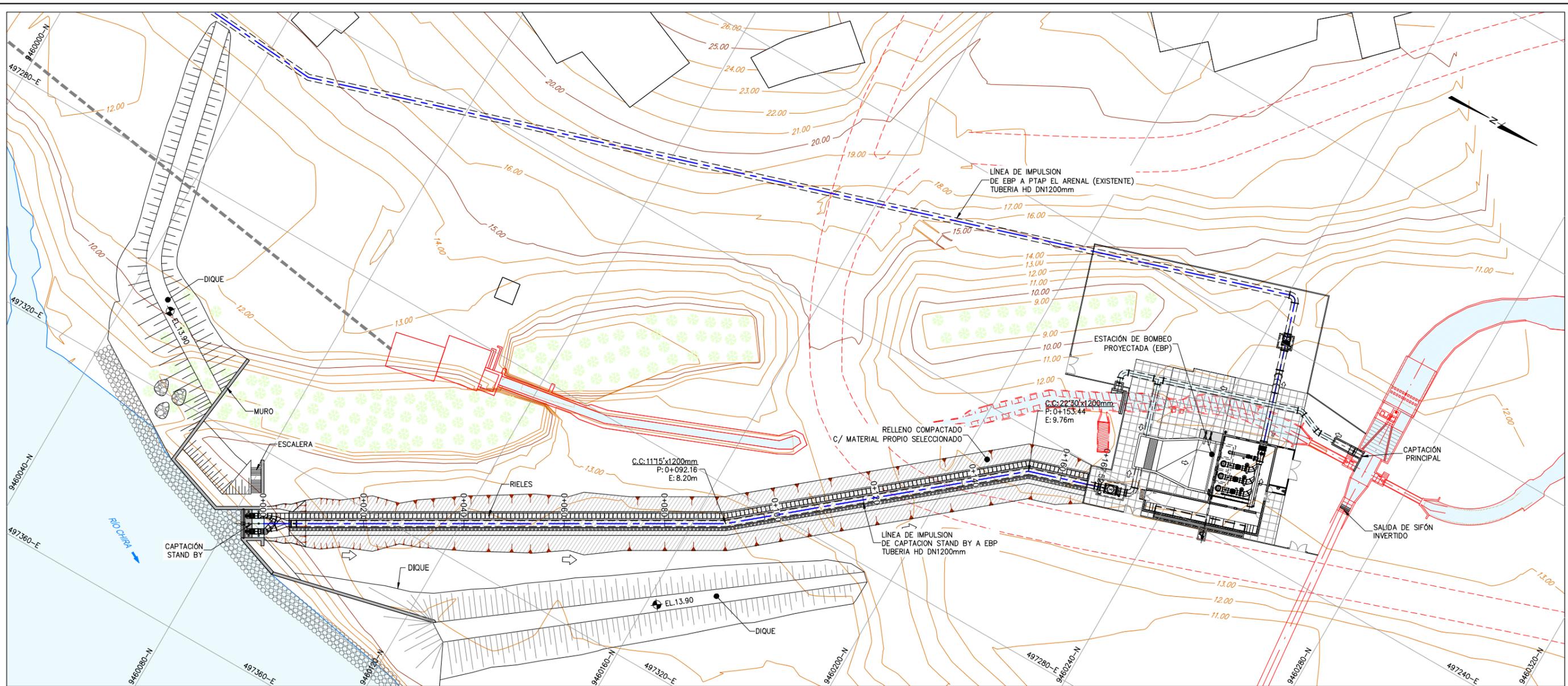
NOTA:  
 -EL DATUM ESTA EN WGS84, ZONA 17S

"DISEÑO HIDRÁULICO DE LA NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL, STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA - COMPONENTES PAITA Y TALARA"

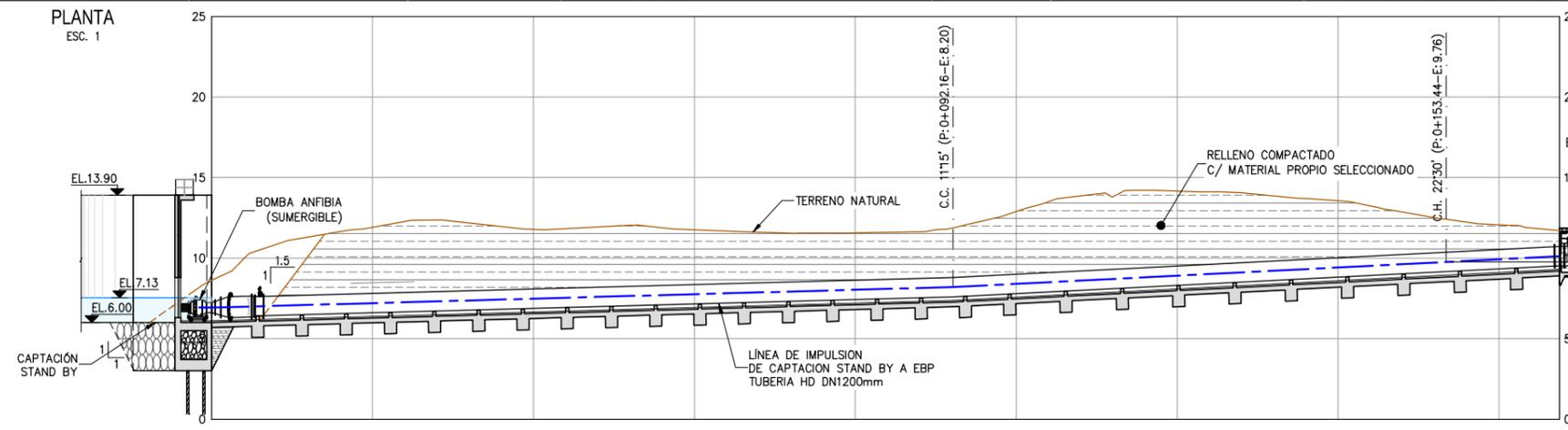
NOMBRE DE PLANO:  
 LÍNEA DE IMPULSIÓN  
 DESDE ESTACIÓN DE BOMBEO PROYECTADA (EBP) A PTAP EL ARENAL PLANTA & PERFIL LONGITUDINAL

COD. DE PLANO:  
**PLANO 07**

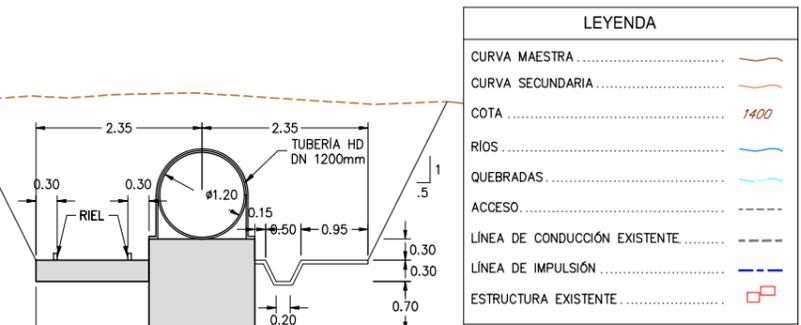
ESCALA: INDICADA  
 FECHA: OCTUBRE 2022  
 CAD: LMCR  
 SEC. DE PLANO: 07 DE 08



PLANTA  
ESC. 1



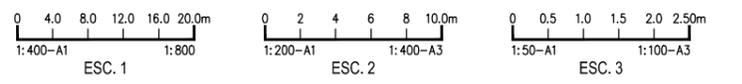
PERFIL LONGITUDINAL  
ESC. 1(H) - ESC. 2(V)



SECCIÓN TÍPICA  
ESC. 3

LEYENDA	
CURVA MAESTRA	.....
CURVA SECUNDARIA	.....
COTA	1400
RÍOS	.....
QUEBRADAS	.....
ACCESO	.....
LÍNEA DE CONDUCCIÓN EXISTENTE	.....
LÍNEA DE IMPULSIÓN	.....
ESTRUCTURA EXISTENTE	.....

PROGRESIVA	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+167.59
COTA TERRENO	8.63	11.91	11.78	11.75	11.56	12.89	14.16	13.55	12.07	11.70
EJE TUBERÍA	6.93	7.20	7.48	7.76	8.03	8.40	8.91	9.42	9.93	10.12



UNIVERSIDAD  
**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**



E.A.P:  
**INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS**



"DISEÑO HIDRÁULICO DE LA NUEVAS CAPTACIONES PRINCIPAL, STAND BY Y LÍNEA DE IMPULSIÓN HACIA LA PTAP EL ARENAL PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA - COMPONENTES PAITA Y TALARA"  
NOMBRE DE PLANO:  
CAPTACION STAND BY - LINEA DE IMPULSIÓN  
DESDE RÍO CHIRA A ESTACION DE BOMBO PROYECTADA (EBP)  
PLANTA & PERFIL LONGITUDINAL

COD. DE PLANO:  
**PLANO 08**  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: OCTUBRE 2022  
CAD: LMCR  
SEC. DE PLANO: 08 DE 08