



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua
Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash –
2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Olivera Blas, Ronald Juan (ORCID: 0000-0002-3979-3525)

ASESOR:

Msc. Depaz Celi, Kiko Félix (ORCID: 0000-0001-7086-1031)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

Huaraz – Perú

2022

Dedicatoria

A mi padre, Juan M. Olivera Sánchez,
que es mi inspiración y guía, gracias a su esfuerzo y sacrificio,
soy cada día mejor.

A mi madre, Digna Blas Osorio,
Por ser mi más grande motivo de superación,
gracias a su constancia y fe en mí estoy logrando mis metas.

A mi esposa Yanely, que siempre me da su amor incondicional
Por apoyarme y motivarme a lograr todos mis proyectos personales,
A todos, en general por que estuvieron conmigo siempre apoyándome.

Este trabajo es para ustedes.

Agradecimiento

A mi padre, por ser el primer docente en mi vida, sus consejos y buenos deseos llenos de sabiduría han sido la brújula durante mi crecimiento y formación profesional.

A mi madre, por haberme guiado y apoyado durante toda mi vida, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad, por los valores que me ha inculcado y por haberme enseñado a ser consecuente y constante.

A mi Esposa, por ser motivación y compañera en todas las dificultades y alegrías que me espera, por llenar mi vida con amor siempre y más aún cuando lo necesito.

A mi asesor Msc. Ing. Kiko Félix Depaz Celi, por el tiempo, dedicación y paciencia durante la elaboración de la presente tesis.

A todos los docentes Universitarios que impulsaron mi formación y me motivaron a amar mi carrera.

A todos, gracias por todo.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO.....	17
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1. Tipo y diseño de investigación	33
3.2. Variables y operacionalización	33
3.3. Población, muestra y muestreo	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.5. Procedimientos.....	36
3.6. Método de análisis de datos.....	37
3.7. Aspectos éticos	39
IV. RESULTADOS.....	40
4.1. Evaluación de las Condiciones Actuales de Funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable - Yaután	40
4.2. Propuesta de mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable – Yaután.....	64
4.3. Análisis inferencial.....	85
V. DISCUSIÓN	88

VI. CONCLUSIONES	94
VII. RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS	97
ANEXOS	103

Índice de tablas

Tabla 1: SELECCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO	27
Tabla 2: Criterios de diseño del sedimentador	28
Tabla 3: Especificación de la capa soporte de grava	29
Tabla 4: Especificaciones para la arena.....	29
Tabla 5: LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS	31
Tabla 6: LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA	32
Tabla 7: LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS.....	32
Tabla 8: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
Tabla 9 - Dimensiones de la estructura de recepción de la PTAP - Yaután.....	45
Tabla 10 - Dimensiones del presedimentador de la PTAP - Yaután	46
Tabla 11 - Dimensiones del prefiltro de grava	47
Tabla 12 - Dimensiones del sedimentador	48
Tabla 13 - Estaciones de reservorios de Yaután.....	50
Tabla 14 - Producción de agua por unidad de sedimentación	51
Tabla 15 - Caudal de aplicación de la solución clorada	55
Tabla 16 - Análisis de agua al ingreso de la PTAP	57
Tabla 17 - Análisis de agua a la salida de la PTAP (reservorio N° 07).....	60
Tabla 18 – Resumen de estado actual de la planta de tratamiento de Agua potable	64
Tabla 19 - Producción de agua en época de estiaje de Gallo Rumi.....	66
Tabla 20 - Análisis de agua del manantial Gallo Rumi – Yautan.....	67
Tabla 21 - Instituciones educativas en la localidad de Yaután	71
Tabla 22 - Contribución de losas deportivas – Campos deportivos.....	71
Tabla 23 - Contribución de áreas verdes	72
Tabla 24 - Contribución de Iglesias	72
Tabla 25 - Contribución de oficinas	72
Tabla 26 - Contribución de Mercados	73
Tabla 27 - Contribución de establecimiento de salud.....	73
Tabla 28 - Resumen de consumo no domestico	73

Tabla 29 - Calculo de caudal proyectado que necesita abastecerse en la localidad de Yaután	75
Tabla 30 - Caudales del manantial Gallo Rumi en época de estiaje	76
Tabla 31 - Ensayo de tamizado.....	79
Tabla 32 - Evaluación Anual de Caudales que ingresan a la PTAP	80

Índice de gráficos y figuras

Figura 1 - Tipo y diseño de la investigación	33
Figura 2 - Ubicación del sistema de abastecimiento de agua potable – Yaután ..	41
Figura 3 - Unidades que componen la planta de tratamiento de Yaután.....	42
Figura 4 - Cerco de protección actual de cada área de la PTAP.....	43
Figura 5 - Captación existente – PTAP Yaután	44
Figura 6 - Estructura de ingreso al presedimentador – PTAP Yaután.....	45
Figura 7 - Presedimentador – PTAP Yaután	46
Figura 8 - Prefiltro horizontal de grava – PTAP Yaután.....	47
Figura 9 - Sedimentador vacío por mantenimiento – PTAP Yaután	48
Figura 10 - Estaciones de reservorios de Yaután.....	49
Figura 11 - Calidad de Agua producida.....	52
Figura 12 -Tanque de dosificación de cloro – Yaután	55
Figura 13 - Dotación para establecimientos deportivos.....	71
Figura 14 - Dotación para áreas verdes	72
Figura 15 - Dotación para establecimientos de salud.....	73
Figura 16 - Selección del tratamiento Según RM-192-2018-MVCS	78
Figura 17 - Unidad de pretratamiento de la PTAP.....	81
Figura 18 - Filtro lento – Unidad de tratamiento principal.....	82
Figura 19 - Cámara de contacto de cloro de la PTAP	82
Figura 20 - Propuesta de mejoramiento de la PTAP - Yaután.....	83
Figura 21 - Perfil Hidráulico de la PTAP propuesta	84

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo generar una propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután. La cual tiene una metodología tipo aplicada – cuantitativa, de nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. La muestra consistió en la planta de tratamiento de agua potable existente de muestreo no probabilístico, la evaluación determinó que la cobertura solo beneficia al 87.29% de la población con continuidad de 5 horas al día y la calidad de tratamiento no es la suficiente debido a que las unidades solo hacen una remoción física superficial de los contaminantes teniendo unidades inservibles y en malas condiciones con una antigüedad de 24 años. Resultados: se elaboró una propuesta de mejoramiento, el planteamiento de una nueva planta de tratamiento de agua potable por filtración lenta, se hicieron estudios de caracterización de dos fuentes de agua cercanas: el río Yaután con un caudal promedio de 8 lps, la cual fue usada para la propuesta y el manantial de Rumigallo que aporta 3.85 lps, garantizando el periodo de diseño (20 años), estimando la cobertura futura del 100%. Conclusión: la propuesta cubrió las necesidades de agua de calidad en beneficio de la población.

Palabra Clave: Evaluación, propuesta, planta de tratamiento, agua potable.

Abstract

The present investigation has objective is to generate a proposal to improve the drinking water treatment plant in the town of Yaután. Which has an applied type methodology - quantitative, descriptive level and non-experimental cross-sectional design. The sample consisted of the existing drinking water treatment plant of a non-probabilistic sample, the immediate evaluation that the coverage only benefits 87.29% of the population with continuity of 5 hours a day and the quality of treatment is not sufficient because the units only carry out a superficial physical removal of contaminants, having units that are unusable and in poor condition and are 24 years old. Results: an improvement proposal was developed, the approach of a new slow filtration drinking water treatment plant, characterization studies of two nearby water sources were carried out: the Yaután river with an average flow rate of 8 lps, which was used for the proposal, and the Rumi Gallo spring that provides 3.85 lps, guaranteeing the design period (20 years), estimating the future coverage of 100%. Conclusion: the proposal covered the needs of quality water for the benefit of the population.

Keyword: Treatment plant, Drinking water, Flow, Design, Endowment

I. INTRODUCCIÓN

Como realidad problemática se conoce que un recurso indispensable para el ser humano, catalogado como el más básico y fundamental para la vida; es sin duda el agua, utilizada para cubrir las necesidades básicas como es la bebida para nuestra subsistencia, el preparado de alimentos y el aseo personal a tal punto que se considera como un derecho de la humanidad, por esta razón es necesario garantizar que cuando se consume esta cuenta con la calidad óptima para evitar algún tipo de enfermedad por contaminación lo que se consigue mediante los procesos de potabilización.

El agua no potable es sinónimo de saneamiento deficiente, es decir atenta con la salud del consumidor ocasionando enfermedades de diversa índole desde gastrointestinales por contaminantes biológicos hasta ciertos grados de envenenamiento por contaminantes químicos a tal punto que alrededor del mundo constituye en una de las principales razones de mortandad tal que, ocurren 6,000 muertes por inundaciones, 780,000 a causa de colera y diarrea no tratada y 1,100 por sequía (WWAP, 2017, p. 73), la cual generalmente es común en países de bajo desarrollo debido a que no hay sistemas eficientes de conducción ni control adecuado de calidad del recurso que se dispone generando los índices de muerte mencionados. Es el recurso entonces, tan importante que se ha convertido en un elemento integrador de espacios urbanos, lo que ocasiona una demanda centralizada que depreda grandes fuentes de agua y no garantiza su renovación adecuadamente, lo que supone un reto trascendente en la ingeniería para plantear sistemas de potabilización adecuados y que puedan cubrir la demanda de agua de manera eficiente y sin pérdidas.

A nivel internacional, en consecuencia, la escasez del agua es considerada una crisis debido al crecimiento poblacional descontrolado, el desarrollo socioeconómico y las industrias que impulsa, así como los cambios de modelo de consumo ya que las sociedades actuales disponen de mayores recursos y necesidades que consumen más agua fuera de las necesidades básicas. Por lo menos 22 países en el mundo se encuentran en estrés hídrico y deben mejorar sus condiciones de gestión del recurso y potabilización (WWAP, 2019, p. 29),

además refiere la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017, p. 5), que aproximadamente se requieren 50 litros per cápita al día únicamente para satisfacer las necesidades básicas, esto se ve alterado debido a la diversidad cultural y ahorro, que sumados a las practicas industriales y sociales que depredan y contaminan los cuerpos de agua disponible, plantean la necesidad de mejorar los procesos de potabilización además de que los gobiernos deben destinar mayores recursos económicos en la educación e inversión sobre el consumo del agua.(ONU,2018, p.176).

A nivel nacional, Según el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS), por lo menos el 16% de los peruanos no dispone de agua potable, además de las 88 obras que se ejecutaron, por ejemplo el año 2019, sobre agua y saneamiento se paralizaron por deficiencia en la fabricación de los expedientes técnicos (49%), contratistas que no cumplen con los acuerdos de ejecución (29%) y la mala praxis administrativa por parte de las unidades ejecutoras (UE) y conflictos sociales (7%) ocasionando una pérdida de al menos 1714 millones de soles (Chávez, 2019, párr. 2). A pesar de los esfuerzos del gobierno de llegar al presente año 2021 con un aumento de cobertura sobre estos indicadores ha sido imposible principalmente porque el modelo de administración rural y urbano de servicios de agua y saneamiento poseen una gran falta estructural sumado a esto que los gobiernos locales no responden directamente a las necesidades de los pobladores, reflejándose de forma cruda en la costa peruana, donde al ser árida refleja constantemente la escasez del recurso, además de que es en donde se concentra la mayor población no cubriendo la demanda como se desearía.

A nivel Local, la ciudad de Yaután, siendo capital del distrito de Yaután, provincia de Casma, alberga un total estimado de 3042 habitantes (Según Censo nacional INEI 2017 – Perú, 2017, diciembre 20), se caracteriza por ser una urbe que se dedica a la actividad agrícola esto es gracias al rio homónimo, Yaután, el cual no solo brinda recurso hídrico para la producción sino también parte de este es derivado para el consumo humano, este recurso alimenta a la planta de tratamiento de agua potable existente en el sector denominado Anayaután el cual es administrado por la Municipalidad Distrital de Yaután a

través de su unidad de Saneamiento Básico. En el año 2020, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) realizó un informe de campo llevado a cabo por el responsable Trujillo Villavicencio Hugo, en donde como parte de sus actividades fue realizar el diagnóstico físico de la planta en cuestión, cuyo documento realiza precisiones técnicas de ubicación y menciona que la planta existente hasta la fecha de diagnóstico (realizado en marzo de 2020), cuenta con una infraestructura de 22 años de antigüedad y está conformada por un desarenador, 04 filtros lentos de grava, 01 sedimentador de donde se deriva el agua hacia los reservorios existentes los cuales ya tienen una antigüedad de 50 años, de esto se concluyó que el tratamiento que se le da al recurso hídrico es solamente físico, ya que tampoco se utilizan compuestos químicos para la remoción de turbiedad entre otro tipo de indicadores, este tratamiento se complementa con un proceso de desinfección con hipoclorito de calcio al 65%, además de que los responsables no monitorean la calidad de agua. La recomendación más destacada es la de renovar la estructura existente, hacer limpieza de la vegetación aledaña, instalar dispositivos de medición de caudal, volumen de agua producido y hacer caracterización de calidad de agua de forma periódica (SUNASS, 2020, p. 26.). Siendo esta la necesidad que empujó al planteamiento del presente trabajo de investigación.

La localidad de Yaután necesitaba una mejora en el servicio que cubra la demanda de la población con agua de calidad, por lo que fue de necesidad hacer una evaluación previa de la calidad de agua y así identificar las posibles fuentes de abastecimiento que alimenten esta nueva propuesta de planta de tratamiento planteada. Para esto se realizó un aforo real de las fuentes identificadas, así como una interpretación de los resultados de laboratorio obtenido para determinar si son aptas o no para cubrir la demanda, después de esto en función al terreno en donde ya existe la planta de tratamiento a mejorar se planteó un tren de tratamiento que garantice la remoción de los contaminantes encontrados generándose de esta forma una propuesta de solución al problema presentado.

En consecuencia, se formuló el **problema general**: ¿En qué condiciones se encuentra la planta de tratamiento de agua potable y que propuesta se le puede dar para mejorar el servicio de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash – 2021?.

El cual fue complementado con **los siguientes problemas específicos**:

¿En qué condiciones se encuentra la planta de tratamiento de agua potable existente de la localidad de Yaután?

¿Qué resultados arroja el análisis de la calidad de agua de la fuente que abastece la planta de tratamiento de agua potable existente y que resultados arroja el análisis de calidad de agua a la salida en comparación?

¿De qué manera se debería proponer la mejora de la planta de agua potable de la localidad de Yaután?

El presente proyecto de investigación se justifica en general ya que aportó a solucionar la problemática del tratamiento de agua potable en la localidad de Yaután, porque existe una deficiencia, el cual se detalló previo a una evaluación donde se generó una solución mediante el planteamiento de un tren de tratamiento adecuado que cumplió los indicadores de calidad de producción de agua potable en base a las normas vigentes.

Se justificó teóricamente, ya que para demostrar el estado en el que se encontraba la planta de tratamiento de la localidad de Yaután, se realizó una propuesta de mejoramiento que estableció adecuadamente sus bases teóricas precisas para la evaluación y el planteamiento de la propuesta, estas pueden ser replicadas por cualquier investigador que requiera fines similares.

El presente proyecto se justificó ambientalmente, ya que mejoro las condiciones de producción de agua potable evitando desperdicios del recurso hídrico además de que propuso una infraestructura de tratamiento orgánica libre de agentes patógenos.

El presente proyecto dispuso de justificación práctica, ya que se solucionó directamente el problema planteado, mediante una propuesta que mejoro la

calidad de producción de agua potable y así elimino los problemas de calidad evaluados mejorando las condiciones de salubridad de la población.

El presente proyecto se justificó metodológicamente, ya que constituyo una guía de evaluación y diseño de plantas de tratamiento de agua potable en función a las condiciones de la caracterización de las fuentes de agua disponible, esto se sustentó mediante la validez de variables y confiabilidad de datos proporcionados.

El presente proyecto dispuso de una justificación social, ya que buscó garantizar la salubridad de la población de la localidad de Yaután, es decir se buscó reducir los indicadores de enfermedades generando un impacto positivo de buena salud y bienestar en la población.

Finalmente, también dispuso de una justificación económica, ya que la propuesta optimizó los procesos de tratamiento y buscó reducir el consumo y producción innecesarios con el fin único de mejorar la situación de saneamiento de la población.

En el presente estudio el objetivo general fue: Generar una propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash – 2021.

El alcance de este se logró con **los siguientes objetivos específicos:**

- Evaluar las condiciones de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután.
- Analizar la calidad de agua de la entrada y la salida en la planta de tratamiento existente y determinar su eficiencia.
- Proponer una alternativa de mejoramiento a la planta de agua potable de la localidad de Yaután.

La revisión bibliografía, permitió el planteo **de la hipótesis general**: Debido a que la planta de tratamiento de agua potable no cubre la demanda y no satisface las condiciones necesarias para garantizar la buena salud de la población existen deficiencias en el comportamiento hidráulico y sanitario lo que dio a pie a realizar una propuesta técnica acorde a las necesidades de la población.

Además, **como hipótesis específica 1 se formuló**: La evaluación de la planta existente determino que el tratamiento no es suficiente, es antiguo y no se realizan las labores de operación y mantenimiento correctamente, por lo que es necesario generar una propuesta de mejoramiento.

Como hipótesis específica 2 se formuló: La evaluación de calidad de agua de las fuentes existentes arrojaron resultados adecuados para ser utilizadas para el consumo humano después de un tratamiento adecuado ya que el actual no es eficiente.

Como hipótesis específica 3 se formuló: Se genero una propuesta de tratamiento de filtración lenta, en el terreno existente de la planta de tratamiento de agua potable, lo que cubre la necesidad de obtener agua de calidad para consumo según las normas vigentes.

II. MARCO TEÓRICO

En cuanto a la revisión de antecedentes, en alusión a los trabajos de investigación previos revisados en el **entorno internacional** sobre la variable independiente se considera a Pedraza y Palacio (2017, p.86) en su investigación descriptiva y aplicada con enfoque cuantitativo y diseño no experimental transversal, concluyó que ante el manejo incorrecto de los recursos naturales ocasionado por sus habitantes y alrededores de la zona; trajo como resultado el mal funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) lo que ocasiono baja calidad del suministro de agua siendo esta no apta para el consumo.

Mientras Fonseca et al (2018, p. 56) en su investigación descriptiva y de corte transversal concluyó que los resultados adquiridos de la calidad del agua entrante y saliente determinaron que el agua no es óptima ni apta para consumo, presentando riesgo para la salud debido a las condiciones de la distribución y falta de ensayos realizados a calidad de agua. También García y Correa (2018, p.137) con su investigación de corte transversal afirman que, el recurso hídrico de la zona cuenta con diversos problemas de contaminantes, haciéndola peligrosa para su uso, la PTAP existente es débil en operación a lo cual requiere de múltiples equipos y un conjunto de procedimientos aptos para el tratamiento de potabilización y poder consumir los parámetros de calidad por lo que es necesario intervenir cada una de estas estructuras para optimizar su funcionamiento. Así mismo, Duarte y Guerrero (2017, p. 83) con su investigación descriptiva de corte transversal, sostuvieron que, al evaluar sobre la planta existente resultó con alto riesgo a la salud, puesto el agua para el consumo no es apta debido a las condiciones constructivas de la planta; a lo cual se debe implementar y diseñar una planta nueva. De igual manera Quevedo (2016, p. 96) con su investigación descriptiva, transversal, ratifica que, ante la demanda de los pobladores que no cuentan con el servicio de agua potable de forma continua y su calidad no es apta para consumo, es necesario construir una nueva línea de conducción cruda de 1700 metros aproximadamente a la PTAP la cual lograra abastecer con la cantidad necesaria a la población y brindar el mantenimiento a los filtros de la planta ayudara a mejorar su calidad de consumo.

En alusión a la variable dependiente un resultado claro fue el de Camacho y Peña (2018 p.70) en su investigación cuantitativa, descriptiva correlacional de corte transversal, determino que su diseño de PTAP contribuye a ampliar la cobertura de los sistemas de abastecimiento de agua potable y reducir el uso de fuentes de agua no aptas para el consumo mejorando la calidad de vida de la población de: La Playita y así disminuir los indicadores de mortalidad. Asimismo, Díaz et al (2017, p. 67) en su investigación descriptiva, cuantitativa de corte transversal, concluyeron que mediante la elaboración de tres alternativas (intervención a la unidad de floculación, evitar pérdidas y modificar el difusor de desinfección) se va a optimizar la planta ya existente y así contribuir a la mejora de calidad y al buen aprovechamiento del recurso hídrico.

Además García y Rodríguez (2018, p. 69) con su investigación cuantitativa descriptiva de corte transversal concluyeron que, identificaron múltiples problemas en las estructuras hidráulicas del acueducto ya que tenían un diseño no apto para el caudal que es de 9 litros por segundo la cual no cubre la demanda de la población así también la falta de apoyo de las autoridades y la falta de medición de caudal contribuyen a la mala calidad del servicio por lo que es necesario mejorar el tren de tratamiento de la PTAP existente.

Finalmente Arias y Quishpe (2018 p.160) en su investigación cuantitativa, descriptiva de corte transversal concluyeron que, en base a ensayos de calidad del agua en el proyecto, establecen que la PTAP solo necesita realizar un tratamiento convencional con unidades operativas de filtración rápida y desinfección, con las cuales se consigue un óptimo funcionamiento, producción que se encuentre dentro de los límites máximos permisibles por la norma INEN 1108 para consumo de agua potable en todo el tiempo de operación de la planta por lo que es necesario aplicar dicha mejora.

En alusión a los trabajos de investigación previos revisados en el **entorno nacional** sobre ambas variables se considera a Mariños y Rodríguez, (2019 p. 108) en su investigación descriptiva de corte transversal llegaron a la conclusión de que la calidad de agua de la quebrada Urmo es apta para su tratamiento por lo que se plantea una planta convencional de filtración rápida que genere una producción eficiente del recurso en beneficio de la población

de Otuzco. Así también Dueñas (2016, p. 192) en su investigación descriptiva de corte transversal concluyó que la planta de tratamiento actual del sector de Yauri no está funcionando adecuadamente y es necesaria una intervención en cada una de las unidades que la componen ya que la fuente de agua que alimenta la PTAP tiene buenas condiciones y con un tratamiento adecuado podrá ser utilizada para el consumo humano, por lo que las mejoras propuestas solucionarían el problema. Por otro lado Ordinola (2019, p. 161) en su investigación descriptiva de corte transversal concluye que con la implementación de su propuesta de planta de tratamiento de agua potable va a contribuir a mejorar la salud de las personas mediante un planteamiento hidráulico de un sistema que no consume energía eléctrica, que dispone de medidor de caudal y que con ayuda de coagulantes y un proceso de filtración rápida se va a llegar a disminuir el costo de operación con una necesidad mínima de personal calificado. Así mismo Saavedra (2021, p. 267) en su investigación descriptiva de corte transversal concluye que la estructura existente de la PTAP presenta deficiencias y que solo dispone de un pretratamiento mediante un sedimentador en condiciones ya que el filtro lento no cumple su función adecuadamente, por lo que es necesario ampliar el tratamiento mediante la construcción de un desarenador y un prefiltro de grava para complementar el pretratamiento y así habilitar el filtro lento a sus condiciones adecuadas de funcionamiento. Por su parte Romero (2021, p. 173) en su investigación descriptiva de corte transversal concluye que para mejorar las 02 PTAPs existentes en Ayaviri se debe instalar un tanque de regulación de caudal para que las plantas trabajen de forma uniforme, así también añadir un pre sedimentador para reducir la turbiedad el cual es el indicador más representativo de contaminación así mismo advierte complementar el tratamiento con un mezclador mecánico que ayude a disolver adecuadamente el coagulante y reforzar las labores de desinfección, además complementa de que es necesario que los responsables tengan un control adecuado de la calidad de agua tanto de entrada como de salida y que se debe tratar los lodos producidos en ambas plantas para evitar contaminación y/o mala operación de las unidades planteadas, garantizando de esta manera agua de calidad. Finalmente Sánchez (2017, p. 250) en su investigación

descriptiva de corte transversal concluye que se deben verificar siempre los criterios técnicos y normativos para poder dar una alternativa adecuada de diseño de PTAP en base a elegir la mejor tecnología de remoción frente a contaminantes no convencionales, como en este caso, tras su propuesta añadió que la calidad de agua de la PTAP de Mollendo puede mejorar si se hace un tratamiento terciario que pueda remover el arsénico mediante la utilización de alúmina activada garantizando la salubridad de los beneficiarios. En alusión a los trabajos de investigación previos revisados en el **entorno local** sobre ambas variables se considera a Yovera (2017, p. 114) en su investigación descriptiva de corte transversal en el que concluyó que en el asentamiento humano Santa Ana – Valle San Rafael de la ciudad de Casma existe un mal abastecimiento de agua potable en donde las presiones no cumplen ni las mínimas requeridas, por lo que es siempre necesario hacer un planteamiento adecuado integral de abastecimiento no necesariamente de la calidad sino también de las condiciones hidráulicas del sistema. De igual manera Granda (2019, p. 107) en su investigación descriptiva de corte transversal concluye que es necesario rediseñar el sistema integral de agua potable del centro poblado de Muña Alta ya que no se dispone de agua de calidad ni la continuidad mínima establecida por las normas nacionales, lo que implica hacer un replanteo en función a las necesidades de esta que garantice una mejora del servicio mediante una propuesta. También Rodríguez (2020, p. 69) en su investigación descriptiva de corte transversal concluye que el sistema actual de agua potable del caserío de Punchayhuaca está en mal estado y deteriorados lo que evidencia una mala gestión del mismo por parte de los responsables, lo que reafirma la importancia de hacer un nuevo sistema que garantice la calidad del sistema y que además se deba capacitar a los responsables para garantizar su correcto funcionamiento en el periodo de diseño planteado. Finalmente, Cordero (2017, p. 57) en su investigación descriptiva de corte transversal concluye que el sistema de agua estudiado en Puerto Casma no funciona, es de mala calidad y está contaminada ya que no se hace la desinfección correctamente, además de que no existen dispositivos de control automáticos en el abastecimiento y que el sistema es obsoleto con unos 70 años de antigüedad lo que no cubre la demanda actual del sector por

lo que es necesario un replanteo y la formulación de una planta de tratamiento de agua potable en el futuro que mejore las condiciones del sistema existente por el bien de la salud de los beneficiarios.

Como teorías relacionadas a la variable dependiente del proyecto (propuesta de planta de tratamiento de agua potable) fue importante revisar:

Las plantas de tratamiento de agua potable son el componente indispensable de un **Sistema de Abastecimiento de Agua Potable**, por ello WASS & FLEMING (2020, p. 183), establecen que el sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto integral de estructuras que no solamente se encargan de transportar el agua hacia los consumidores, sino también algunas de estas disponen de un proceso unitario específico que se encarga de remover contaminantes dentro del fluido.

Así también, SETHI & DI MOLFETTA (2019, p.128), acotan que los componentes básicos del abastecimiento consisten en:

Captación: siendo la estructura que deriva o reúne el líquido para encausarlo, estas pueden ser superficiales, subterráneas o incluso de origen marítimo.

Línea de conducción: Consiste en el conducto que transporta el fluido entre la captación y las unidades de tratamiento, esta puede ser conducida por diferentes tipos de materiales y conductos entre abiertos y cerrados.

Planta de tratamiento de agua potable: Es el componente más importante del sistema de abastecimiento ya que engloba las unidades de pretratamiento y/o tratamiento del fluido, en la cual cada una remueve contaminantes físicos, químicos o microbiológicos en diversos niveles de tratamiento tanto como generales o específicos.

Almacenamiento: Es un tanque construido de diversos materiales que almacena el fluido para garantizar su presión final de salida y su continuidad.

Línea de aducción: Consiste en un conducto similar a la línea de conducción con la diferencia de que lleva el agua tratada y debe de ser protegida.

Redes de distribución: Consiste en la red de tuberías sea abierta o cerrada que llevan el recurso hacia el consumidor.

Acometida Domiciliaria: Es la conexión final, en donde el consumidor puede cubrir sus necesidades de uso de agua.

SETHI & DI MOLFETTA (2019, p. 136), hacen hincapié que para optimizar el abastecimiento de agua potable es importante evaluar cada componente de manera que no se contamine el fluido y más bien se trate de forma eficiente aplicando las nuevas tecnologías hidráulicas y mecánicas que existen.

Además, para realizar un **diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable**. Es necesario realizar estudios previos, tal como acotan (BADHAN et al, 2021, p. 772), es importante conocer los aspectos técnicos y estadísticos de una localidad o urbe para plantear correctamente una propuesta, de manera que se recojan los datos básicos de topografía, calidad de agua, espacio de trabajo, etc., que permitan programar y planear un correcto funcionamiento de cada componente.

Entre los estudios más importantes para realizar un correcto abastecimiento tenemos:

- Estudios socioeconómicos.
- Estudios técnicos, comprenden estudios de suelos, topográficos y de ubicación.
- Estudios complementarios, comprenden los estudios de calidad de agua, hidrogeológicos y/o geotécnicos.

Entre los estudios más representativos referentes al tema de la investigación se consideran:

El **periodo de diseño** que referencia al tiempo en el cual la estructura o componente va a trabajar a su capacidad de diseño, este se define en función a los costos de materiales, durabilidad, proceso constructivo, operación y mantenimiento necesarios, entre otros. El reglamento Nacional de Edificaciones, sugiere periodos de diseño de acuerdo al componente de la planta a tratar y va a depender de la cantidad de habitantes que tiene una localidad.

HASSAN & MAHMOOD (2018, p. 9), en su artículo denotan la necesidad de cubrir correctamente las necesidades básicas de la **población beneficiada**, haciendo estudios de consumo per cápita en función a su realidad climatológica y de hábitos, así como sus datos demográficos más

representativos, como son: la natalidad, la mortalidad, la migración y las actividades socioeconómicas a la que se dedica la población.

En nuestro país, la información de población y cruce de variables se realiza mediante los Censos nacionales (Instituto Nacional de Estadística e Informática), las cuales realizan encuestas sanitarias y registro de hábitos que permiten realizar una estimación correcta de consumo, además junto a las unidades ejecutoras es necesario obtener datos extra imprescindibles como son la lotización, conexiones existentes, cobertura, entre otros. Para así con modelos matemáticos estimar una población futura que se acerque a lo real que garantice la operación del funcionamiento de la estructura planteada. El reglamento Nacional de Edificaciones, establece métodos de aproximación futura tales como, el aritmético, geométrico y racional, los cuales deben evaluarse en cada sector y ver cuál de ellos nos da un crecimiento más real en función a las tasas obtenidas en los censos.

SPELLMAN (2017, p. 70), establece que la **dotación**, es la cantidad de agua que consume y/o utiliza cada habitante en un periodo específico de tiempo (anual, diario, etc.) incluyendo pérdidas en promedio y está ligada a los hábitos geográficos y climatológicos de cada localidad, así como costos de agua y necesidad.

La dotación se obtiene tras el monitoreo del consumo en cada sector, aun así, el Reglamento Nacional de Edificaciones, exhorta a utilizar en función de la zona dotaciones, las cuales se van a evaluar para ser utilizadas en la presente investigación.

CALABRESE et al (2018, p. 3), refieren a que cada **fuentes de agua** apta para consumo existente es invaluable y es el componente más importante de cualquier sistema de abastecimiento, por lo que es necesario conocer adecuadamente los datos de esta, ya sea para su continuidad y cantidad (mediante estudios hidrológicos), así como su origen y calidad de agua (parámetros físico-químicos y microbiológicos), para así evaluar si es factible utilizarla para cubrir la necesidad de la población vecina a esta, entre las diversas fuentes de abastecimiento, estas pueden ser: pluviales, superficiales, subterráneas, etc. Las cuales son provenientes de manantiales, lagos, embalses, ríos, entre otros. CALABRESE et al (2018, p. 18) sostiene que es

importante que en todo proyecto de abastecimiento se realice un cuidado ambiental adecuado para evitar romper el ciclo de agua que es importante para la renovación del recurso hídrico, puesto que en las sociedades actuales se depreda el recurso sin cuidado extinguiendo en el proceso las fuentes de agua.

Entrando en materia, sobre una **Planta de tratamiento de agua potable**, GUPTA & GUPTA (2020, p. 4), definen a la planta de tratamiento de agua potable como la encargada de remover los contaminantes existentes en una fuente de agua que se busca potabilizar mediante el planteamiento de un tren de tratamiento que compone unidades que mediante procesos físicos y químicos remueven contaminantes específicos encontrados en el agua para que este apta para el consumo.

Según CEPIS (2006, p. 110) existen dos tipos de planta bien diferenciados y se clasifican según los procesos como:

Plantas de filtración rápida: utilizado en grandes masas de agua, en donde debe pasar el medio filtrante a velocidades altas de paso (tasas) y para ello se debe de disponer de procesos previos químicos de remoción de contaminantes que podrían retrasar la filtración, estas plantas se subclasifican en:

- Planta de filtración rápida completa: Es aquella planta en donde se realizan los procesos previos a la filtración necesarios para garantizar la correcta filtración, esto va a permitir a aguas con turbiedad alta ser tratadas adecuadamente.
- Planta de filtración directa: utilizada en plantas de gran masa, pero de turbiedad baja, por lo que no es necesario hacer un proceso previo de floculación-decantación y solo es necesario contar con una mezcla rápida y la filtración como tal.

Plantas de filtración lenta: utilizada en caudales bajos, generalmente en zonas rurales de baja demanda en donde se disponga de terreno para la ubicación de los filtros, es mucho más económica de construir y operar, funciona a tasas bajas entre 0.1 y 0.3 m/h, el proceso de filtración en caso de tener turbiedades altas se puede acompañar con unidades de tratamiento

previas como presedimentadores, sedimentadores, desarenadores, prefiltros de grava, etc.

(GUPTA & GUPTA, 2020, p. 143), indican que además de las ya presentadas en la actualidad existen muchas tecnologías patentadas y/o importadas de mayor eficiencia y son utilizadas en países en desarrollo, tomando las presentadas previamente como obsoletas, estas plantas disponen de elementos electrónicos y mecánicos automatizados que mejoran las condiciones de remoción. Una de las desventajas de la utilización de esta alternativa en el país además de su costo es la necesidad de personal capacitado de operación y mantenimiento. A razón de ello no son muy empleadas en América Latina.

Para definir la eficiencia de una planta en un principio es necesario establecer el grado de potabilización, tomando en consideración que el agua potable es aquella que no causa daño temporal o permanente ni conlleva ningún riesgo para la salud al consumidor (CEPIS, 2006, p. 4).

Para establecer el grado de tratamiento es importante entonces conocer los límites máximos permisibles de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que en nuestro país son establecidos por la norma de calidad de consumo de agua D.S. 031-MINSA-2010 y la planta debe ser diseñada de manera que cumpla estos.

Previo estudio de calidad, se plantea un tren de tratamiento que según HENDRICKS (2018, p. 9) se compone comúnmente de:

El **Pretratamiento**, que son aquellas unidades necesarias para remover contaminantes físicos de gran tamaño que alteran el proceso de tratamiento, generalmente en partículas mayores a 0.2 mm, estas pueden ser removidas por:

- Cribas: son rejas o rejillas, automáticas o manuales que retienen sólidos de gran tamaño.
- Desarenador: Es un reactor disperso, tipo cámara en el que se retira por gravedad partículas por gravedad, clasificadas como arenas (mayor a 0.20 mm).
- Cámara de desbaste: es una cámara de bajo tiempo de retención en el que quedan partículas de gran tamaño que han sido arrastradas por la velocidad del fluido.

- Cámara de disipación: En zonas en donde existe mucha pendiente en la conducción el agua llega turbulenta lo que imposibilita el tratamiento, por lo que es necesario prever una cámara que disipa la energía y reduce la turbulencia.

El **Tratamiento**, Son las unidades en donde se lleva el tratamiento y se garantiza la remoción en una planta convencional se encuentran las siguientes unidades:

- Sedimentador: Complementario al pretratamiento, mediante un proceso físico de gravedad se retienen sólidos sedimentables.
- Coagulación – Floculación – decantación – filtración: es un proceso de tratamiento conjunto que se utiliza en las plantas de filtración rápida completa, en este tipo de tratamiento se incorpora con una cámara de mezcla rápida un agente químico desestabilizador (coagulante) para luego entrar a una unidad de mezcla lenta (floculador) que genera partículas grandes por interacción química que finalmente son decantados en una cámara y retirados del fluido, lo que va a garantizar que la filtración rápida funcione adecuadamente ya que no hay riesgo de tener partículas invasivas que la alteren.
- Filtración lenta: es un proceso de tratamiento conjunto en el que mediante un filtro compuesto de grava y arena se retienen los contaminantes del agua, a diferencia de la filtración rápida, se colocan filtros más diversos para que lentamente (a bajas tasas) se vayan quitando los contaminantes ayudados incluso de una biopelícula orgánica que desestabilice los contaminantes y garantice una mejor calidad.
- Desinfección: es un tratamiento específico avanzado (terciario), en el cual se remueven los agentes patógenos microbiológicos de la fuente de agua, esto generalmente se realiza con la adición de un desinfectante (cloro, el más común) para remover los microorganismos y a la vez dejar un efecto de protección en la distribución (cloro residual).

Sobre las teorías referentes a la variable independiente (evaluación de la planta de tratamiento existente):

En un principio fue importante revisar las **Consideraciones básicas de diseño de una planta de filtración lenta**, para así llevar a cabo una propuesta de diseño adecuada se debe de conocer los parámetros de calidad de agua de las fuentes, el RM. 192-2018 (MVCS, 2018, p. 89), establece escoger el nivel de tratamiento en función a la tabla siguiente:

Tabla 1: SELECCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

ALTERNATIVAS	LÍMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80% DEL TIEMPO	ESPORADICAMENTE
Filtro lento (F.L.) solamente	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 100$ UT
F.L.+ prefiltro de grava (P.G.)	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 150$ UT
F.L.+ P.G.+ sedimentador (S)	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 500$ UT
F.L.+ P.G.+ S+ presedimentador	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 1000$ UT

T_0 : turbiedad del agua cruda presente el 80% del tiempo.

C_0 : color del agua cruda presente el 80% del tiempo

$T_{0\text{Max}}$: turbiedad máxima del agua cruda, considerando que este valor se presenta por lapsos cortos de minutos u horas en alguna eventualidad climática o natural.

Fuente: RM. 192 - 2018 (MVCS, 2018, p. 89)

Del presente cuadro se toma como parámetro básico de calidad, la turbiedad (T_0), la cual debe de verificarse durante un año y en función a ella escoger la alternativa más conveniente, la norma técnica además recomienda la incorporación de un desarenador en caso hubiese presencia de arenas.

De las unidades recomendadas se toman en consideración los siguientes parámetros de diseño.

El **Desarenador** sirve para separar las arenas o partículas gruesas que pueden ser arrastradas en la captación que generalmente están en suspensión gruesa y arena con tamaños mayores a 0.2 mm.

Si después de una prueba de sedimentación se llega a remover turbiedad a tal punto que se llegue al valor aproximado de 50 UNT, se debe de utilizar una **unidad de sedimentación**, la cual remueve partículas en suspensión gruesa y arena inferiores a 0.2 mm y superiores a 0.5 mm, en conformidad a la siguiente tabla:

Tabla 2: Criterios de diseño del sedimentador

Nº	PARÁMETROS	UNIDADES	VALORES OBTENIDOS	ÓPTIMOS
1	Tasa de sedimentación (qs)	m ³ /m ² .d	2,79 a 7,30	2 -10
2	Periodo de retención (To)	horas	7,76 a 3,30	3 a 6
3	Tasa de recolección agua sedimentada (qr)	l/s.m	0,15 a 0,45	1,3 a 3,0

Fuente: RM. 192 - 2018 (MVCS, 2018, p. 90)

Para un funcionamiento óptimo de la unidad se debe cumplir con las relaciones largo/ancho en la zona de sedimentación tal que, $3 < L/B < 6$ y con la relación de largo/alto de la zona de sedimentación $5 < L/H < 20$.

Además, el **Prefiltro de grava**, es una unidad que ayuda a la filtración lenta disminuyendo la carga material en suspensión y puede asumir dos funciones:

- Como proceso físico exclusivo para reducir turbiedad, en este caso operan con velocidades altas y carreras cortas.
- Como proceso físico y biológico, se plantea como único tratamiento en aguas relativamente claras, en este caso son velocidades bajas y carreras largas.

Criterios básicos a tomar en cuenta son:

- Se puede tratar con turbiedad promedio entre 100 a 400 UNT con límites máximos de 500 – 600 UNT.
- Se asume altura de grava de 50 cm.
- Se asume la graduación del tamaño de grava tal que, Cámara 1, de 3 a 4 cm, Cámara 2, de 1.5 a 3 cm y Cámara 3 de 1 a 1.5 cm.
- Si va a tener un filtro lento posterior la tasa recomendada varía entre 1 y 0.6 m/h.
- Cuando el objetivo es físico y biológico (como tratamiento central) la tasa recomendada varía entre 0.8 y 0.1 m/h.

La unidad más importante es el **Filtro lento de arena**, la cual es eficiente, fácil de operar y mantener. Entre los criterios se toma:

- La unidad de filtración lenta consta principalmente de un medio filtrante dispuesto sobre un lecho de soporte, el cual está sobre un drenaje que está compuesto por dos capas de ladrillos tipo King Kong y dimensiones 0.2 m x 0.15 m de alto. Se deja 2 cm de percolación y se asientan las capas de ladrillo con mortero.
- Para el drenaje se consideran tres capas de grava tal que:

Tabla 3: Especificación de la capa soporte de grava

N°	TAMAÑO DE LA GRAVA (mm)	ALTURA DE LA CAPA (m)
1	1,5 - 0,40	0,05
2	4,0 – 15,0	0,05
3	10,0 – 40,0	10,0

Fuente: RM. 192 - 2018 (MVCS, 2018, p. 90)

- Sobre la capa soporte se coloca un lecho filtrante de arena de 0.8 m de alto, además:

Tabla 4: Especificaciones para la arena

N°	PARÁMETROS	RECOMENDACIÓN
1	Tamaño efectivo (mm)	0,20 a 0,30
2	Coefficiente de uniformidad	1,8 a 2,0
3	Espesor del lecho (m)	0,80

Fuente: RM. 192 - 2018 (MVCS, 2018, p. 91)

- Sobre la capa de arena se considera una altura de agua máxima de 1.0 m de altura. Esta altura máxima se controla con un aliviadero de descarga en la estructura de salida.

Evaluación de un sistema de agua potable

Al ser un sistema integral, el abastecimiento de agua potable, es un conjunto de procesos orgánico que debe de ser monitoreado y evaluado constantemente para no solo corregir los inconvenientes que se puedan encontrar sino también para prever y plantear mejoras que puedan evitarlas. En ese contexto, la evaluación de un sistema es de naturaleza diversa y es necesario describir y evaluar en un momento dado si cada componente del sistema funciona eficientemente y su contribución a producir una mejor calidad de agua según los reglamentos nacionales de calidad de agua para el consumo humano.

Para KUMAR (2021, p. 207), la evaluación más relevante a calidad recae en los agentes patógenos microbiológicos del recurso, los cuales por un mal proceso de desinfección pueden ocasionar graves problemas en la salud del consumidor, desde enfermedades gastrointestinales y parasitológicas hasta aversión por este debido a malos olores producidos por la digestión microbiana. Es importante entonces monitorear en este caso la calidad de desinfección que realiza en el sistema de abastecimiento, que como

generalmente se realiza con cloro, se monitorea como cloro libre en puntos clave dentro del sistema.

Por otro lado, LEWIS (2018, p. 871), añade que se debe de evaluar la accesibilidad del recurso, es decir el origen de la fuente, su costo de abastecimiento y el efecto que puede producir en los consumidores, en tal sentido la informalidad en algunos sistemas afecta no solo garantizando un buen tratamiento sino también contaminando las aguas por contacto con patógenos, intemperismo o malas labores de desinfección.

Es importante considerar lo dicho por MIAN (2021, párr. 2), quien reflexiona sobre la huella hídrica de las poblaciones y los malos usos de agua, donde se realizan labores fuera del consumo con alto índice de desperdicio ya que el agua potable es utilizada en actividades no vitales (como puede ser el lavado de autos, pisos, etc.) en donde se las contamina y no se las aprovecha como debe ser. Además, refiere a que el agua tratada es susceptible a contaminarse en las mismas redes de distribución debido a la antigüedad y el material de las mismas, lo que incluso puede perjudicar el tratamiento de la planta reduciendo su calidad.

Alver (2019, p. 27226), plantea una metodología replicable de evaluación de plantas de tratamiento de agua potable en función a la eficiencia, en la que se evalúa cada proceso unitario en diferentes niveles (remoción física, química, biológica) y tras un análisis en el afluente y efluente nos da un porcentaje de eficiencia y confiabilidad que en conjunto deben reducir los contaminantes hasta cumplir los límites máximos permisibles.

Alver (2019, p. 27227) establece que las plantas de tratamiento se deben evaluar en función al nivel de trabajo de remoción que realizan, es decir que una planta que solo hace remoción física debe evaluarse solo en el aspecto físico, mientras que una planta más compleja debe tener más parámetros de evaluación, en sus aspectos físicos, de conservación, hidráulicos y de eficiencia.

Por ello exhorta al evaluador a documentarse previamente a la evaluación, con otras evaluaciones ya realizadas, accesos, antecedentes y problemas que existan o hayan sido solucionados en la zona en la q planta opera. Además, establece que en plantas convencionales (en donde hay remoción físico

química de contaminantes por filtración rápida), se debe de determinar correctamente las tasas de retención y velocidades en las que operan los mezcladores ya que estos están ligados directamente a la eficiencia. También menciona que en plantas de caudal pequeño (filtración lenta), la evaluación del material filtrante es necesario, en condiciones de granulometría, espesor de capas y tiempo de filtrado, para de esta manera determinar no solo la eficiencia de filtración sino el grado de mantenimiento y capacidad que pueden tener los filtros lentos.

En base a lo revisado, Para hacer una correcta **evaluación de calidad de agua**, ya sea con o sin tratamiento, se debe de hacer un muestreo de calidad, el cual va a ser analizado por un laboratorio certificado por INACAL (Instituto Nacional de Calidad), que garantice la toma correcta de muestra y la evaluación de las mismas, los cuales arrojan parámetros físico-químicos y microbiológicos que van a ser comparados por el evaluador con la norma de calidad de consumo humano de donde se disponen los siguientes parámetros:

Tabla 5: LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: DS N° 031-2010-SA (MINSAL, 2010, p. 38)

Tabla 6: LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L ⁻¹	1 000
8. Cloruros	mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
11. Amoniacó	mg N L ⁻¹	1,5
12. Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L ⁻¹	0,4
14. Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15. Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16. Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17. Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: DS N° 031-2010-SA (MINSa, 2010, p. 39)

Tabla 7: LIMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Fuente: DS N° 031-2010-SA (MINSa, 2010, p. 40)

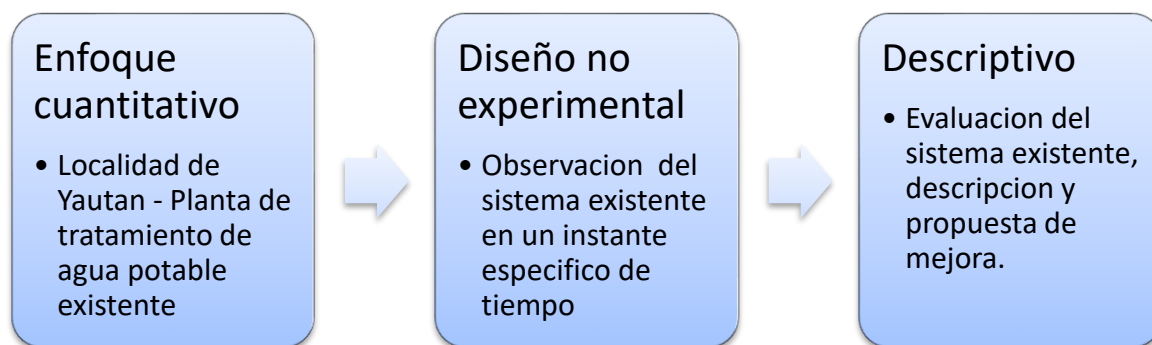
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Según Murillo (2008, p. 2), el presente trabajo de investigación fue de **tipo práctico o empírico**, ya que solucionó un problema directo que surgió de la necesidad de tener agua de calidad en la localidad de Yaután, así mismo se denominó **aplicada**, según Nieto (2018, párr. 3), ya que fue de carácter tecnológico del **tipo operativo**, ya que buscó perfeccionar y optimizar el funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable existente.

Según Hernández (2018, p. 88), el tipo de investigación fue de **tipo descriptivo** ya que realizó la evaluación de las condiciones reales de la planta y se describió en modo de propuesta técnica la alternativa más óptima de mejoramiento, además fue de enfoque cuantitativo porque estableció variables cuantificables de calidad y cobertura.

El diseño de investigación fue de tipo no experimental de corte transeccional, porque no se manipularon las variables planteadas (como los parámetros de la fuente de agua y la calidad de servicio actual), sino más bien se describió y detalló en un momento específico; y así genero la mejor propuesta de solución.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1 - Tipo y diseño de la investigación

3.2. Variables y operacionalización

Hernández (2018, p. 105), define como variable a aquel indicador que tiene como propiedad más representativa el poder fluctuar y su variación es susceptible a observarse o medirse. Esto puede ser aplicado a casi cualquier fenómeno físico o abstracto conocido que engloba a objetos, seres vivos y fenómenos que adquieren valores y pueden ser representados.

Hernández (2018, p. 105), agrupa estas variables en dependiente e independiente, donde la independiente constituye a lo observable y permite realizar mediciones o representación de datos, en donde los recursos se utilizan durante el estudio, mientras que la variable dependiente en este caso particular, del tipo cuantitativo, se ve reflejado en la propuesta de solución al problema planteado.

Variable Cuantitativa Independiente: Evaluación de la planta de tratamiento de Agua potable de la localidad de Yaután. Según (Hernández, 2018, p. 105), menciona que la variable independiente es el interés directo del investigador el cual debe ser observado y en función a sus valores poder determinar su relación causal a la variable dependiente.

Variable Cuantitativa Dependiente: Propuesta de mejoramiento de la calidad de producción de agua potable de la planta de tratamiento de la localidad de Yaután. Hernández (2018, p. 105), describe a la variable dependiente como el resultado técnico de la causa (variable independiente), en este caso particular constituye en posterior evaluación, realizar una propuesta para cubrir la necesidad de agua potable de calidad de la localidad de Yaután.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Según Hernández (2018, p. 174) la población es el conjunto de individuos que coinciden con las especificaciones que abarca la presente investigación, por ello la población de estudio es la planta de tratamiento de agua potable de Yaután, Casma, Ancash.

3.3.2. Muestra

Para Hernández (2018, p. 175) la muestra es una parte de la población que se emplea directamente como base de trabajo para la presente investigación, Esta constituyó en la planta de tratamiento diagnosticada de la localidad de Yaután, Casma, Ancash a quien va a servir la propuesta de mejoramiento que se plantea.

3.3.3. Muestreo

Al tener un padrón establecido para la presente investigación se usó el muestreo **no probabilístico** por cuotas es decir que ya se tiene establecido el tamaño de estudio.

3.3.4. **Ámbito de estudio**

La investigación se realizó en el entorno de la zona urbana, ya que la localidad de Yaután dispuso de al menos 2000 habitantes como mínimo. (según Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019, OS.010).

3.4. **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para (Hernández, 2018, p. 217), la Técnica consiste en las reglas y procedimientos que van a permitir al investigador establecer la relación entre las variables establecidas además de que es necesario plantear la recolección de datos mediante un instrumento representativo, ya que este último patenta los datos observados y les da validez. En tanto a los instrumentos, mencionó que la observación es no participativa y solo se encargó de verificar y constatar tal como ocurre en la realidad, siendo este el instrumento más empleado para la presente investigación.

Tabla 8: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES
Evaluación del estado actual de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután	Ficha de recolección de datos de campo. (observación)	In situ.
Levantamiento Topográfico	Libreta de Campo. (observación)	Según Normas técnicas peruanas
Estudio de calidad de agua	Formato de laboratorio (observación)	Según Normas de consumo y calidad de agua (DS. 031-MINSA-2010) CEPIS
Trabajo de gabinete	Mediante software de procesamiento de datos, tales como: Excel AutoCAD (observación)	Según normas técnicas peruanas CEPIS

Fuente: elaboración propia.

3.5. Procedimientos

La metodología que se utilizó para alcanzar los objetivos, se compone de tres etapas:

PRECAMPO

Se realizó la revisión bibliográfica de las condiciones actuales de la zona de estudio, esto fue:

- Revisión de censos, cobertura e indicadores demográficos.
- Revisión de evaluaciones previas por entidades confiables (SUNASS).
- Identificar las Fuentes de agua autorizadas de las que se abastece la planta de tratamiento existente.

CAMPO

- Se realizó un diagnóstico físico in situ de las condiciones de la planta de tratamiento de agua potable.
- Se solicitó información a las unidades ejecutoras de las condiciones de funcionamiento (padrón de usuarios).
- Se hizo una evaluación hidráulica de los componentes de la planta de tratamiento de agua potable.
- Se identificó las fuentes de abastecimiento de la planta de agua potable.
- Se realizó la caracterización de agua de las fuentes mencionadas y su evaluación.
- Se hizo un levantamiento topográfico de la planta existente y de los elementos más representativos que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Yaután.

POST CAMPO

- En función a la evaluación física e hidráulica realizada de la planta se generó un reporte de su funcionamiento.
- Se determinó una alternativa de mejoramiento para realizar una propuesta de PTAP en función a los datos de laboratorio y campo.

- Se realizó el diseño y la memoria de cálculo de las unidades que conforman la propuesta, bajo las normas nacionales vigentes (OS.020) y los manuales técnicos representativos (CEPIS).
- Se realizó la propuesta física mediante el dibujo de planos en el terreno disponible y su funcionamiento hidráulico.
- Se realizó el metrado y las conclusiones finales de la propuesta presentada.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos durante la evaluación en campo y en pre campo, se procesaron y analizaron utilizando como instrumento clave la observación. Se detallo:

En la evaluación:

Con ayuda de las fichas de datos obtenidos, se elaboró un croquis de ubicación UTM de cada componente del sistema de agua potable existente, así como de las fuentes y/o futuras fuentes de agua a trabajar.

Se realizó una evaluación de calidad del agua producida por la planta de tratamiento existente.

El informe de evaluación técnico recopiló todos los datos físicos, de calidad e hidráulicos obtenidos dando una interpretación técnica de las condiciones reales de funcionamiento de la planta de tratamiento existente.

En la propuesta de mejora:

Se manejaron los datos de población y beneficiarios en base a los datos proporcionados por la Municipalidad Distrital de Yaután, así como el croquis de funcionamiento actual y de las redes de distribución. Con estos se construyó una tabla de crecimiento poblacional proyectada a 20 años en el futuro que se ve afectada por la cobertura del servicio y de la tasa de crecimiento proporcionada por el INEI.

Se utilizaron los datos de caracterización de calidad de agua de las fuentes y aforo de caudales como datos iniciales para el diseño de propuesta de mejora, junto a los datos de población se trabajó con las normas técnicas locales (OS.020 primordialmente) para plantear cada unidad de la planta a mejorar.

Finalmente, los datos y parámetros obtenidos son justificados e interpretados de forma técnica, luego fueron traducidos en una memoria de cálculo que permitió hacer la representación gráfica de la propuesta, esto gracias a conocer los datos topográficos del sistema de abastecimiento. Con esto se determinó un metrado de los materiales e insumos necesarios para la formulación final del proyecto que generalmente está a cargo de las unidades ejecutoras en función a la disponibilidad de terreno y cobertura.

Para los reportes de calidad, informes técnicos, memoria de cálculo y metrados se utilizaron las herramientas de la Suite Microsoft Office, tanto Word, como Excel, para la representación gráfica de la propuesta se utilizó AutoCAD de Autodesk.

COMPONENTES DEL ESTUDIO. El Estudio tuvo los siguientes componentes:

- Observación directa de las condiciones reales de funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Entrevista con funcionarios y personal técnico (operador) de la planta de tratamiento de agua potable.
- Revisión documental en fuentes de datos secundarios (evaluaciones de campo, reportes de calidad de agua, etc.)
- Reporte de evaluación de la planta de tratamiento existente.
- Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable.

Estas tareas se efectuaron mediante

- Fichas de campo: que recolectaron los datos reales de funcionamiento.
- Gráficos: que vienen a ser formas visibles de presentar los datos de continuidad, variación de caudal entre otros aspectos técnicos.
- Informe técnico de evaluación: el cual es un documento técnico con interpretación de las condiciones reales.
- Memoria de cálculo: consiste en el sustento técnico de la propuesta, en función a las normas vigentes y los parámetros de diseño necesarios.
- Representación gráfica: son los planos de las unidades propuestas.

- Planilla de metrados: el cual es un cuadro que recopila la cantidad de materiales utilizados en la propuesta.

3.7. Aspectos éticos

Para la realización del presente proyecto de investigación se tuvo el compromiso a trabajar con responsabilidad y honestidad en la presentación de resultados de forma que sea verificable y confiable. La investigación fue revisada por el software TURNITIN que avaló la originalidad y autenticidad del mismo, lo que garantizo que cada teoría de otros autores fue respetada, acotando que no hubo plagio; de forma de que cada párrafo es correctamente citado bajo la norma ISO 0690 y 0690-2 cumpliendo de esta manera con la ética de la investigación.

IV. RESULTADOS

En la presente investigación se ha desarrollado todos los procedimientos necesarios para realizar la evaluación del estado situacional de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután, así como la evaluación de los resultados de laboratorio realizados por la entidad responsable de la misma, logrando identificar y establecer su estado actual.

Se generó una propuesta que comprende el planteamiento de una nueva estructura de planta de tratamiento de agua potable para lo que se realizó el estudio de calidad de agua, se redistribuyó el terreno existente de la planta y se realizó una propuesta de diseño de nuevas unidades que garanticen un manejo óptimo del recurso a un alto grado de cobertura.

4.1. Evaluación de las Condiciones Actuales de Funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable - Yaután

Se aplicó una ficha de diagnóstico (Ficha N° 01 – Ver anexos) con la finalidad de conocer la situación actual de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable de Yaután, la cual está ubicada en el sector conocido como Anayaután que es administrada por la Unidad de Saneamiento Básico (USB Yaután) de la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Yaután.

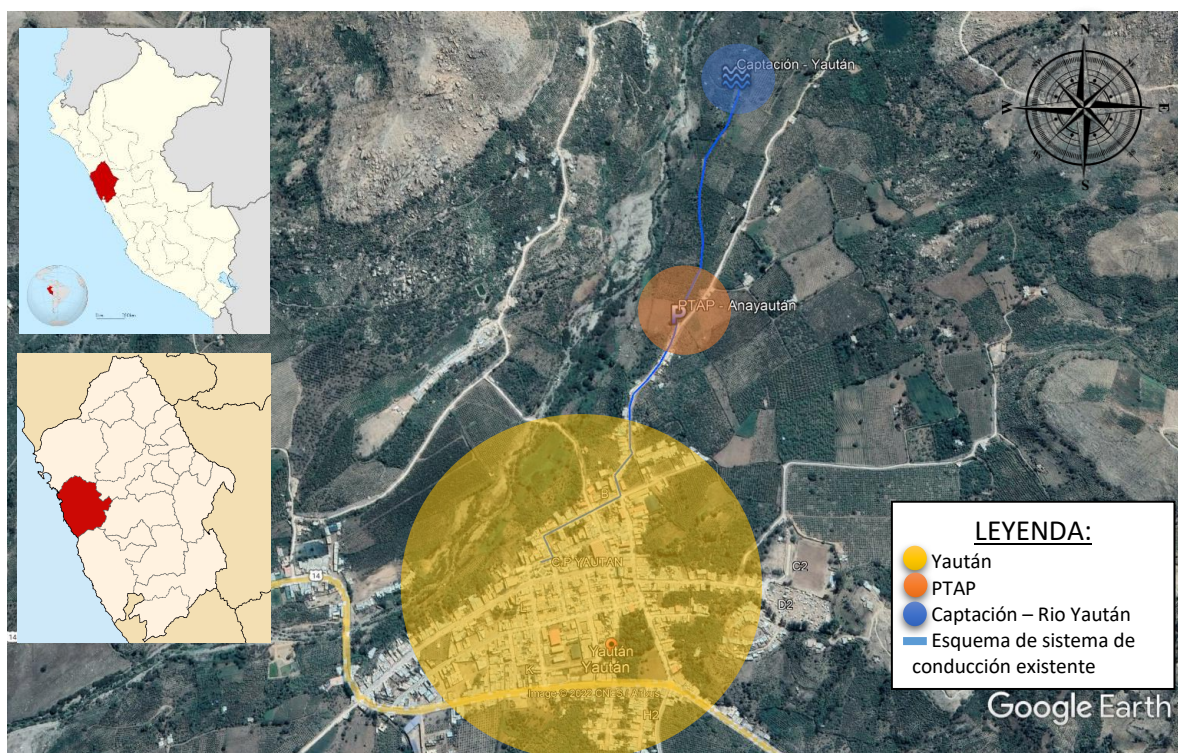
4.1.1. Descripción del sistema de tratamiento y abastecimiento de la localidad de Yaután

La producción de agua de la Planta de tratamiento cubre la ciudad de Yaután que está ubicado a 42 km al sureste de la ciudad de Casma, con una altitud promedio de 806 msnm, teniendo como ubicación UTM 18L, Este: 170 949 y Norte: 8 947 182 (Municipalidad distrital de Yaután); La planta de tratamiento se ubica al este a unos 600 m. a una altitud de 858 msnm y está ubicado en 18 L, Este: 171 483 y Norte: 8 948 208.

La fuente de agua de la que se abastece la planta es de origen superficial (concretamente del río Yaután), el cual se deriva por el canal de regadío “El pueblo” y está ubicada cerca de la PTAP en 18 L, Este: 171 497 y Norte: 8 948 227 a una altitud aproximada de 860 msnm.

El sistema de tratamiento está compuesto de la captación, Planta de tratamiento, reservorios, redes de distribución en un tren de abastecimiento típico por gravedad. El agua producida por la PTAP se lleva a 02 estaciones de reservorios, una que integra a 05 reservorios y otra que integra a 02 reservorios, ubicadas a una altitud de 852 msnm y 847 msnm respectivamente. En la segunda estación, concretamente en el reservorio N.º 7 (R7) se aplica la desinfección de agua por goteo (hipoclorito de calcio diluido) y se distribuye a la ciudad de Yaután.

En la siguiente figura, se muestra la ubicación del sector de Yaután y de la PTAP de filtración lenta existente:



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2 - Ubicación del sistema de abastecimiento de agua potable – Yaután

La fuente de agua abastecida es de tipo superficial, se capta a través de un canal de regadío denominado “el pueblo”, la calidad y continuidad de agua varía según la época del año, teniendo problemas de escasez en época de estiaje y problemas de sedimentos y turbiedad en la época de avenida.

La planta de tratamiento tiene una antigüedad aproximada de 24 años (hasta el año 2022) y está conformado por:

- 01 estructura de captación tipo derivación.
- 01 una suerte de canal flocculador que permite el ingreso de agua al presedimentador y evita partículas de gran tamaño.
- 01 presedimentador.
- 01 prefiltro de grava horizontal con 04 capas: (grava de ¼" a 2").
- 01 sedimentador improvisado.

El agua filtrada sedimentada que sale de la planta se conduce mediante 02 líneas de tuberías de PVC a dos estaciones de reservorios semienterrados (material de concreto) de una antigüedad aproximada de más de 50 años. Es todavía en el reservorio N° 07 (R7) de la segunda estación donde se hace la desinfección por cloración y es distribuida el agua a la ciudad de Yaután que cuenta con un aproximado de 600 usuarios, así mismo el servicio se da dos veces al día en los horarios de 6:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 2:00 p.m. a 4:00 p.m.

En términos generales se constata que el tratamiento utilizado en la PTAP es meramente físico, mediante la sedimentación y filtración ya que no hay ningún compuesto químico de remoción de turbiedad, sin embargo, el proceso de desinfección se realiza por goteo mediante la aplicación de hipoclorito de calcio al 65%. En la siguiente figura se hace un croquis fotográfico de la PTAP existente:



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3 - Unidades que componen la planta de tratamiento de Yaután

El caudal de ingreso al reservorio N° 07 (R7) para desinfección es aproximadamente 4.2 lps.

Durante el diagnóstico se ha constatado que las unidades de tratamiento se encuentran en 02 áreas bien definidas, las cuales están protegidas por un cerco de protección de esteras de carrizo y de alambrado de púas, las cuales están en estado de deterioro, por lo que no cumple de forma adecuada su objetivo de proteger las unidades de la PTAP.



Fuente: Captura propia – Visita de inspección.

Figura 4 - Cerco de protección actual de cada área de la PTAP

4.1.2. Descripción de unidades de la planta de tratamiento existente

4.1.2.1. Captación

La planta se alimenta de las aguas del río Yaután, donde es derivado por un canal abierto de sección rectangular (el pueblo), el punto de derivación se encuentra en las coordenadas: Zona 18 L, Este: 171 497 y Norte: 8 948 227 a una altitud de 860 msnm, está conformada por una caja de concreto que conduce el agua cruda hacia la PTAP que está a unos 6 metros, la estructura de captación es una caja de concreto armado que tiene una tubería de conducción de 6" de PVC, la que llega al presedimentador, las dimensiones de la caja son de 1.30 m. de largo, 1.20 de ancho y 0.69 m de altura, internamente presenta una dimensión de 0.80 x 0.80 m y una

profundidad total de 0.73 m, al momento del diagnóstico se verificó una altura de agua de 0.27 m.



1. Ingreso del agua a la caja de derivación.
2. Caja de derivación
3. Cerco de la PTAP
4. Canal "el pueblo"

Fuente: (SUNASS, 2020, p. 4.)

Figura 5 - Captación existente – PTAP Yaután

Según se indica por parte de los responsables de la planta, la calidad de agua del río varía a lo largo del año, esto se puede evidenciar en épocas de avenida donde existe mayor turbidez, aun así, no hay un protocolo de monitoreo adecuado ya que no se cuentan con los dispositivos adecuados para ello.

4.1.2.2. Estructura de recepción

Tal como se evidenció en el esquema de flujo, al ingresar el agua cruda a la planta es recibida por una suerte de canal de floculación que tiene la labor de reducir las turbulencias producidas durante el ingreso, los cuales se han realizado sin criterio hidráulico alguno, ya que en su mayoría de tiempo (a excepción de épocas de estiaje) esta se encuentra inundada por lo que pierde su razón de ser, a la salida de este se encuentra una plataforma agujerada que tiene 42 orificios de 2" (21 por fila) que se encargan de ingresar de manera uniforme el agua cruda hacia la unidad de presedimentación. Estos al momento del diagnóstico no evidencian mantenimiento, por lo que hay orificios que posiblemente no dejan el paso adecuado del líquido a la unidad. Las dimensiones de la estructura se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 9 - Dimensiones de la estructura de recepción de la PTAP - Yaután

UNIDAD DE TRAT.	Sección	Dimensiones				
		Nº de Unidades	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Diámetro (")
Estructura de recepción	Línea de ingreso de agua	01	6.00	-	-	6.00
	Zona de transporte (canal por tramos, 4 tramos en total)	01	18.80 (4.70/t)	0.22	0.28	-
	Plataforma de distribución	01	4.70	0.44	$h1 = 0.28$ $h2 = 0.21$	-
	Orificios de distribución de agua al presedimentador	42	-	-	0.20	2.00

Donde: *t*: por tramo, *h1*: altura de la estructura, *h2*: altura del nivel de agua.

Fuente: elaboración propia.



Fuente: (SUNASS, 2020, p. 5.)

Figura 6 - Estructura de ingreso al presedimentador – PTAP Yaután

4.1.2.3. Pre sedimentador

Es una estructura de concreto armado de forma rectangular, que se encuentra en un estado de conservación aceptable, es encargado de retirar partículas gruesas sedimentables, tiene un volumen aproximado de 46.20 m³ y el fondo dispone de una pendiente de 1.26% siendo la parte más profunda en la parte de ingreso de la estructura de recepción, durante el diagnostico no se encontraron sedimentos visibles, por lo que es cuestionable su uso para este fin.

El presedimentador y la estructura de recepción conforman el Área N° 01 de la PTAP.

Tabla 10 - Dimensiones del presedimentador de la PTAP - Yaután

UNIDAD DE TRAT.	Sección	Dimensiones				
		Largo (m)	Ancho (m)	Altura de und (m)	Altura de agua (m)	Vol. de agua (m3)
Pre sedimentador	Área de sedimentación	10.34	4.70	1.10	$h1 = 1.02$ $h2 = 0.89$	
	Pendiente de la unidad	$m = \frac{(h1-h2)}{L} = 1.26\%$ (orientada hacia el ingreso de la unidad)				

Donde: L: Largo, **h1:** altura del agua al ingreso, **h2:** altura del agua a la salida.

Fuente: elaboración propia.



Fuente: (SUNASS, 2020, p. 5.)

Figura 7 - Presedimentador – PTAP Yaután

4.1.2.3. Unidades de prefiltración (prefiltro de grava)

El agua proveniente del presedimentador pasa por dos tuberías de PVC de 5” y 3” al Área N° 02 (segunda área cercada) e ingresa a un prefiltro horizontal de grava de diferentes diámetros, estas son unidades contiguas de concreto armado que a nivel físico están en regular estado de conservación, al ser un filtro dispone de “capas” las cuales van de mayor a menor diámetro permitiendo la remoción física de contaminantes en el agua. El agua inicialmente llega a una suerte de plataforma ubicada en la parte superior de la capa de grava más gruesa y pasa de forma secuencial entre las capas de filtro que están separadas por paredes agujereadas (con malla metálica) que tienen marcos de concreto como soporte.



Filtro N° 01 (F1)
Grava de 2"

Filtro N° 02 (F2)
Grava de 1" a 3/4"

Filtro N° 03 (F3)
Grava de 3/4" a 5/8"

Filtro N° 04 (F4)
Grava de 1/2" a 1/4"

Fuente: (SUNASS, 2020, p. 8.)

Figura 8 - Prefiltro horizontal de grava – PTAP Yaután

Una vez que el agua pasa por cada capa del prefiltro pasa a un sedimentador rectangular a través de 05 líneas de tuberías de PVC de 3". Entre el sedimentador y el prefiltro existe un canal que separa ambas unidades y que tiene una profundidad promedio de 2.14 m. y en el fondo para cada capa se ubican líneas de salida con válvulas de control, con el fin de descargar los filtros en caso de que haya necesidad de mantenimiento, el fondo del canal se encuentra a nivel con el fondo del sedimentador y a su vez al mismo nivel del prefiltro de grava.

Tabla 11 - Dimensiones del prefiltro de grava

ÁREA DE TRAT.	Unidades que la conforman	Dimensiones				
		Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Altura de agua (m)	Tamaño de grava (")
Prefiltro de grava	Plataforma de recepción y distribución de agua	3.90	0.70	0.50	0.51	-
	Filtro de Grava N° 01	3.90	1.49	1.21	0.80	2.00
	Filtro de Grava N° 02	3.90	1.27	1.80	0.20	1.00 a 3/4
	Filtro de Grava N° 03	3.90	1.30	1.76	0.21	3/4 a 5/8
	Filtro de Grava N° 04	3.90	1.24	1.60	0.32	1/2 a 1/4
Área de evacuación	Canal central	5.95	0.58	2.14	-	-

Fuente: elaboración propia.

4.1.2.4. Unidad de sedimentación

La unidad final que compone la PTAP es un sedimentador rectangular de concreto armado que está en condiciones óptimas sin rajaduras visibles ni daño en el concreto, este hace el tratamiento físico de sedimentación de partículas.

Para controlar el ingreso del agua hacia esta unidad, se ha improvisado una tubería de 3" que reúne la salida de las 05 líneas horizontales que provienen del prefiltro de grava y se conduce a través de toda la unidad para luego salir mediante una Tee de 3" que divide el caudal, esto se hizo ya que en época de estiaje el ingreso al sedimentador se dificulta ya que no se dispone de una pendiente adecuada para el traslado del fluido, para evitar que la tubería se desplace se ha colocado un trozo de concreto irregular de forma improvisada que no garantiza la estabilidad del sistema.

Tabla 12 - Dimensiones del sedimentador

ÁREA DE TRAT.	Unidades que la conforman	Dimensiones				-
		Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Altura de agua (m)	
Estructura de sedimentación	Sedimentador	7.00	5.95	$h1 * = 2.21$ $h2 * = 2.13$	$h1 = 1.85$ $h2 = 1.75$	-
	Pendiente de la unidad	$m = \frac{(h1-h2)}{L} = 1.43\%$ (orientada hacia la salida del agua)				

Fuente: elaboración propia.



Fuente: Captura propia – Visita de inspección

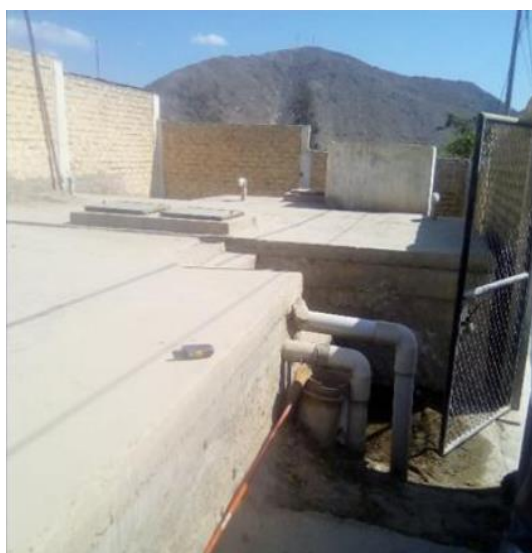
Figura 9 - Sedimentador vacío por mantenimiento – PTAP Yaután

4.1.2.5. Almacenamiento y procesos de desinfección

El fluido sale de la planta hacia 02 estaciones de reservorios a 350 m línea abajo, como se mencionó ambas estaciones están bien delimitadas, en el caso del primero se ubican 05 reservorios y en el segundo 02, siendo en el segundo reservorio de la segunda estación en donde se realiza la cloración.

Se constato en el diagnostico que las estructuras (paredes y techos) se encuentran con deterioro evidente; denota falta de mantenimiento, limpieza y pintado.

Respecto a las acciones operativas no se ha evidenciado contar con un programa de mantenimiento, limpieza y desinfección de las unidades, tampoco existe un instructivo ni un registro para la preparación para la solución desinfectante, por lo que se realiza sin controles y esto afecta gravemente la calidad del agua.



Estacion Nº 01 – 05 unidades de reservorios

Estacion Nº 02 – 02 unidades de reservorios

Fuente: (SUNASS, 2020, p. 9.)

Figura 10 - Estaciones de reservorios de Yaután

Tabla 13 - Estaciones de reservorios de Yaután

ÁREA DE TRAT.	Unidades que la conforman	Dimensiones				
		Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Espesor de muro (m)	Altura de agua (m)
Estación N° 01	Reservorio N° 01 (R1)	7.55	5.05	2.40	0.25	Vacío
	Reservorio N° 02 (R2)	5.48	3.95	2.40	0.20	Vacío
	Reservorio N° 03 (R3)	3.44	3.24	2.68	0.20	Vacío
	Reservorio N° 04 (R4)	3.45	3.36	2.68	0.20	Vacío
	Reservorio N° 05 (R5)	2.40	2.33	2.97	0.25	Vacío
Estación N° 02	Reservorio N° 06 (R6)	6.46	4.30	2.45	0.25	2.40
	Reservorio N° 07 (R7)	7.22	4.94	2.95	0.30	2.50

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la desinfección del agua, se ha acondicionado un sistema de cloración por goteo mediante la implementación de un tanque de polietileno de 600 l. de capacidad que está ubicado en una caseta improvisado de triplay sobre el reservorio N° 07, en este se prepara la solución clorada con hipoclorito de calcio al 65% diluido en una solución promedio de 1.08% de cloro activo. Este ingresa por gravedad al reservorio mencionado y este último a la vez esta interconectado con el reservorio N° 06 el cual recibe el agua de los reservorios N° 01 al 05 y trasladan el fluido a las redes de distribución por una tubería matriz de PVC de 6".

4.1.2.5. Condiciones externas de la PTAP y labores de mantenimiento

En la PTAP no se encuentra ninguna caseta de guardianía ni tampoco se cuenta con ningún tipo de instrumento ni equipo que permita controlar la calidad del agua en las etapas de tratamiento, tampoco existe una unidad de medición de caudal el cual es necesario para hacer la correcta desinfección de la cloración.

Así mismo, no se cuenta con registros de consumo de desinfectante ni control operativo alguno.

Con respecto a los accesos, la planta no dispone de accesos adecuados para hacer labores de recorrido e inspección, habiendo el riesgo de sufrir accidentes o caídas al momento de hacer las mismas.

El cerco perimétrico no es sólido y puede ser fácilmente vulnerado lo que podría significar un peligro en la calidad del tratamiento.

En la Estación N° 01 de reservorios se ha designado una pequeña área en donde se almacena el hipoclorito de calcio, en donde se protege de la intemperie.

4.1.3. Evaluación de la producción de agua potable de la PTAP

4.1.3.1. Producción de agua

Al no contar con una unidad de medición de caudal y no habiendo manera de aforar con una precisión aceptable no fue posible realizar la medición directa del caudal de ingreso a la PTAP, aun así, teniendo en cuenta las dimensiones de las unidades y considerando el tiempo de llenado de cada una después de una limpieza y desinfección he proyectado el caudal promedio tal como se muestra:

Tabla 14 - Producción de agua por unidad de sedimentación

Nombre y tipo de estructura	Volumen (m3)	Tiempo de llenado (min)	Caudal (lps)	Caudal Promedio (lps)
<i>Presedimentador</i>	46.17	177	4.35	4.23
<i>Sedimentador</i>	74.97	304	4.11	

Fuente: elaboración propia.

4.1.3.2. Control de los procesos de producción de agua potable

La Planta de tratamiento existente no cuenta con personal capacitado en temas de potabilización de agua, la planta opera sin ningún tipo de control de procesos y carece de equipos de control de calidad y medición de parámetros fisicoquímicos imprescindibles (color, turbiedad, cloro residual y pH), tampoco hay evidencia de evaluación de parámetros microbiológicos obligatorios.

No hay ensayos relevantes a las unidades de tratamiento, como sería la sedimentación de partículas, las tasas en las unidades y principalmente la demanda de cloro.

La planta cuenta con un operador que cumple un turno normal de 08 horas, a la vez que es el guardián de la planta.

Cuando se realizan las labores de limpieza en la PTAP se convoca a personal de la municipalidad para dichas labores.

4.1.3.3. Calidad de agua producida en la PTAP

Para poder evaluar las condiciones de la calidad de tratamiento se debe de hacer un monitoreo de parámetros característicos en cada una de las unidades descritas con anterioridad, dichos ensayos se hacen con equipos calibrados de alta precisión que por las dificultades del costo mi persona no realizó personalmente. Aun así (SUNASS, 2020, p. 11.), presenta resultados de medición de parámetros realizados a fecha 11 de marzo de 2020, donde se adjunta el cuadro siguiente:

Cuadro N° 4.6. Resultados de parámetros de control de procesos evaluados en la PTAP Anayaután – Yaután – Casma - Ancash (F. 11/03/2020)

Parámetro de control (unidad de medida)	Hora	Temperatura (°C)	Conductiv. (us/cm)	Ph (und. de pH)	Turbiedad (NTU)	Cloro residual (mg/l)
PUNTOS DE CONTROL						
Captación	10:26	22.0	271	6.89	1.27	* . *
Ingreso a estructura de distribución (vaivén ingreso a PTAP)	10:28	23.3	281	7.66	1.27	* . *
Salida del desarenador (pre sedimentador)	10:29	23.0	280	7.53	1.48	* . *
Salida de unidad de filtración N° 1	10:30	22.8	280	7.37	1.18	* . *
Salida de unidad de filtración N° 2	10:35	20.9	280	7.30	0.96	* . *
Salida de unidad de filtración N° 3	10:37	19.5	280	7.28	0.89	* . *
Salida de unidad de filtración N° 4	10:40	20.1	281	7.29	0.87	* . *
Salida de unidad de sedimentación	10:43	20.2	280	7.29	1.01	* . *
Reservorio semi enterrado R7	12:30	24.4	310	6.69	1.74	0.420

Fuente: Datos medidos en campo visita de evaluación PTAP Anayaután.

Elaboración: Dirección de Fiscalización - Sunass.

Fuente: (SUNASS, 2020, p. 11.)

Figura 11 - Calidad de Agua producida

A continuación, se lleva a cabo una interpretación de los parámetros de calidad de agua:

En cuanto a la temperatura, las medidas son promedio, la variación de temperatura depende de la exposición del sol al momento de hacer la medición, por lo que no se toma como un parámetro relevante.

La conductividad y el pH, se encuentran en los rangos normales establecidos por el D.S. 031-2010 S.A. y al ser el tratamiento meramente físico no son relevantes para el presente diagnóstico.

Con respecto a la turbiedad, en general es bastante bajo, este valor puede verse afectado por las fechas en la que se realizó el diagnóstico (ya que suele ser una fecha con ausencia de lluvias), la variación de los valores conforme va pasando las unidades puede evidenciar que hay una falta de mantenimiento en el sedimentador y en el reservorio (ya que los valores se elevan cuando no debería ser así), es decir a la salida de la prefiltración hay valores bajos de 0.87 NTU pero en el reservorio gana mayor turbiedad, aun así, debido a los valores bajos de turbiedad no se puede tomar este análisis con mucha certeza.

Finalmente, es preocupante el valor de cloro residual obtenido a la salida del reservorio, puesto que la norma D.S. 031-2010 S.A. advierte que el valor mínimo de cloro residual debería de ser de 0.5 mg/L, lo cual no se está cumpliendo, evidenciando una mala desinfección, por lo que es necesario hacer una evaluación más a profundidad.

4.1.4. Evaluación de Procesos de tratamiento de la PTAP

La planta de tratamiento solo realiza un tratamiento físico, es decir, no se añaden químicos (a excepción de la desinfección) y tampoco hay reducción de quistes, huevos de helmintos o agentes patógenos que pueden ser resistentes a la desinfección, aun así, es necesario hacer una evaluación de los parámetros existentes para corroborar si están o no realizándose adecuadamente.

4.1.4.1. Prefiltro de grava

Para determinar la eficiencia de la filtración se debe de evaluar la turbiedad, puesto que esta se reduce por cada filtro que pasa, y mientras mayor sea la reducción mayor será la eficiencia. Para diseñar un filtro se debe evaluar el tiempo de retención del líquido necesario para que al pasar por la capa filtrante se consiga el mejor resultado a menor costo es así entonces que se determina: el dimensionamiento de la cámara, el espesor de los lechos de grava, el tamaño de la grava, las condiciones estructurales, etc.

Del análisis del prefiltros se determinó los siguientes volúmenes de capa:

Volumen de grava de capa de filtro N° 01 = 7.13 m³

Volumen de grava de capa de filtro N° 02 = 8.96 m³

Volumen de grava de capa de filtro N° 03 = 8.85 m³

Volumen de grava de capa de filtro N° 04 = 7.74 m³

(SUNASS, 2020, p. 11.) en su informe de campo nos deja ver que la turbiedad va bajando paulatinamente al momento de pasar de una capa a otra, con lo que podemos determinar la eficiencia de cada capa de forma aproximada.

$$ef_{c1} = \frac{1.48 - 1.18}{1.48} = 20.27\%$$

$$ef_{c2} = \frac{1.18 - 0.96}{1.18} = 18.64\%$$

$$ef_{c3} = \frac{0.96 - 0.89}{0.96} = 7.29\%$$

$$ef_{c4} = \frac{0.89 - 0.87}{0.89} = 2.25\%$$

En todos los casos la eficiencia de remoción es menor al 50% por lo que podría considerarse ineficiente, pero no debemos descartar que al ser valores tan pequeños de turbiedad (debido a la época en la que se hizo el informe de campo) es impreciso, ya que generalmente se necesita de tratamientos químicos para reducirla con efectividad, tal vez en época de avenida estos valores sean mayores.

Los espesores de capa no siguen ninguna regla, por lo que es probable que no tuvieran un sustento técnico – hidráulico durante su construcción por lo que en términos generales la unidad de prefiltración no es eficiente.

4.1.4.2. Unidad de desinfección y desinfección por cloro

Como se ha mencionado en repetidas ocasiones el tratamiento de la PTAP es solo físico es decir se avala de la sedimentación y filtración para la remoción de contaminantes, por lo que no se aplican sustancias químicas para ayudar a remover sedimentos suspendidos o contaminantes específicos. Aun así, se hace un tratamiento específico y es la desinfección en la que se viene empleando hipoclorito de calcio al 65% en un tanque de 600 litros de capacidad a una concentración de 1.08% de cloro activo.

La desinfección se realiza dos veces al día en los horarios de abastecimiento antes mencionados (6:00 a.m. y 2:00 p.m.).

Para conseguir la concentración deseada se diluye 5 kg de hipoclorito de calcio en un volumen de 300 litros, para ello utilizan un bale de 20 litros para diluir.

La aplicación de esta desinfección en solución clorada es inadecuada e inefectiva ya que no se toma en consideración el volumen de los reservorios utilizados, generando un cloro residual bajo a la salida de los mismos.

En cuanto a la preparación de la solución, según el operador esto se realiza cada cuatro días, lo que le da un tiempo de uso efectivo de 20 horas (05 horas por día), siendo este último impreciso ya que al no contar ni en la PTAP ni en los reservorios un medidor de caudal o nivel de reservorio es imposible determinar correctamente la dosificación. En la siguiente tabla se evalúa el caudal de aplicación del desinfectante por goteo:

Tabla 15 - Caudal de aplicación de la solución clorada

Medición Nº	Punto de Goteo (Reservorio Nº 07)			Caudal Promedio (ml/min)
	Volumen (ml)	Tiempo de llenado (s)	Caudal (ml/s)	
01	250	16.27	15.37	922.13
02	250	15.20	16.45	986.84
03	250	12.87	19.43	1165.80
04	250	13.85	18.05	1083.03
05	250	13.35	18.73	1123.60
06	250	14.87	16.82	1008.97
07	250	12.58	19.87	1192.05
08	250	13.32	18.77	1126.41
Caudal promedio de dosificación (ml/min)				1076.10
El tanque se vacía completamente en:				4.65 hr.
$Tv = \frac{Vt(l)}{qdosif(ml/min)} * \frac{1000 ml}{1 l} * \frac{1 hr}{60 min}$				

Donde: **Vt:** Volumen de agua en el tanque dosificador, **qdosif:** Caudal promedio de dosificación, **Tv:** Tiempo de vaciado del dosificador en el reservorio.

Fuente: elaboración propia.



Tanque dosificador de cloro (600 lt) – Estación Nº 02



Ingreso al reservorio por manguera de ¼", caseta de triplay de protección

Fuente: (SUNASS, 2020, p. 14.)

Figura 12 -Tanque de dosificación de cloro – Yaután

Después de realizar el análisis del caudal de ingreso al reservorio se constató que el goteo se realiza en 4.65 hr. y no en las 5 hr. que debe estar operativo el goteo, esto ocasiona problemas en la desinfección ya que no existe un control debido y es muy probable que en algunos momentos el agua este sobre clorada o en su defecto haya momentos en los que este sin desinfectar.

4.1.4.3. Análisis de calidad de agua

(SUNASS, 2020, p. 15.), realizo dos estudios de caracterización de agua a la fecha 12 de marzo de 2020, en donde se tomó muestras de agua cruda y tratada con la finalidad de conocer sus características fisicoquímicas y microbiológicas y así definir si la planta de tratamiento de agua potable es eficiente en su tratamiento.

4.1.4.3.1. Marco legal de análisis de agua

Para hacer una correcta interpretación de los resultados presentados de calidad de agua es necesario apoyarse:

- Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado con Decreto Supremo N° 001-2010-SA y publicado el 24 de marzo del 2010.
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo humano, aprobado con Decreto Supremo N° 031-2010-SA y publicado el 26 de setiembre del 2010.
- Directiva Sanitaria para la Interpretación de Resultados de Ensayo de Calidad de Agua, aprobada mediante la Resolución Directoral N°3930-2009/DIGESA/SA y publicada el 24 de setiembre del 2009.

4.1.4.3.2. Análisis de agua al Ingreso de la PTAP

Mediante el reporte de laboratorio de fecha: 19 de marzo de 2020, se realiza la interpretación de resultados del análisis de agua para consumo humano cuya muestra fue analizada en el laboratorio CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A. (CERPER), con registro INACAL N° LE-003.

Se realizó la evaluación de los parámetros del resultado del laboratorio (SUNASS, 2020, p. 24.) y fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles (L.M.P.) establecidos en el Reglamento de Calidad del agua para consumo humano aprobado por D.S. N° 031 2010-MINSA.

Tabla 16 - Análisis de agua al ingreso de la PTAP

Fuente: Laboratorio CERPER S.A. Informe de Ensayo N° 1-03305/20	Unidad de medida	Según Laboratorio	Según D.S. 031-2010 MINSA	Observación
Parámetro				
Parámetros físico-químicos				
Color	UC	2.31	15	Aceptable
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	116	500	Aceptable
Cloruro	mg/L	12.4		No considerado
N-Nitrato	mg/L	1.55	50	Aceptable
Sulfato	mg/L	57.6	250	Aceptable
Metales Totales				
Aluminio	mg/L	<0.0025	0.2	Aceptable
Antimonio	mg/L	<0.00020	0.02	Aceptable
Arsénico	mg/L	<0.0005	0.01	Aceptable
Bario	mg/L	0.01291	0.7	Aceptable
Boro	mg/L	0.05162	1.5	Aceptable
Cadmio	mg/L	<0.00005	0.03	Aceptable
Calcio	mg/L	24.49		No considerado
Cobre	mg/L	<0.00030	2	Aceptable
Cromo	mg/L	<0.0005		No considerado
Fosforo	mg/L	<0.1		No considerado
Hierro	mg/L	0.0343	0.3	Aceptable
Manganeso	mg/L	0.00249	0.4	Aceptable
Mercurio	mg/L	<0.00005	0.001	Aceptable
Molibdeno	mg/L	0.00442	0.07	Aceptable
Niquel	mg/L	<0.00035	0.02	Aceptable
Plomo	mg/L	<0.0002	0.01	Aceptable
Selenio	mg/L	<0.001	0.01	Aceptable
Sodio	mg/L	11.62	200	Aceptable
Uranio	mg/L	<0.00005	0.015	Aceptable
Zinc	mg/L	0.0014	3	Aceptable
Microbiológico				
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	50	0	No Aceptable
Coliformes Totales	UFC/100 mL	78	0	No Aceptable
Análisis Hidrobiológico				
Nematodos	Org./L	<1	0	Aceptable
Huevos de Helmintos				
Trematoda				
Fasciola Hepática	Org./L	<1	0	Aceptable
Paragonimum sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Schistosoma sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Clonorchis sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Echinostoma sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Cestoda				

Taenia sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Dipylidium sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Hymenolepis sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Diphyllobothrium sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Echinococcus sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Nematoda				
Ascaris sp.	Org./L	<1	0	Aceptable
Ancylostoma sp/Necator sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Tichuris sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Capillaria sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Trichostrongylus sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Strongyloides sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Enterobius sp.	Org./L	<1	0	Aceptable
Toxocara sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Acanthocephala				
Macracanthorhynchus sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Moniliformis sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Protozoarios Patógenos				
Amebas	Org./L	<1	0	Aceptable
Flagelados	Org./L	<1	0	Aceptable
Ciliados	Org./L	<1	0	Aceptable
Esporozoarios	Org./L	<1	0	Aceptable
Zooplankton	Org./L	3.99	0	No Aceptable

No considerado (NC): los parámetros medidos: Cloruro, Calcio, Cromo y Fosforo; no son evaluados debido a que estos parámetros no presentan un L.M.P. en el reglamento correspondiente: D.S. 031-2010-MINSA

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de resultados no sobrepasan los límites máximos permisibles (L.M.P.) establecidos en el reglamento D.S. 031-2010-MINSA, aun así, es necesario tomar en consideración algunos parámetros característicos:

Los parámetros fisicoquímicos son relevantes, ya que son el objetivo a remover en la planta existente de la localidad de Yaután que solamente hace un tratamiento físico. El análisis arroja que estos parámetros son bajos y debe ser debido a la época en la que se realizaron, aun así, van a permitir determinar la eficiencia de remoción que nos permitirá concluir si la planta es o no eficiente.

Con respecto a los sulfatos, generalmente son residuos provenientes de la producción agrícola química, por lo que su valor ligeramente alto se debe a ser terrenos agrícolas los circundantes a la fuente, no representa un problema en la salud, pero debe monitorearse.

Con respecto a los metales, todos los parámetros se encuentran por debajo de los L.M.P., y no son relevantes para la inspección debido a que no existe un tratamiento químico específico que pueda reducir su valor.

La evaluación microbiológica por su parte, posee una ligera cantidad de coliformes tanto fecales como termotolerantes, lo cual es normal debido a que es una fuente superficial de agua y está expuesta contacto de animales y restos orgánicos. Su remoción se puede lograr de manera eficiente mediante la desinfección. Como este proceso se realiza se debe de evaluar la eficiencia.

El análisis hidrobiológico y los huevos de helmintos en sus diferentes especies no tienen una presencia significativa por lo que no suponen ningún riesgo para el consumo.

Los protozoarios patógenos por su parte nos arrojan una presencia mínima de zooplancton, lo cual nos da a entender que hay presencia de algas aguas arriba. Una forma eficiente de removerlas es mediante la filtración lenta, que descompone mediante una biopelícula orgánica estos contaminantes, es necesario evaluar su eficiencia para determinar si el prefiltro de grava es suficiente en su remoción.

En general, el agua que ingresa a la PTAP es apta para el consumo humano tras un tratamiento convencional. Es importante recalcar que hay presencia de algas y organismos de vida libre similares que son resistentes a la desinfección.

4.1.4.3.3. Análisis de agua a la salida de la PTAP

Mediante el reporte de laboratorio de fecha: 20 de marzo de 2020, se realiza la interpretación de resultados del análisis de agua para consumo humano cuya muestra fue analizada en el laboratorio CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A. (CERPER), con registro INACAL N° LE-003.

Se realizó la evaluación de los parámetros del resultado del laboratorio (SUNASS, 2020, p. 28.) y fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles (L.M.P.) establecidos en el Reglamento de Calidad del agua para consumo humano aprobado por D.S. N° 031 2010-MINSA.

Tabla 17 - Análisis de agua a la salida de la PTAP (reservorio N° 07)

Fuente: Laboratorio CERPER S.A. Informe de Ensayo N° 1-03306/20	Unidad de medida	Según Laboratorio	Según D.S. 031-2010 MINSA	Observación
Parámetro				
Parámetros físico-químicos				
Color	UC	<1	15	Aceptable
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	133	500	Aceptable
Cloruro	mg/L	17.3		No considerado
N-Nitrato	mg/L	3.07	50	Aceptable
Sulfato	mg/L	62.1	250	Aceptable
Metales Totales				
Aluminio	mg/L	0.02531	0.2	Aceptable
Antimonio	mg/L	<0.00020	0.02	Aceptable
Arsénico	mg/L	<0.0005	0.01	Aceptable
Bario	mg/L	0.01135	0.7	Aceptable
Boro	mg/L	0.07699	1.5	Aceptable
Cadmio	mg/L	<0.00005	0.03	Aceptable
Calcio	mg/L	27.27		No considerado
Cobre	mg/L	<0.00030	2	Aceptable
Cromo	mg/L	<0.0005		No considerado
Fosforo	mg/L	<0.1		No considerado
Hierro	mg/L	<0.0100	0.3	Aceptable
Manganeso	mg/L	0.00248	0.4	Aceptable
Mercurio	mg/L	<0.00005	0.001	Aceptable
Molibdeno	mg/L	0.00319	0.07	Aceptable
Níquel	mg/L	<0.00035	0.02	Aceptable
Plomo	mg/L	<0.0002	0.01	Aceptable
Selenio	mg/L	<0.001	0.01	Aceptable
Sodio	mg/L	18.15	200	Aceptable
Uranio	mg/L	<0.00005	0.015	Aceptable
Zinc	mg/L	<0.0005	3	Aceptable
Microbiológico				
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1	0	Aceptable
Coliformes Totales	UFC/100 mL	<1	0	Aceptable
Análisis Hidrobiológico				
Nematodos	Org./L	<1	0	Aceptable
Huevos de Helmintos				
Trematoda				
Fasciola Hepática	Org./L	<1	0	Aceptable
Paragonimum sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Schistosoma sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Clonorchis sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Echinostoma sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Cestoda				

Taenia sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Dipylidium sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Hymenolepis sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Diphylobothrium sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Echinococcus sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Nematoda				
Ascaris sp.	Org./L	<1	0	Aceptable
Ancylostoma sp/Necator sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Tichuris sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Capillaria sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Trichostrongylus sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Strongyloides sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Enterobius sp.	Org./L	<1	0	Aceptable
Toxocara sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Acanthocephala				
Macracanthorhynchus sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Moniliformis sp	Org./L	<1	0	Aceptable
Protozoarios Patógenos				
Amebas	Org./L	<1	0	Aceptable
Flagelados	Org./L	<1	0	Aceptable
Ciliados	Org./L	<1	0	Aceptable
Esporozoarios	Org./L	<1	0	Aceptable
Zooplankton	Org./L	2	0	No Aceptable
Organismos de vida libre	Org./L	13	0	No Aceptable

No considerado (NC): los parámetros medidos: Cloruro, Calcio, Cromo y Fosforo; no son evaluados debido a que estos parámetros no presentan un L.M.P. en el reglamento correspondiente: D.S. 031-2010-MINSA

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de resultados no sobrepasan los límites máximos permisibles (L.M.P.) establecidos en el reglamento D.S. 031-2010-MINSA, aun así, es necesario tomar en consideración algunos parámetros característicos:

Con respecto a los parámetros fisicoquímicos se obtuvieron valores muy bajos, lo que habla bien del proceso de tratamiento llevado a cabo en la planta, es necesario evaluar el cambio para determinar si es eficiente o no, entonces:

- Color:

$$ef_{color} = \frac{2.31 - 0.9}{2.31} = 61.03\%$$

Debido a que el valor obtenido es menor a 1, puede que incluso la eficiencia sea mayor, por lo que es eficiente en remoción de color.

- Dureza Total:

$$ef_{dureza} = \frac{116 - 133}{116} = -14.66\%$$

El valor de reducción de dureza es negativo, lo que supone que el tratamiento es quien genera la dureza extra, esto podría darse por estructuras en mal estado que no tienen un mantenimiento periódico adecuado, esto genera compuestos químicos básicos en las paredes de las estructuras en manchas blancas que afectan el rendimiento de las estructuras. No es eficiente en reducción de dureza.

El valor de reducción es dureza es negativo, lo que supone que el tratamiento es quien genera la dureza extra, esto podría darse por estructuras en mal estado que no tienen un mantenimiento periódico adecuado, esto genera compuestos químicos básicos en las paredes de las estructuras en manchas blancas que afectan el rendimiento de las estructuras. No es eficiente en reducción de dureza.

- N-Nitrato:

$$ef_{N-Nitrato} = \frac{1.55 - 3.07}{1.55} = -98.06\%$$

El valor de reducción de Nitrato es negativo, lo que supone que el tratamiento es quien genera el nitrato extra, esto podría darse por reacciones químicas de descomposición orgánica, lo que podría suponer que en algún punto del tren de tratamiento hay actividad biológica de reducción, lo que advierte la falta de mantenimiento en la planta existente.

- Sulfato:

$$ef_{Sulfato} = \frac{57.6 - 62.1}{57.6} = -7.81\%$$

El valor de reducción de Sulfato es negativo, lo que supone que el tratamiento es quien genera el sulfato extra, esto podría darse por reacciones químicas de descomposición orgánica, lo que podría suponer que en algún punto del tren de tratamiento hay actividad biológica de reducción, lo que advierte la falta de mantenimiento en la planta existente.

Con respecto a los metales, todos los parámetros se encuentran por debajo de los L.M.P., y no son relevantes para la inspección debido a que no existe un tratamiento químico específico que pueda reducir su valor.

La evaluación microbiológica por su parte denota una correcta desinfección al momento de salir del reservorio, aun así, al no tener la cantidad de cloro libre adecuada estos parámetros pueden reaparecer debido a la antigüedad de las redes. En este caso la eficiencia es mayor al 99%.

El análisis hidrobiológico y los huevos de helmintos en sus diferentes especies no tienen una presencia significativa por lo que no suponen ningún riesgo para el consumo.

Los protozoarios patógenos por su parte nos arrojan una presencia mínima de zooplancton, lo cual nos da a entender que el tratamiento no ha sido suficiente para su remoción:

$$ef_{zooplancton} = \frac{3.99 - 2}{3.99} = 49.87\%$$

Con una remoción cercana al 50%, y con organismos de vida libre podemos deducir que la desinfección no es suficiente para su eliminación.

En general el agua que se produce en la PTAP es apta para el consumo humano, debido a que está por debajo de los L.M.P. de la norma DS.031-2010-SA. A pesar de ello los indicadores son referenciales y evidencian que la planta no funciona adecuadamente. Es recomendable hacer una evaluación en época de avenida para ver si se mantiene igual o hay algún cambio.

4.2. Propuesta de mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable – Yaután

4.2.1. Evaluación de la necesidad de generar una propuesta

El diagnóstico previo nos permitió determinar los puntos negativos del tratamiento actual los cuales se resume:

Tabla 18 – Resumen de estado actual de la planta de tratamiento de Agua potable

Diagnóstico realizado	Adecuado	Inadecuado		Observación
		Remediable	No remediable	
1. Diagnostico físico de las unidades				
1.1. Antigüedad			X	La PTAP Cuenta con 24 años de antigüedad y los reservorios 50 años.
1.2. Estado de las estructuras		X		Existen paredes rajadas que deben ser evaluadas para resanar, Los reservorios se encuentran muy deteriorados.
1.3. Disposición de las unidades				
1.3.1. Ingreso al Presedimentador			X	Se encuentra inundada.
1.3.2. Presedimentador			X	No se realizan mantenimientos de la unidad periódicos, las pruebas de turbiedad arrojaron que no remueve.
1.3.3. Prefiltro de grava		X		Posee eficiencias menores al 20%, pero cumple con su función de remoción de turbiedad, no tiene el mantenimiento adecuado.
1.3.4. Sedimentador			X	No se realizan mantenimientos de la unidad periódicos, las pruebas de turbiedad arrojaron que no remueve.
1.3.5. Planta de tratamiento de agua			X	En general, las estructuras no se mantienen y no parecen haberse realizado con un criterio técnico adecuado.
2. Diagnostico Hidráulico				
2.1. Captación			X	El agua superficial es apta para usarse como consumo, la derivación no dispone de un medidor de caudal.
2.2. Ingreso al Presedimentador			X	No tiene función hidráulica, ni para reducción de turbulencia, ni para uniformizar ingreso.
2.3. Presedimentador			X	El tiempo de retención calculado es de 177 min (2.95 hr.), la norma OS.020 recomienda de 1 a 2 horas para una eficiencia adecuada, la estructura esta sobredimensionada para el caudal que dispone.
2.4. Prefiltro de grava			X	Los volúmenes de grava han sido escogidos arbitrariamente y no están optimizados.
2.5. Sedimentador		X		El tiempo de retención es de 304 min (5.07 hr.), es el adecuado según la norma OS.020 pero su ingreso improvisado interfiere en su efectividad.

3. Diagnostico con respecto a la operación		
3.1. Acceso a las unidades	X	Las unidades de la PTAP están separadas en 02 áreas, las cuales tienen un cerco improvisado de esteras y alambre de púas, no es óptimo para inspección ni mantenimiento, puede producir accidentes.
3.2. Mantenimiento	X	No existe un calendario de mantenimientos periódicos, no hay evidencia de protocolo de mantenimiento.
3.3. Equipamiento		No cuentan con el equipamiento para el mantenimiento, los instrumentos utilizados por el operador están en malas condiciones.
3.4. Protección de equipamiento	X	Hay una suerte de caseta de guardianía en donde se protege el hipoclorito de calcio, no es adecuado ni dispone de espacio, ni registros de uso de cloro.
4. Diagnostico con respecto a la producción de agua y continuidad		
4.1. Producción de agua	X	El agua producida es de 4.23 lps. es suficiente para el horario limitado que se distribuye el recurso, pero no es suficiente para una continuidad adecuada.
4.2. Continuidad	X	La planta se limita en dimensiones a recibir mayor caudal que podría mejorar la continuidad de agua actual que solo es de 5 horas al día.
4.3. Control de la producción de agua	X	No existe control de producción de agua, ni un medidor de caudal en la planta.
4.4. Calidad del agua producida	X	La calidad de agua no se monitorea ya que no se dispone de equipos para realizarlo.
5. Diagnostico con respecto al tratamiento		
5.1. Prefiltro de grava	X	Tiene una eficiencia menor igual a 20% según estudio de campo realizado por la SUNASS, es la única estructura que garantiza la remoción de turbiedad. Pero no es suficiente.
5.2. Desinfección con cloro	X	El dosificador está mal calculado, el cloro residual libre es muy bajo (0.4 mg/L a la salida del R7), no garantiza la desinfección.
6. Diagnostico con respecto a la calidad de agua		
6.1. Eficiencia de tratamiento al nivel fisicoquímico	X	Inadecuado, solo remueve turbiedad, los demás parámetros fisicoquímicos aumentan debido a la mala función de las unidades.
6.2. Eficiencia de tratamiento al nivel microbiológico	X	Es eficiente, se desinfecta y reduce la presencia microbiológica.
6.3. Eficiencia de tratamiento a nivel de organismos patógenos	X	Ineficiente, no hay un tratamiento biológico para garantizar la remoción de los mismos.

Fuente: elaboración propia.

La planta de tratamiento de agua potable de Yaután, en general, está en un estado deteriorado y no cumple con las condiciones de calidad de operación que debería tener una planta de su magnitud, no se dispone de monitoreos de los procesos en

la planta y el personal operador no dispone conocimientos profundos del tratamiento a realizar ni es suficiente para realizar los mantenimientos necesarios.

Debido a ello es que una intervención o mejora no es viable, por lo que se debe de hacer un replanteo de las unidades existentes mediante un estudio técnico efectivo lo cual llevó a proponer una nueva planta de tratamiento que incluye una ampliación del caudal para no solo mejorar la calidad del agua producida sino también aumentar su continuidad para cubrir las necesidades de la población.

4.2.2. Caracterización de la fuente de agua adicional necesaria

Como se mencionó en el ítem anterior una de las principales razones para plantearse una propuesta es la continuidad del servicio, esto es debido a que no se capta agua suficiente para cubrir la demanda creciente de la población de Yaután, por lo que es necesario buscar alternativas de fuentes de agua aptas para el consumo que puedan utilizarse.

Durante las labores de evaluación, el operador de la planta mencionó la existencia de un manantial no muy alejado del río que podría ser considerado como fuente adicional por lo que, en colaboración con la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Yaután, se realizó un diagnóstico de dicha fuente a nivel de aforo y calidad de agua lo cual se detalla:

4.2.2.1. Aforo de producción de agua del manantial en el sector denominado Gallo Rumi – Yaután

Consiste en una fuente de agua subterránea tipo manantial de ladera, en donde existen 02 captaciones que han sido aforado con un balde de 20 litros y un cronometro para determinar su caudal promedio, obteniéndose:

Tabla 19 - Producción de agua en época de estiaje de Gallo Rumi

Nombre y tipo de estructura	Cota topográfica (msnm)	Coordenadas (UTM 18 L)	Caudal Promedio (lps)
Captación tipo ladera – Gallo Rumi N° 01	1253.51	N: 8950396.6 E: 175709.72	2.40
Captación tipo ladera – Gallo Rumi N° 02	1251.73	N: 8950408.18 E: 175740.53	1.45

Fuente: elaboración propia.

Con una caja de reunión se podría conducir dicho caudal conjunto de: $Q = 3.85$ lps

4.2.2.2. Calidad de agua del manantial Gallo Rumi - Yaután

Mediante el reporte de laboratorio de fecha: 26 de marzo de 2020, se realiza la interpretación de resultados del análisis de agua para consumo humano cuya muestra fue analizada en el laboratorio AGQLabs, con registro INACAL N° LE-072.

Se realizó la evaluación de los parámetros del resultado del laboratorio y fueron comparados con los Límites Máximos Permisibles (L.M.P.) establecidos en el Reglamento de Calidad del agua para consumo humano aprobado por D.S. N° 031 2010-MINSA.

Tabla 20 - Análisis de agua del manantial Gallo Rumi – Yaután

Fuente: Laboratorio AGQ. Informe de Ensayo A-20/02679	Unidad de medida	Según Laboratorio	Según D.S. 031-2010 MINSA	Observación
Parámetro				
Parámetros físico-químicos				
Nitratos	Mg/L NO3	29.00	50.00	Aceptable
Color	CU	<3	15.00	Aceptable
Conductividad	uS/cm a 25°C	673.00	1,500.00	Aceptable
Dureza	mg/L CaCO3	178.00	500.00	Aceptable
pH	Unidad de pH	8.15	6.5-8.5	Aceptable
Solidos totales disueltos	mg/L	445.00	1,000.00	Aceptable
Turbidez	NTU	0.40	5.00	Aceptable
Aniones				
Cianuro total	mg/L	<0.016	0.07	Aceptable
Cloruros	mg/L	35.00	250.00	Aceptable
Fluoruros	mg/L	0.20	1.00	Aceptable
Nitritos	Mg/L N-NO2	0.012	0.20	Aceptable
Sulfatos	Mg/L	68.00	250.00	Aceptable
Metales totales				
Aluminio Total	mg/L	0.004	0.20	Aceptable
Antimonio Total	mg/L	0.00025	0.02	Aceptable
Arsénico total	mg/L	0.00396	0.01	Aceptable
Bario Total	mg/L	0.00360	0.70	Aceptable
Berilio Total	mg/L	<0.00001		No considerado
Boro Total	mg/L	0.18	1.50	Aceptable
Cadmio Total	mg/L	0.00006	0.03	Aceptable
Cobalto Total	mg/L	0.00006		No considerado
Cobre Total	mg/L	0.0005	2.00	Aceptable
Cromo Total	mg/L	0.001		No considerado
Hierro Total	mg/L	<0.04	0.30	Aceptable
Litio Total	mg/L	0.0116		No considerado

Magnesio Total	mg/L	15.50		No considerado
Manganeso Total	mg/L	0.00109	0.40	Aceptable
Mercurio Total	mg/L	<0.00007	0.00	Aceptable
Molibdeno Total	mg/L	0.00651	0.07	Aceptable
Níquel Total	mg/L	0.007	0.02	Aceptable
Plata Total	mg/L	0.00087		No considerado
Plomo Total	mg/L	<0.00006	0.01	Aceptable
Selenio Total	mg/L	0.00102	0.01	Aceptable
Talio Total	mg/L	<0.00001		No considerado
Torio Total	mg/L	0.00		No considerado
Uranio Total	mg/L	0.00135	0.02	Aceptable
Zinc Total	mg/L	0.00200	3.00	Aceptable

Microbiología

Bacterias Heterotróficas	u.f.c./ml	230.00	500.00	Aceptable
Coliformes fecales por NMP	NMP/100mL	<1.8	<1.8	Aceptable
Coliformes Totales por NMP	NMP/100mL	23.00	<1.8	No Aceptable
Escherichia coli por NMP	NMP/100mL	<1.8	<1.8	Aceptable
Formas parasitarias (helminfos y protozoarios parasitarios)	Org./L	<1	0.00	Aceptable
Huevos Helminfos: Acantocefalos				
Huevos y Larvas de Helminfos	Org./L	<1.00	0.00	Aceptable
Macracanthorhynchus sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Huevos Helminfos: Céstodos				
Diphyllobothrium sp.	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Dipylidium sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Hymenolepis sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Taenia sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Huevos Helminfos: Nemátodos				
Ascaris sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Capillaria sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Enterobius sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Strongyloides sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Toxocara sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Trichostrongylus sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Trichuris sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Uncinarias	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Huevos Helminfos: Tremátodos				
Fasciola sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Paragonimus sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Schistosoma sp	Huevos/L	<1.00	0.00	Aceptable
Quistes Protozoarios: Amebas, Flagelados y Ciliados				
Balantidium sp	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable
Blastocystis sp	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable
Chilomastix sp	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable
Endolimax s.p.	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable
Entamoeba sp.	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable

Giardia sp	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable
Iodamoeba sp	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable
Quistes Protozoarios: Coccidia				
Cryptosporidium sp	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable
Cyclospora sp	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable
Isospora sp	Quistes/L	<1.00	0.00	Aceptable

Hidrobiología

Fitoplancton Cuantitativo	Org./mL		No considerado
Nemátodos de Vida Libre	Org./L		No considerado
Zooplancton Cuantitativo	Org./L		No considerado

No considerado (NC): los parámetros medidos: Cloruro, Calcio, Cromo y Fosforo; no son evaluados debido a que estos parámetros no presentan un L.M.P. en el reglamento correspondiente: D.S. 031-2010-MINSA

Fuente: elaboración propia.

La mayoría de resultados no sobrepasan los límites máximos permisibles (L.M.P.) establecidos en el reglamento D.S. 031-2010-MINSA, a excepción de una ligera cantidad de coliformes totales en baja cantidad, las cuales son fácilmente removibles con la desinfección.

4.2.3. Cobertura y necesidad de agua potable en la localidad de Yaután

El siguiente paso para poder generar una propuesta sólida es la de hacer una evaluación de la necesidad de la población, para ello se contó con la ayuda de la Municipalidad Distrital de Yaután con quien se realizó la proyección poblacional de la localidad desde la fecha de diseño (2021), obteniéndose:

4.2.3.1. Datos de Diseño

Los datos básicos para determinar el caudal de diseño son los siguientes:

- Tasa de crecimiento poblacional: $r = 1.43\%$ (según Censo de 2017 -INEI)
- Población actual de la localidad de Yaután (2021): $P_o = 2417$ hab.
- Número de viviendas domesticas en la localidad de Yaután (2021): $Viv = 653$ viv. (según catastro de la localidad de Yaután)
- Densidad poblacional:

$$densidad = \frac{P_o}{viviendas} = \frac{2417}{653} = 3.70 \frac{hab}{viv}$$

4.2.3.2. Parámetros de diseño

Se toma los criterios establecidos por el RM.192-2018-MVCS tal que:

- Dotación: $Dot = 220 \text{ l/hab.día}$
- Coeficiente de caudal máximo diario: $K1 = 1.30$
- Coeficiente de caudal máximo horario: $K2 = 2.00$

4.2.3.3. Criterios técnicos

En base la información de la Municipalidad Distrital de Yaután tenemos que:

4.2.3.3.1. Cobertura de saneamiento:

De la totalidad de población de la localidad de Yaután (conexiones existentes), la Municipalidad determino que:

$\% \text{cobertura de saneamiento} = 87.29\%$

4.2.3.3.2. %perdidas al año 2021

La Municipalidad determino que:

$\% \text{perdidas}(2021) = 30\%$

Para el presente proyecto se va a asumir que al año final del periodo de diseño el porcentaje de perdidas sea como máximo 5%

4.2.3.3.3. Crecimiento no domestico

Así también, se asume las tasas de crecimiento no domestico en función a lo reportado en la provincia de Casma:

Crecimiento estatal: $Re = 0.20\%$

Crecimiento Social: $Rs = 0.20\%$

Crecimiento Comercial: $Rc = 0.50\%$

4.2.3.4. Caudal de diseño del sistema

Para determinar el caudal de diseño del sistema, es necesario determinar la demanda futura (según periodo de diseño) de la población doméstica y del consumo no doméstico.

4.2.3.4.1. Consumo no domestico

El consumo total no domestico contempla:

A. Instituciones educativas:

La norma RM.192-2018-MVCS nos indica que la dotación para educación es la siguiente:

- o Educación primaria 20 lt/alumno x día
- o Educación secundaria y superior 25 lt/alumno x día

Tabla 21 - Instituciones educativas en la localidad de Yaután

Descripción	Nº Alum.	Horas de consumo	Dotación (l/hab.día)	Qconsumo (l/s)
I.E. INICIAL	134	6	20	0.00775
I.E. PRIMARIA	430	6	20	0.02488
I.E. SECUNDARIA	450	6	25	0.03255
CONSUMO TOTAL				0.06519

Fuente: elaboración propia.

B. Contribución de losas deportivas – Campos deportivos

La norma IS.010 (RNE, 2006, IS010), contempla la siguiente dotación:

- g) Las dotaciones de agua para locales de espectáculos o centros de reunión, cines, teatros, auditorios, discotecas, casinos, salas de baile y espectáculos al aire libre y otros similares, según la siguiente tabla.

Tipo de establecimiento	Dotación diaria
Cines, teatros y auditorios	3 L por asiento.
Discotecas, casinos y salas de baile y similares	30 L por m ² de área
Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares.	1 L por espectador
Circos, hipódromos, parques de atracción y similares.	1 L por espectador más la dotación requerida para el mantenimiento de animales.

Fuente: IS.010 (RNE)

Figura 13 - Dotación para establecimientos deportivos

Tabla 22 - Contribución de losas deportivas – Campos deportivos

Descripción	Nº Espec.	Horas de consumo	Dotación (l/esp.día)	Qconsumo (l/s)
COMPLEJO DEPORTIVO	120	3	1	0.00017
ESTADIO	220	3	1	0.00032
CONSUMO TOTAL				0.00049

Fuente: elaboración propia

C. Contribución de parques de atracción y áreas verdes

La norma IS.010 (RNE, 2006, IS010), contempla la siguiente dotación:

- u) La dotación de agua para áreas verdes será de 2 l/d por m². No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

Fuente: IS.010 (RNE)

Figura 14 - Dotación para áreas verdes

Tabla 23 - Contribución de áreas verdes

Descripción	A(m2)	Horas de consumo	Dotación (l/m2.día)	Qconsumo (l/s)
PLAZA DE ARMAS	1374	8	3	0.00398
CONSUMO TOTAL				0.00398

Fuente: elaboración propia

C. Contribución de Iglesias, capillas y similares

De igual manera que con las losas deportivas, La norma IS.010 (RNE, 2006, IS010), tenemos:

Tabla 24 - Contribución de Iglesias

Descripción	Nº de asientos	Horas de consumo	Dotación (l/m2.día)	Qconsumo (l/s)
IGLESIA DE YAUTÁN	35	3	3	0.00015
CONSUMO TOTAL				0.00015

Fuente: elaboración propia

D. Contribución de oficinas

La norma IS.010 (RNE, 2006, IS010), contempla la siguiente dotación:

La dotación de agua para oficinas se calculará a razón de 6 l/d por m² de área útil del local.

Tabla 25 - Contribución de oficinas

Descripción	A(m2)	Horas de consumo	Dotación (l/m2.día)	Qconsumo (l/s)
MUNICIPIO	470.65	8	6	0.01089
COMISARIA	224	8	6	0.00519
CONSUMO TOTAL				0.01608

Fuente: elaboración propia

E. Contribución de Mercados

La norma IS.010 (RNE, 2006, IS010), contempla la siguiente dotación:

La dotación de agua para mercados y establecimientos, para la venta de carnes, pescados y similares serán de 15 l/d por m² de área del local.

Tabla 26 - Contribución de Mercados

Descripción	A(m2)	Horas de consumo	Dotación (l/m2.día)	Qconsumo (l/s)
MERCADO MUNICIPAL DE YAUTÁN	353.8	8	15	0.02047
			CONSUMO TOTAL	0.02047

Fuente: elaboración propia

F. Contribución de establecimientos de salud

La norma IS.010 (RNE, 2006, IS010), contempla la siguiente dotación:

- s) La dotación de agua para locales de salud como: hospitales, clínicas de hospitalización, clínicas dentales, consultorios médicos y similares, según la siguiente tabla.

Local de Salud	Dotación
Hospitales y clínicas de hospitalización.	600 L/d por cama.
Consultorios médicos.	500 L/d por consultorio.
Clínicas dentales.	1000 L/d por unidad dental.

Fuente: IS.010 (RNE)

Figura 15 - Dotación para establecimientos de salud

Tabla 27 - Contribución de establecimiento de salud

Descripción	Nº Camas	Horas de consumo	Dotación (l/cam.día)	Qconsumo (l/s)
CENTRO DE SALUD YAUTÁN	20	24	600	0.13889
			CONSUMO TOTAL	0.13889

Fuente: elaboración propia

G. Resumen del consumo no domestico

De los consumos revisados se presenta el siguiente resumen:

Tabla 28 - Resumen de consumo no domestico

Descripción	Consumo no domestico (l/s)
Estatal	0.20408
Social	0.02070
Comercial	0.00000

Nota: se asigna al mercado como área estatal.

Fuente: elaboración propia

4.2.3.4.2. Proyección del caudal

La norma OS.100 (RNE), recomienda en caso de plantas de tratamiento de agua potable (sistema integral de tratamiento) utilizar un periodo de diseño de por lo menos 20 años.

A continuación, se presenta una tabla que resume la proyección con los datos previamente definidos para determinar, cuál va a ser el caudal de diseño para el año 20, proyectado, y así dimensionar la propuesta adecuadamente.

Tabla 29 - Calculo de caudal proyectado que necesita abastecerse en la localidad de Yaután

AÑO	POBLACIÓN (MÉTODO GEOMÉTRICO)	COBERTURA(%)		POBLACIÓN SERVIDA (Hab.)	CONEX DOMESTICA	CONEX	CONEX	CONEX	DOMESTICO	NO DOMESTICO			Qtotal (l/s)	%Hf	Qp (l/s)	Qmd (l/s) K:1.3	Qmh (l/s) K:2.0	
		CONEX	FALT.			ESTATAL	SOCIAL	COMERCIAL		Qdom.(l/s)	Qest (l/s)	Qsoc (l/s)						Qcom (l/s)
2021	0	2417	87.29%	12.71%	2417	653	4	8	0	6.15	0.20408	0.02070	0.00000	6.38	30.00%	9.11	11.85	18.23
2022	1	2452	100.00%	0.00%	2452	662	4	8	0	6.24	0.20408	0.02070	0.00000	6.47	28.75%	9.08	11.80	18.15
2023	2	2487	100.00%	0.00%	2487	672	4	8	0	6.33	0.20408	0.02070	0.00000	6.56	27.50%	9.04	11.76	18.09
2024	3	2522	100.00%	0.00%	2522	681	4	8	0	6.42	0.20408	0.02070	0.00000	6.65	26.25%	9.01	11.72	18.02
2025	4	2558	100.00%	0.00%	2558	691	4	8	0	6.51	0.20408	0.02070	0.00000	6.74	25.00%	8.98	11.68	17.97
2026	5	2595	100.00%	0.00%	2595	701	4	8	0	6.61	0.20408	0.02070	0.00000	6.83	23.75%	8.96	11.65	17.92
2027	6	2632	100.00%	0.00%	2632	711	4	8	0	6.70	0.20408	0.02070	0.00000	6.93	22.50%	8.94	11.62	17.88
2028	7	2670	100.00%	0.00%	2670	721	4	8	0	6.80	0.20408	0.02070	0.00000	7.02	21.25%	8.92	11.59	17.84
2029	8	2708	100.00%	0.00%	2708	732	4	8	0	6.90	0.20408	0.02070	0.00000	7.12	20.00%	8.90	11.57	17.80
2030	9	2747	100.00%	0.00%	2747	742	4	8	0	6.99	0.20408	0.02070	0.00000	7.22	18.75%	8.89	11.55	17.77
2031	10	2786	100.00%	0.00%	2786	753	4	8	0	7.09	0.20408	0.02070	0.00000	7.32	17.50%	8.87	11.53	17.74
2032	11	2826	100.00%	0.00%	2826	763	4	8	0	7.20	0.20408	0.02070	0.00000	7.42	16.25%	8.86	11.52	17.72
2033	12	2867	100.00%	0.00%	2867	775	4	8	0	7.30	0.20408	0.02070	0.00000	7.53	15.00%	8.85	11.51	17.71
2034	13	2908	100.00%	0.00%	2908	786	4	8	0	7.40	0.20408	0.02070	0.00000	7.63	13.75%	8.85	11.50	17.69
2035	14	2950	100.00%	0.00%	2950	797	4	8	0	7.51	0.20408	0.02070	0.00000	7.74	12.50%	8.84	11.49	17.68
2036	15	2993	100.00%	0.00%	2993	809	4	8	0	7.62	0.20408	0.02070	0.00000	7.85	11.25%	8.84	11.49	17.68
2037	16	3036	100.00%	0.00%	3036	820	4	8	0	7.73	0.20408	0.02070	0.00000	7.96	10.00%	8.84	11.49	17.68
2038	17	3080	100.00%	0.00%	3080	832	4	8	0	7.84	0.20408	0.02070	0.00000	8.07	8.75%	8.84	11.49	17.68
2039	18	3125	100.00%	0.00%	3125	844	4	8	0	7.96	0.20408	0.02070	0.00000	8.18	7.50%	8.85	11.50	17.69
2040	19	3170	100.00%	0.00%	3170	856	4	8	0	8.07	0.20408	0.02070	0.00000	8.30	6.25%	8.85	11.50	17.70
2041	20	3217	100.00%	0.00%	3217	869	4	8	0	8.19	0.20408	0.02070	0.00000	8.19	5.00%	8.62	11.21	17.25

Fuente: elaboración propia

El caudal necesario a cubrir es como mínimo 11.85 lps, la propuesta debe ser capaz de cubrirla al largo del año, por lo que es necesario hacer un nuevo balance oferta – demanda con las fuentes ya inspeccionadas.

4.2.4. Planteamiento de la propuesta de mejoramiento

4.2.4.1. Consideraciones previas de diseño

La fuente inspeccionada cuenta con un efluente de 4.23 lps, lo cual no cubre la demanda necesaria de la localidad, entonces es necesario abastecerla con las fuentes estudiadas, para ello se tiene que garantizar que en época de estiaje el caudal es suficiente para cubrir los 11.85 lps necesarios.

Para la presente investigación se hizo necesario hacer una evaluación anual o cuando menos una evaluación de caudales en época de estiaje de las fuentes que vamos a utilizar para la nueva propuesta. La Municipalidad Distrital de Yaután con la finalidad de utilizar la fuente del manantial Gallo Rumi, realizó un aforo mensual desde el mes de junio hasta el mes de setiembre de 2021, obteniendo los siguientes caudales en ambas captaciones:

Tabla 30 - Caudales del manantial Gallo Rumi en época de estiaje

MESES	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE
CAUDAL (lps)	3.01	3.42	3.49	3.11

Fuente: elaboración propia

El caudal mínimo operativo es de 3.01 lps, por lo que el caudal restante se debe de obtener del río Yaután para así llegar a cubrir la demanda.

Teniendo en cuenta que los estudios de calidad de agua arrojaron que el manantial de Gallo Rumi posee parámetros adecuados para consumo y que solamente es necesaria una desinfección, vamos a conducir esta fuente directamente a un reservorio en donde se realizará la desinfección por cloro y se inyectará directamente para cubrir la demanda de un sector de la población.

En cuanto a la oferta que se va a obtener del río Yaután, se debe de tratar por lo que es con este caudal restante que se va a trabajar la propuesta de planta de tratamiento de agua potable (PTAP).

Para que la demanda sea cubierta cuanto menos se debe de operar con 8 lps en promedio, dicho caudal no puede ser cubierto por el canal “el pueblo” ya que este se utiliza para regadío aguas abajo y es indispensable para la comunidad, por lo

que debemos de limitar el ingreso del canal a un caudal fijo mediante una tubería de que dirija el fluido al interior de la nueva PTAP.

En este sentido, se propone limitar el caudal de ingreso del canal “el pueblo” a 2 lps fijos en todo el año y el caudal restante captarlo directamente del río Yaután por una bocatoma que dirija un caudal variable hasta la planta, que por lo menos en promedio garantice 6 lps, de manera que la planta de tratamiento trate los 8 lps y después se almacenen en un reservorio para ser trasladados a las redes de distribución en donde se juntan con las aguas del manantial de Gallo Rumi cubriendo la demanda de la población.

Como el agua a tratar va a provenir directamente del río Yaután, utilizaremos la caracterización realizada para tomar los parámetros básicos de diseño como son:

Turbiedad: $T = 1.27 \text{ NTU (UNT)}$

Color: $C = 1.00 \text{ UC}$

4.2.4.2. Elección de la alternativa de tratamiento

Para la elección de la alternativa de tratamiento se va a tomar como lineamiento principal la Norma OS.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) Así también como norma complementaria la R.M. N° 192 - 2018 del MVCS (Opciones tecnológicas de Saneamiento para el Ámbito rural) Por otro lado para las consideraciones de diseño se va a utilizar como base los manuales del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS.

Según la OS.020, numeral 4.3.6, la elección de la alternativa de tratamiento depende directamente de cómo se va a realizar la eliminación de partículas. Por lo que en conformidad al análisis de la calidad de agua de la entrada a la PTAP existente se determina que además de la desinfección necesaria la mayor cantidad de problemas existentes son físicos (ya que los parámetros químicos como metales pesados tienen baja incidencia), por lo tanto, se va a emplear como alternativa lo expuesto en el numeral 4.3.7.

De manera complementaria según el R.M. N° 192 - 2018, numeral 2.10, el proceso de selección de alternativas se da en función a la Turbiedad (T_o) y El color (C_o), tal como se muestra:

Tabla N° 03.21. Selección del proceso de tratamiento del agua para consumo humano

ALTERNATIVAS	LIMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80% DEL TIEMPO	ESPORADICAMENTE
Filtro lento (F.L.) solamente	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 100$ UT
F.L.+ prefiltro de grava (P.G.)	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 150$ UT
F.L.+ P.G.+ sedimentador (S)	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 500$ UT
F.L.+ P.G.+ S+ presedimentador	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 1000$ UT

T_0 : turbiedad del agua cruda presente el 80% del tiempo.

C_0 : color del agua cruda presente el 80% del tiempo

$T_{0\text{Max}}$: turbiedad máxima del agua cruda, considerando que este valor se presenta por lapsos cortos de minutos u horas en alguna eventualidad climática o natural.

Fuente: Opciones Tecnológicas de Saneamiento para el Ámbito Rural

Figura 16 - Selección del tratamiento Según RM-192-2018-MVCS

Lo que da pie a nuestra primera comparación:

Sabemos que al menos el 80% del tiempo, la turbiedad analizada es de 1.27 UT (dicho valor fue extraído en época de avenida por lo que se comprende que es uno de los valores máximos).

También sabemos que al menos el 80% del tiempo, el valor de color es de 1 UC. Evaluando estos valores, asumimos de manera más adecuada la alternativa de la utilización del Filtro Lento como tratamiento directo.

4.2.4.3. Evaluación de la necesidad de pretratamiento

Una vez definido el proceso de tratamiento que se va a llevar a cabo, es importante determinar si la planta tiene o no necesidad de realizar un pretratamiento que retenga elementos que pueden afectar el funcionamiento correcto de las unidades de remoción, para esto es importante realizar una inspección de campo que nos permita apreciar si existe o no partículas de gran tamaño que puedan ingresar al tratamiento, por lo que se propuso un ensayo simple de determinación.

4.2.4.3.1. Determinación de la necesidad de desbaste (cámara de rejillas) mediante un ensayo de tamizado

Para realizar este pequeño ensayo, se consiguió una malla de acero de separación de 0.2 cm y se colocó a la entrada de la PTAP por un lapso de 10 min en época de máxima avenida, de manera que se retengan solidos de gran tamaño.

Posterior a ello, estos solidos se recogieron en un recipiente metálico para llevarlo a calentar y así deshidratarlos y determinar la cantidad de solidos neta.

A los sólidos obtenidos, se le hace un doble tamizaje es decir se le hace pasar por 02 tamices de cierta separación, el primero de estos de 1 cm de abertura y el segundo de 0.5 cm de abertura, obteniéndose:

Tabla 31 - Ensayo de tamizado

P.M.	168 gr		
Tamiz	Abertura	Peso retenido (gr)	% Retenido
A	10 mm	124.16	73.90%
B	5 mm	16.96	10.10%
Lo que pasa	-	26.88	16.00%
		Total	100.00%

Fuente: elaboración propia

Esto Significa que, la mayor cantidad de partículas a retener (el 73.90%), se retiene en una abertura de 10 mm, además, si se deseara máxima eficiencia podríamos colocar una abertura de 5 mm, lo que en conjunto retendría el 84% de partículas, dejando pasar solamente un 16% para un posterior tratamiento, escoger entonces el tipo de desbaste está ligado también a su mantenimiento, es decir que si colocáramos rejas de menor abertura, dificultaría el mantenimiento y al haber la necesidad de colocar una unidad de pretratamiento más (el desarenador) lo podemos desestimar, en conclusión, La separación de rejas óptima para la PTAP Sera:

$$a = 10 \text{ mm}$$

4.2.4.3.2. Determinación de las partículas a remover en el desarenador

Según la OS.020, el tamaño de partícula que se debe de remover depende directamente al tratamiento propuesto, es decir si existe sedimentación la partícula debe ser mayor igual a 0.2 mm, pero si no existe sedimentación (como en el caso propuesto) la partícula debe ser mayor igual a 0.1 mm (según numeral 5.2.2.2.), por lo tanto, mi tamaño de partícula a remover será:

$$d = 0.1 \text{ mm}$$

4.2.4.4. Evaluación de caudales

Como se mencionó anteriormente, se busca alimentar la planta con 02 captaciones superficiales, en ambos casos se deriva este caudal del rio Yaután y se conduce hasta la planta dando un ingreso permanente variable el cual se detalla a continuación:

Tabla 32 - Evaluación Anual de Caudales que ingresan a la PTAP

CAPTACIÓN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Canal "el pueblo"	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Rio Yaután ajustado a la variación estacional	9.3	9.11	7.89	6.6	5.7	4.2	3.9	3.6	3.18	3.02	6.9	8.6
Total	11.3	11.1	9.89	8.6	7.7	6.2	5.9	5.6	5.18	5.02	8.9	10.6
Qmax	11.3 lps											
Qmin	5.02 lps											
Qprom	8 lps											

Fuente: elaboración propia.

Por lo que los datos que tendremos para diseñar serán los caudales obtenidos. El caudal promedio asumido es de 8 lps y será el que utilizaremos para el diseño de las unidades, aun así, este caudal ingresado es susceptible a pérdidas por tratamiento, ya sea por desarenado o por filtración, por lo que el caudal va a ir disminuyendo en cada unidad propuesta. Para poder estimar esta caída de caudal la norma OS.020 en el numeral 4.2.2.4, nos dice que se debe de considerar una pérdida de hasta 5%, pero este porcentaje perdido depende de las unidades involucradas, como en nuestro caso solo tendremos una unidad de tratamiento (el filtro lento) y un pretratamiento poco agresivo (como el desarenador), vamos a estimar en conjunto solo una pérdida del 2%, repartiendo equitativamente 1% de pérdida de caudal en cada unidad, dándonos:

Caudal de ingreso a la planta, Cámara de carga, Cámara de rejillas y desarenador

$$Qd1 = Qprom = 8 \text{ lps}$$

Caudal de salida del desarenador, ingreso del filtro lento

$$Qd2 = 99\%Qd1 = 7.92 \text{ lps}$$

Caudal de salida del filtro lento, PTAP

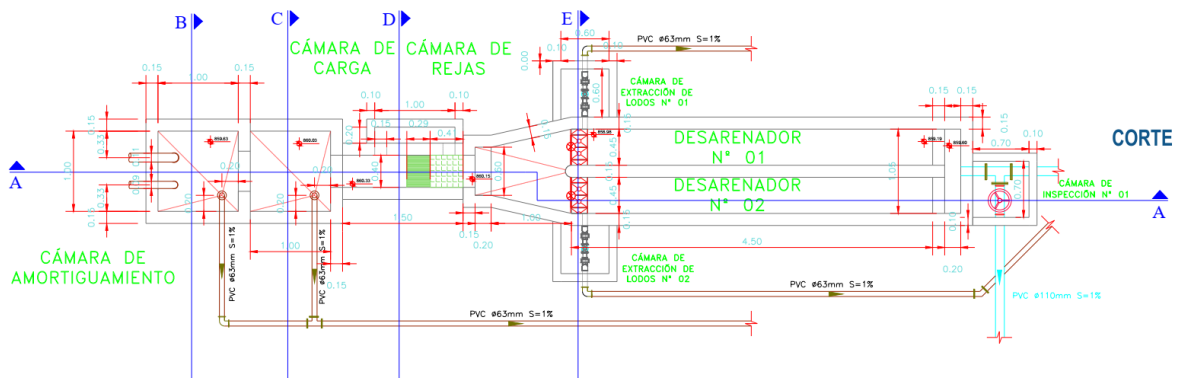
$$Qmd1 = 99\%Qd2 = 7.841 \text{ lps}$$

4.2.5. Resumen del diseño de la propuesta

Tras hacer el diseño Hidráulico y el diseño estructural (Ver Anexos) de todas las unidades que componen la nueva propuesta, se resume la propuesta de la siguiente manera y la razón por la que cada una de estas unidades va a suponer una mejora en las actividades de potabilización de la fuente estudiada.

4.2.5.1. Pretratamiento

Es una unidad compuesta encargada de: amortiguar la turbulencia del fluido al ingreso de la planta (cámara de amortiguamiento), Cargar uniformemente el fluido a las unidades de remoción y medir el caudal de ingreso (cámara de carga), separar partículas de gran tamaño (cámara de rejas) y finalmente retener arena de diámetro mayor a 0.20 mm, para lo cual se diseña un desarenador de dos unidades, para que cuando una esté en mantenimiento la otra sea funcional.



Fuente: elaboración propia.

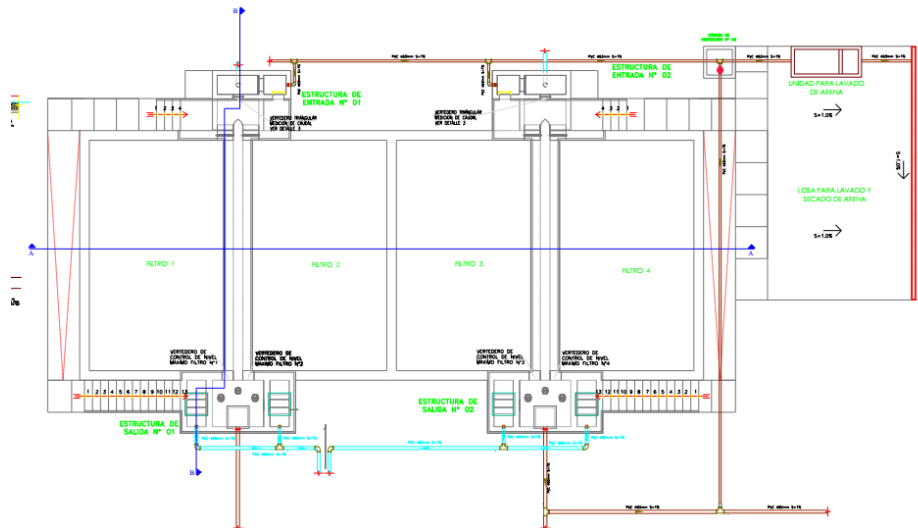
Figura 17 - Unidad de pretratamiento de la PTAP

Esta unidad reduce significativamente los sólidos de gran tamaño y reduce el riesgo de generar organismos de vida libre en los procesos de tratamiento, además garantiza el buen funcionamiento del filtro lento ya que evita que este último no tenga problemas de saturación.

4.2.5.2. Filtro Lento

Es la unidad más importante en el proceso de tratamiento, elimina la turbiedad y reduce organismos patógenos, por lo que su nivel de tratamiento es tanto primario (físico) como secundario (microbiológico), esto último gracias a que forma una biopelícula natural sobre la arena que degrada la materia orgánica que podría ser negativa para la calidad de agua.

Esta unidad debe de disponer en su diseño una zona de lavado de arena, siendo este indispensable para el mantenimiento de la misma, por lo que es recomendable realizar una capacitación con el personal al momento de ponerse en operación de la importancia de cumplir con ello.



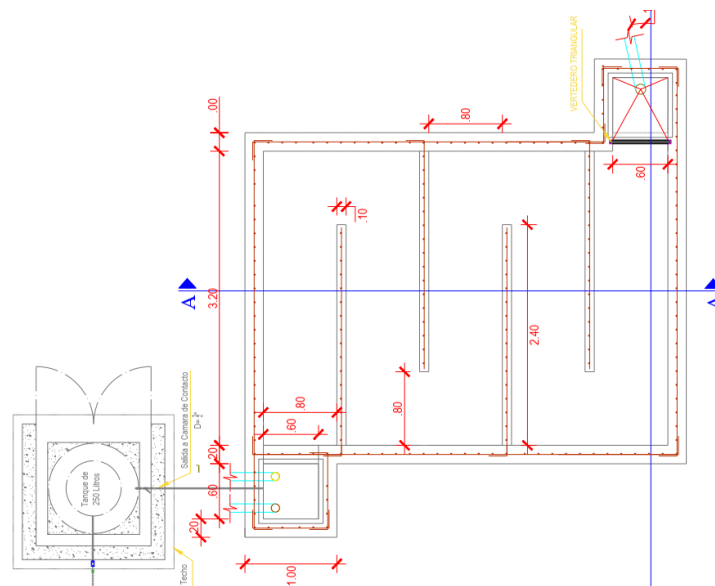
Fuente: elaboración propia.

Figura 18 - Filtro lento – Unidad de tratamiento principal

Se diseñaron 04 unidades, para que en caso de que una de las unidades entrase en mantenimiento el resto pueda soportar el caudal de esta sin problemas y sin perder la calidad de producción de agua.

4.2.5.3. Cámara de contacto de cloro

Es una estructura de desinfección que permite una dosificación y mezcla más dinámica y uniforme que el sistema de goteo convencional (en reservorio), al ser un caudal tan masivo, se toma esta alternativa como la más competente.



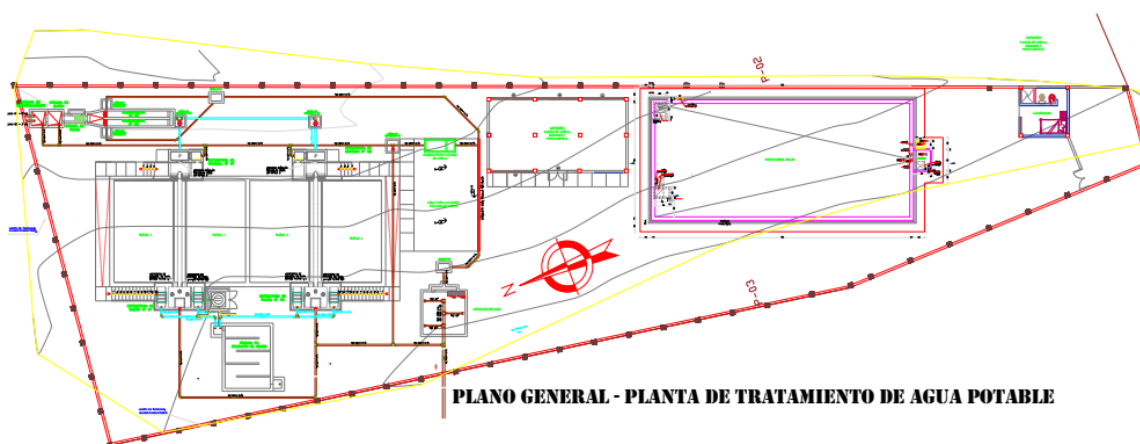
Fuente: elaboración propia.

Figura 19 - Cámara de contacto de cloro de la PTAP

El nivel de tratamiento de esta unidad es terciario (específico) posterior a este se conduce directamente al tanque de almacenamiento para su distribución.

4.2.5.4. Estructuras complementarias

La planta se ha ubicado en el terreno disponible por la Municipalidad Distrital de Yaután, el cual no es regular y se buscó colocar las unidades manera que sea funcional y cumple con el perfil hidráulico adecuado para garantizar su correcto funcionamiento.



Fuente: elaboración propia.

Figura 20 - Propuesta de mejoramiento de la PTAP - Yaután

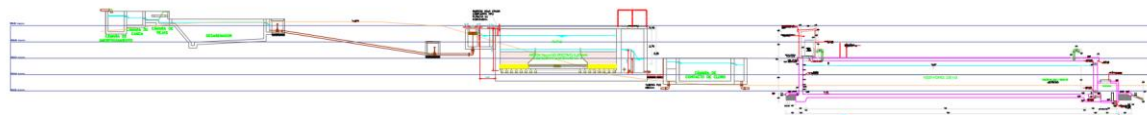
Junto a la ubicación de la planta se ha dispuesto, estructuras complementarias indispensables para su funcionamiento las que son:

- Red de desagüe de cada unidad, ya sea para las labores de mantenimiento o para la limpieza de las mismas.
- Cajas de inspección para la red de desagüe, para realizar los mantenimientos necesarios.
- Rejillas y zonas de lavado y exposición de arena, para su mantenimiento periódico.
- Lecho de secado, para tratar los lodos producidos en las unidades y así evitar contaminación y malos olores.
- Almacén para los compuestos químicos, la arena nueva, herramientas y equipo de monitoreo y mantenimiento.

- Reservorio semienterrado, para almacenar la producción de la planta.
- Caseta de Guardianía, veredas y accesos para mantenimiento.

4.2.5.5. Verificación del perfil hidráulico de la planta de tratamiento

Es indispensable al realizar el planteamiento de diseño que se garantice el flujo del agua en las unidades, esto es debido a lo caprichoso que es la topografía y un mal planteamiento podría generar que la planta no opere adecuadamente, uno de los retos al momento de realizar el diseño fue que no se disponía de mucha pendiente en el terreno de la planta, y además la Municipalidad Distrital de Yaután no contaba con otro terreno para ubicar el reservorio, por lo que era necesario que este sea semienterrado, y rectangular para que se cumpliera con el perfil hidráulico adecuado del diseño.



Fuente: elaboración propia.

Figura 21 - Perfil Hidráulico de la PTAP propuesta

4.2.8. Metrado de la Propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento

Como parte de la propuesta se elabora un metrado de los materiales necesarios para el mejoramiento, solo a nivel de estructuras de la PTAP (lo cual es el objetivo central de la presente investigación), para facilitar a la Municipalidad Distrital de Yaután en caso se tome en consideración la propuesta (Ver Anexos).

4.3. Análisis inferencial

4.3.1. Prueba de Hipótesis general

H0: Debido a que la planta de tratamiento de agua potable cubre la demanda y satisface las condiciones necesarias para garantizar la buena salud de la población no existen deficiencias en el comportamiento hidráulico y sanitario lo que no dio a pie a realizar una propuesta técnica acorde a las necesidades de la población.

H1: Debido a que la planta de tratamiento de agua potable no cubre la demanda y no satisface las condiciones necesarias para garantizar la buena salud de la población existen deficiencias en el comportamiento hidráulico y sanitario lo que dio a pie a realizar una propuesta técnica acorde a las necesidades de la población.

El análisis de resultados evidencio que no se cubre la demanda de la población (12.73% faltante), ni la continuidad (solo 5 horas por día), tampoco cubre las condiciones de buena salud ya que el tratamiento no remueve parámetros fisicoquímicos a considerar, la cloración no es suficiente debido a que el cloro residual a la salida es menor a 0.5 mg/L, además no se realiza el mantenimiento adecuado ni hay acceso a las unidades. Conllevó a realizar una propuesta de mejora mediante el diseño de una planta de tratamiento de filtración lenta que garantiza el 100% de cobertura y la buena salud de la población. Por ello se rechaza H0 y se acepta la hipótesis alternativa H1.

4.3.2. Prueba de Hipótesis específica 1

H0: La evaluación de la planta existente determino que el tratamiento es suficiente, no es antiguo y se realizan las labores de operación y mantenimiento correctamente, por lo que no es necesario generar una propuesta de mejoramiento.

H1: La evaluación de la planta existente determino que el tratamiento no es suficiente, es antiguo y no se realizan las labores de operación y mantenimiento correctamente, por lo que es necesario generar una propuesta de mejoramiento.

El análisis descriptivo de la evaluación de las condiciones actuales de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután, evidencio el tratamiento es solamente físico, ya que solo reduce turbiedad. Entre las estructuras analizadas la única que evidencio eficiencia positiva fue el prefiltro de grava, fuera de ella se realiza la desinfección la cual reduce los

microorganismos pero que no deja un cloro residual suficiente para garantizar la sanidad dentro de la red, el sistema en conjunto tiene más de 24 años de antigüedad, no hay evidencia de control en operación ni dosificación de desinfectante, el operador no se abastece para realizar el mantenimiento adecuadamente, tras un análisis se consideró necesario realizar una nueva propuesta de mejoramiento mediante un replanteo de la planta. Por ello se rechaza H0 y se acepta la hipótesis alternativa H1.

4.3.3. Prueba de Hipótesis específica 2

H0: La evaluación de calidad de agua de las fuentes existentes y la nueva fuente proyectada arrojaron resultados inadecuados para ser utilizadas para el consumo humano después de un tratamiento.

H1: La evaluación de calidad de agua de las fuentes existentes y la nueva fuente proyectada arrojaron resultados adecuados para ser utilizadas para el consumo humano después de un tratamiento.

El análisis descriptivo de la evaluación de las condiciones actuales de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután permitió realizar la propuesta de mejoramiento mediante la evaluación de calidad de agua en las fuentes se hizo un primer comparativo de la calidad de tratamiento de la planta existente, en la que se evidencio que no es adecuado ni eficiente, conjuntamente a ello al no tener la continuidad deseada fue necesaria plantear la utilización de otra fuente de agua nueva en un manantial tipo ladera en el sector Gallo Rumi. La calidad de agua de la fuente inicial (Rio Yaután) es adecuada para el consumo posterior tratamiento convencional de filtración lenta y desinfección (según RM-192-2018-MVCS), mientras que la fuente de Gallo Rumi, es adecuada sin necesidad de una PTAP, por lo que solo se requerirá la desinfección. Ambas fuentes son aptas para el consumo humano después de un tratamiento. Por ello se rechaza H0 y se acepta la hipótesis alternativa H1.

4.3.4. Prueba de Hipótesis específica 3

H0: Después de generarse una propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de la Localidad de Yaután, no se resolvió los

problemas de continuidad, cobertura, acceso y calidad de producción de agua potable.

H1: Después de generarse una propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de la Localidad de Yaután, se resolvió los problemas de continuidad, cobertura, acceso y calidad de producción de agua potable.

El análisis descriptivo para el planteamiento de la Propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua Potable en la localidad de Yaután se realizó bajo la normativa vigente (OS.020-RNE y RM.192-2018-MVCS) y permitió plantear un sistema a 20 años de periodo de diseño en el que se capta un promedio de 4 lps mediante un manantial tipo ladera (Gallo Rumi) conjuntamente a una nueva propuesta de planta de tratamiento de agua potable que capta las aguas del Rio Yaután y que trata en promedio 8 lps mediante un sistema de filtración lenta. Este sistema resolvió el problema de continuidad ya que va a permitir el uso de agua durante las 24 horas, también está proyectado para cubrir el 100% de la cobertura en la localidad. Por otro lado sobre el diseño de la planta esta cuenta con accesos y esta correctamente protegida y delimitada con el fin de realizar las labores de mantenimiento e inspección adecuadamente y se compone de una unidad compuesta de pretratamiento que separa sólidos y arenas mayores a 0.20 mm de diámetro, un filtro lento que hace un tratamiento físico de reducción de turbiedad y agentes patógenos, y una cloración con cámara de contacto de cloro que permite una cloración más uniforme mejorando significativamente la calidad de producción de agua potable. Por ello se rechaza H0 y se acepta la hipótesis alternativa H1.

V. DISCUSIÓN

Con respecto al Objetivo General: Generar una propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash – 2021. De lo evaluado de igual manera que lo dicho por Duarte y Guerrero (2017, p. 83), las condiciones constructivas y operativas de la planta de tratamiento no son aptas y debe generarse una nueva propuesta, la implementación de una planta de tratamiento adecuada, además de que tal como ratifica Quevedo (2016, p. 96), el caudal no cubre la demanda de la población actual y no hay continuidad adecuada (al solo ser 5 horas al día), lo cual viene a ser muy común en la zona costa de Ancash, tal como nos dice Granda (2019, p. 107) lo que empuja a proponer mejoras en los sistemas ya existentes. Adicionalmente esta la gestión por parte de los responsables, quienes tal como menciona Rodríguez (2020, p. 69), no capacitan ni están capacitados para hacer un manejo adecuado y un monitoreo indispensable de la calidad de agua. Esto conlleva a generar una nueva propuesta que replantea y propone un diseño de una nueva planta de tratamiento de filtración lenta como mencionan Camacho y Peña (2018 p.70), contribuye a ampliar la cobertura hasta el 100% y optimizar el uso de fuentes de agua aptas para el consumo mejorando de esta manera la calidad de vida de la población y mejorando su salud tal como esperaba Ordinola (2019, p. 161) en su investigación.

La metodología aplicada al ser del tipo descriptiva solo describe si la planta existente es funcional o no, lo cual es suficiente para responder al objetivo general planteado, pero se limita y no explica los procesos unitarios de remoción que están ocurriendo en la planta existente, aunque debido a la antigüedad se hace innecesario. De la misma manera ocurre con la interpretación de resultados de laboratorio de calidad de agua, si bien es cierto se conoce los contaminantes tras la descripción de los mismos no se explica por qué estos están en la fuente, ni se profundiza la correlación entre el tratamiento de la planta existente con los parámetros obtenidos en laboratorio, lo que mejoraría sustancialmente el valor de la investigación pero requerirá un diseño de investigación no experimental de corte longitudinal con más ensayos de laboratorio que lo harían costoso, pero permitirían hacer una propuesta más adecuada de mejoramiento. Por ello, la metodología evidencia como mejor fortaleza su capacidad de responder si la planta de tratamiento existente es viable o no, solo con una descripción transversal de sus

condiciones, así mismo en función a la calidad de agua se puede plantear un tratamiento mediante la aplicación de las normas vigentes que toman los parámetros transversales. Al contrario, su peor debilidad se refleja en lo puntual que es la descripción, ya que el comportamiento de la planta varía en función a la estación del año y las condiciones de caudal de las fuentes, pero eso no le quita valor ya que la evaluación conjuntamente a una proyección teórica puede cubrir el objetivo general sin inconvenientes.

Con respecto al Objetivo específico 01: Evaluar las condiciones de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután (PTAP Anayaután). Se realizó la evaluación física, hidráulica y de la calidad de agua de la planta de tratamiento existente que está conformada por un canal de derivación de caudal que capta las aguas del canal del regadío “el pueblo” e ingresa a mediante una plataforma de distribución de agua cruda, hacia un presedimentador, un prefiltro de grava horizontal de 04 capas, un sedimentador y 07 reservorios semienterrados de concreto armado. La desinfección se realiza en el último reservorio (R7). La fuente de agua de la que se abastece es el río Yaután, de origen superficial que posee baja turbiedad (1.27 NTU), con un pH promedio de 6.89, siendo una fuente adecuada para el uso de consumo (Según DS.031-2010-MINSA), el caudal promedio es de 4.23 l/s. Existen 02 estaciones de reservorios con una antigüedad mayor a 50 años, la primera con 05 reservorios y la última con 02, estas estaciones están cercadas con pared de ladrillo pero deterioradas debido a su antigüedad lo cual hace que no cumplan con el objetivo de resguardar y proteger los reservorios de manipulación o contaminación externa. No existe monitoreo de calidad de agua en los procesos de la planta por falta de equipo y personal. Solo se dispone de un operador con capacitación básica de operación y mantenimiento, lo que no cubre la necesidad de limpieza periódica ni mantenimiento de las unidades existentes, problemas que también fueron identificados por García y Rodríguez (2018, p. 69), haciendo la planta no apta para su uso.

Con respecto a la dosificación de cloro, se utiliza hipoclorito de calcio al 65% pero no es controlado adecuadamente lo que produce una sobredosificación o una falta de dosificación por momentos significando un riesgo para el consumidor. No se

cuenta con equipos para dosificar ni con herramientas adecuadas para preparar la solución, el agente desinfectante se almacena en una zona muy húmeda ubicada entre las estaciones de reservorios lo que no garantiza su conservación.

Se identifica una primera área de la planta de tratamiento en el que está un presedimentador que dispone de una plataforma de ingreso de agua, es una estructura de concreto armado en regular estado de conservación (fisuras poco visibles), diseñada para la sedimentación de partículas gruesas de forma rectangular con una capacidad aproximada de 48 m³ y una pendiente de fondo de 1.26% orientada al punto de ingreso. En cuanto a su eficiencia es negativa ya que el ingreso tiene una turbiedad de 1.27 NTU y la salida de 1.48 NTU, lo que evidencia la falta de mantenimiento y la evacuación inadecuada de lodos producidos, ya que no cuenta con una unidad de tratamiento como podría ser un lecho de secado, tal como menciona Romero (2021, p. 173), la turbiedad es un indicador importante de eficiencia y se debe de monitorear frecuentemente. Si bien es cierto existe un cerco improvisado de esteras y alambre de púas, la unidad es vulnerable a la vegetación, animales y el polvo lo que explica el aumento de turbiedad, esto corrobora lo dicho por Pedraza y Palacio (2017, p.86) ya que reduce la calidad del agua tratada.

La segunda área está conformada por dos unidades, la primera un prefiltro de grava horizontal de 04 capas, la cual es una estructura de concreto armado en buen estado que cuenta con paredes agujereadas entre capas, cada capa se dispone con un lecho de grava que va desde ¼" hasta las 2" de diámetro, es la unidad más eficiente ya que reduce la turbiedad de ingreso que fue de 1.48 NTU hasta 0.87 NTU de salida. La segunda es una unidad de sedimentación que conduce mediante una tubería improvisada de 3" el fluido que sale del prefiltro hacia una salida elevada que llena lentamente el sedimentador, es de concreto armado de forma rectangular con fisuras visibles y restos de sulfatación en las paredes debido a la antigüedad, tiene una capacidad aproximada de 75 m³ con una pendiente de 1.43% orientada a la salida. La turbiedad incrementa su valor de 0.87 NTU hasta 1.01 NTU lo que la hace ineficiente, posiblemente por lo mismo que el presedimentador. Ninguna de las unidades posee un protocolo de mantenimiento.

La unidad de desinfección es un sistema de goteo acondicionado con un tanque de 600 litros con un dosificador con válvula de regulación, la concentración de

desinfectante es de 1.08% de cloro activo y se aplica 02 veces al día en los horarios de demanda, la calidad de mezcla es negativa puesto que, el agua clorada se junta con una línea de agua proveniente de los otros reservorios lo que reduce considerablemente su poder de desinfección. La aplicación de hipoclorito de calcio tiene un caudal de aplicación aproximado de 1076 ml/min lo que solo aplica la desinfección en 4.65 horas de las 5 horas que debería estar activo. El cloro residual a la salida del reservorio es de 0.42 mg/L lo que es inferior 0.5 mg/L (que es lo recomendable por la DS.031-2010-MINSA). No existe un protocolo de mantenimiento y limpieza, la desinfección es improvisada, lo que supone un riesgo alto a la salud y como advierte Cordero (2017, p. 57) debe de buscarse la salud de los beneficiarios.

Con respecto al Objetivo específico 02: Analizar la calidad de agua de la entrada y la salida en la planta de tratamiento existente y determinar su eficiencia. Se realizó una caracterización de agua tanto en la entrada (de fecha 19 de marzo de 2020) como en la salida de la planta de tratamiento (de fecha 20 de marzo de 2020), en ambos casos a diferencia de lo mencionado por Fonseca et al (2018, p. 56), el agua dispone de muy buena calidad tanto en la entrada como en la salida siendo los parámetros más significativos los fisicoquímicos, microbiológicas y organismos patógenos,

La comparativa de ambos análisis determino que la planta de tratamiento es eficiente solo en uno de los 04 parámetros fisicoquímicos estudiados, la cual es el color que está asociada directamente al a turbiedad, lo que ratifica que el tratamiento es meramente físico, en los demás parámetros la eficiencia es negativa, lo que indica que no hay un mantenimiento adecuado de las unidades, el intemperismo y la falta de limpieza incorporan contaminación al agua que no tenía originalmente. A nivel microbiológico la eficiencia fue mayor al 99%, debido a que se realiza adecuadamente la desinfección, y no tienen contaminación significativa de coliformes totales y termotolerantes. A nivel de organismos patógenos, si bien es cierto se reduce la presencia del zooplancton esta no desaparece ya que el tratamiento existente no es suficiente para tratarla adecuadamente, este último es quien más pone en riesgo a la población, como mencionan García y Correa (2018, p.137), ya que es un parámetro que pareciera menor pero que refleja la realidad

del tratamiento. Al ser el agua de muy buena calidad se debe hacer un planteamiento adecuado para su tratamiento, y así como mencionan Mariños y Rodríguez, (2019 p. 108), generar una producción eficiente del recurso. Es importante recordar que el ensayo se no se hizo en épocas de avenida por lo que es susceptible a variar.

Con respecto al Objetivo específico 03: Proponer una alternativa de mejoramiento a la planta de agua potable de la localidad de Yaután. Se determinó que la planta de tratamiento existente no puede ser remediada en contraste a lo dicho por Díaz et al (2017, p. 67), ya que posee una antigüedad mayor a 24 años, el estado de las estructuras es regular con fisuras evidentes y sin mantenimiento, la disposición de las unidades no es la adecuada ya que son dos áreas separadas sin acceso para mantenimiento o inspección, el diagnóstico hidráulico arroja que el presedimentador no cumple con la normativa vigente (OS.020), que la estructura de ingreso esta inundada y no tiene función hidráulica, que el prefiltro de grava no tiene un criterio de diseño técnico y que el sedimentador final ha sido improvisado en su alimentación por una tubería que podría generar contaminación y riesgo en el tratamiento. Además, la planta no cuenta con el equipamiento adecuado para las labores de mantenimiento, desinfección e inspección, tampoco para el monitoreo de parámetros representativos; a la vez que el operador no se abastece para hacer el mantenimiento. Las áreas de la PTAP están protegidas por un cerco perimétrico de estera y alambre de púas que se encuentra en mal estado y no protege a la planta del intemperismo, animales ni terceros que podrían reducir la calidad de tratamiento. Por esa razón, así como el caso de Dueñas (2016, p. 192), se planteó una alternativa de mejoramiento el cual consiste en aumentar la cantidad del agua captada de la fuente conocida (Rio Yaután), así como hizo Saavedra (2021, p. 267), y además buscar alguna fuente adicional de calidad, la que se consiguió con el manantial tipo ladera de Gallo Rumi, para esto se realizó un estudio de consumo para determinar la demanda de la población, la cual fue de 11.85 lps. Definido esto se evaluó la calidad de agua y se aforo el manantial de Gallo Rumi obteniéndose un caudal promedio de aporte de 3.85 lps de una calidad de agua excepcional la cual tiene como único parámetro de contaminación la presencia de microorganismos que son fácilmente removidos por la desinfección.

Se plantea entonces un sistema mixto en el que una parte de la red va a ser alimentada por el manantial de Gallo Rumi, sin tratamiento más que la cloración por goteo y la otra parte va a ser tratada por una nueva propuesta de planta de tratamiento de agua potable en el mismo terreno en el que se ubicaba la planta existente. Utilizando los lineamientos propuestos por el RM. 192-2018-MVCS y la OS.020-RNE y así como Arias y Quishpe (2018 p.160), se definió que para los parámetros obtenidos el tratamiento más adecuado es el de filtración lenta, a lo que se le suman una unidad compuesta de pretratamiento (que posee una cámara de amortiguamiento, una cámara de carga que hace las veces de medidor de caudal, una cámara de rejillas y dos desarenadores al paralelo) y una cámara de contacto de cloro que a diferencia de la dosificación por goteo en reservorio tiene una mejor calidad de mezcla, corroborando lo dicho por Sánchez (2017, p. 250), que se escoge la mejor tecnología de tratamiento para los parámetros existentes; así también se definieron estructuras complementarias como el área de lavado de arena, el depósito de arena y equipamiento, un lecho de secado para tratar los lodos producidos y una caseta de guardianía para que el operador en turno pueda realizar eficientemente sus labores.

Se diseñaron las estructuras, mediante un cálculo hidráulico y estructural lo que conlleva a su representación gráfica mediante planos, en donde se verificó el perfil hidráulico del sistema confirmando lo dicho por Yovera (2017, p. 114), de que se debe de optimizar siempre las condiciones hidráulicas del sistema. Se culminó la propuesta con un pequeño metrado de las unidades más representativas para que la Municipalidad Distrital de Yaután la pueda evaluar como una propuesta a implementar.

VI. CONCLUSIONES

- En cuanto a la evaluación que se realizó a la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután, Casma, Ancash – 2021, se determinó que no funciona adecuadamente, debido a la antigüedad (mayor a 24 años), condiciones físicas (rajaduras y mala disposición de las unidades, ausencia de accesos para mantenimiento e inspección), condiciones hidráulicas (no existe medidor de caudal, el presedimentador no cumple el tiempo de retención adecuado según OS.020-RNE y la producción de agua no es la suficiente), condiciones operativas y de mantenimiento, (dispone de un solo personal no capacitado para el mantenimiento, no se hace monitoreo de parámetros recomendados), la desinfección no dispone de un criterio técnico adecuado y la cobertura y continuidad dejan que desear para satisfacer las necesidades de la localidad. La evaluación determinó que no es remediable y que se debe proponer una nueva planta de tratamiento acorde a las normas vigentes.
- Se evaluó la calidad de agua producida en la planta de tratamiento existente y se determinó que el nivel de tratamiento es solamente físico, esto es debido a que solo reduce color y turbiedad, pero los demás parámetros fisicoquímicos no son reducidos, al contrario, tienen una eficiencia negativa debido a que las unidades no cuentan con un protocolo de mantenimiento adecuado. En cuanto a la desinfección es eficiente ya que reduce hasta en un 99% los contaminantes microbiológicos, pero no es capaz de destruir totalmente los organismos patógenos que podrían suponer un riesgo a la salud de los consumidores.
- La propuesta de tratamiento consistió en mejorar la cobertura y continuidad del agua con una demanda calculada de 11.85 lps a 20 años de periodo de diseño. Mediante la utilización de agua de buena calidad del manantial tipo ladera de Gallo Rumi, la cual solo necesita un tratamiento de desinfección para su consumo y tiene un caudal promedio de aporte de 3.85 lps y la ampliación del caudal captado del río Yaután a 8 lps, para esta última ser tratada mediante una nueva propuesta de planta de tratamiento convencional según R.M.192-2018-MVCS de filtración lenta que se complementa con una unidad de pretratamiento para eliminar las partículas

mayores a 0.20 mm y una cámara de contacto de cloro que permite una dosificación uniforme de cloración para ser almacenado y repartido en las redes de distribución asegurando agua de calidad para el bienestar de la población.

- La evaluación reflejó la importancia del monitoreo y el control de los procesos de potabilización y su impacto en la calidad de vida de las personas, a tal nivel que al no hacerse adecuadamente puede hasta contaminar las aguas en lugar de tratarlas como sucede en la PTAP existente en el sector de Anayaután, es por esta razón que es necesaria generar una propuesta de tratamiento bajo las normas y tecnologías actuales que optimicen el uso del recurso hídrico y garanticen una distribución adecuada a la localidad de Yaután.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Yaután realizar un mantenimiento constante de las unidades existentes, así como una evaluación mensual de los parámetros fisicoquímicos más relevantes para verificar el funcionamiento de la planta.
- Se recomienda a la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Yaután mejorar la protección de la planta existente y evaluar las condiciones de funcionamiento de la planta posterior mantenimiento para de esta forma corroborar si la eficiencia es tan negativa como la que se reflejó en la presente investigación.
- Se recomienda a la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Yaután realizar estudios de calidad de agua en la entrada y salida con cierta frecuencia, para evaluar si hay algún cambio o contaminación de la fuente que puede afectar a la buena salud de las personas, así también se debe de realizar en los momentos en el que el agua puede estar más contaminada como son las épocas de avenida y así hacer una estimación más precisa de la eficiencia de la planta.
- Se recomienda a la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Yaután realizar una capacitación y sensibilización tanto a la población, como al personal de la Municipalidad Distrital de Yaután para evitar que haya un descuido de las unidades de tratamiento para así conseguir optimizar el funcionamiento de la planta propuesta en caso de ejecutarse y garantizar la calidad de agua producida.
- Se recomienda a la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Yaután tomar en consideración la presente tesis para plantear una propuesta que cumpla con las necesidades de la población en beneficio a la buena salud de las personas de la localidad de Yaután.

REFERENCIAS

- ALVER, Alper. Evaluation of conventional drinking water treatment plant efficiency according to water quality index and health risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, vol. 26, no 26, p. 27225-27238.
- ARIAS DONOSO, Huder Elvis; QUISHPE CODENA, Byron Ivan. Evaluación y propuestas de mejora de la planta de tratamiento de agua potable del Cantón Píllaro, Provincia de Tungurahua. 2018. Tesis de Licenciatura. Quito: UCE.
- BADHAN, G. M.; ALI, Reetika; KAMAL, Sabkat. Urban Development and Water Supply System: A Case Study on Comilla City Corporation. En *International Conference on Water Energy Food and Sustainability*. Springer, Cham, 2021. p. 772-784.
- CALABRESE, Edward J.; GILBERT, Charles E.; PASTIDES, Harris. *Safe Drinking Water Act*. CRC Press, 2018.
- CAMACHO FIGUEROA, Rubén Darío, PEÑA BERMEJO, Diseño de una planta de tratamiento de agua potable para la población de la Playita, Sitio Nuevo Magdalena. 2018. Tesis Doctoral. Universidad de la Costa.
- CEPIS, OPS. OMS (2004/2006). Tratamiento de agua para consumo humano.
- CHÁVEZ, R. U. D. Y. Agua y saneamiento: Radiografía de un sector prioritario en el Perú. *Obtenido de <https://stakeholders.com.pe/informes/aguasaneamiento-radiografia-sector-prioritario-peru>*, 2019.
- CORDERO OLIVERA, Jairo Jefer. Evaluación Y Mejoramiento Del Sistema De Agua Potable En El Puerto Casma–Distrito De Comandante Noel–Provincia de Casma–Ancash–2017. 2017.

DÍAZ BAUTISTA, Wendy Tatiana, et al. Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Tena en el departamento de Cundinamarca. 2017.

DUARTE CHAPARRO, Camilo Esteban; GUERRERO TARQUINO, Diego Arturo. Diseño de una planta de tratamiento de agua potable para el municipio de Tipacoque, Boyacá. 2017.

DUEÑAS CORRALES, Rodrigo Luis. Evaluación y mejoramiento de Planta de Tratamiento de Agua Potable del Centro poblado de Yauri, Distrito de Yauri, Provincia de Espinar, Región Cusco. 2016.

ESTEBAN NIETO, Nicomedes. Tipos de investigación. 2018.

FONSECA CALLEJAS, Angie Katherine, et al. Propuesta de mejoramiento para la planta de tratamiento de agua potable de la escuela logística del Ejército Nacional. 2018.

GARCÍA BAUTISTA, Brandon Hainover, CORREA BELLIDO, Ludwig. Diagnóstico y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de La Palma-departamento Cundinamarca-Colombia. 2018.

GARCÍA MEDINA, Pablo Santiago, RODRIGUEZ GARZON, Ferney Danilo. Propuesta para el mejoramiento del tren de tratamiento de la planta de agua potable de la vereda Pajonales del municipio de Pacho Cundinamarca. 2018.

GRANDA ESCUDERO, Fabrizzio. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Muña Alta, distrito de Yaután, provincia de Casma, región Áncash y su incidencia en su condición sanitaria–2019. 2019.

GUPTA, Suresh Kumar; GUPTA, I. C. Drinking Water Quality Assessment and Management. Scientific Publishers, 2020.

- HASSAN, Fikrat M.; MAHMOOD, Ansam R. Evaluate the efficiency of drinking water treatment plants in Baghdad City–Iraq. *Journal of Applied & Environmental Microbiology*, 2018, vol. 6, no 1, p. 1-9.
- HENDRICKS, David W. *Water treatment unit processes: physical and chemical*. CRC press, 2018.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; TORRES, Christian Paulina Mendoza. *Metodología de la investigación*. México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana, 2018.
- INEI. *Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda, 22 de octubre del 2017, Perú: Resultados Definitivos*. Lima, octubre de 2018
- KUMAR, Sunil, et al. Assessment of Bacterial Pathogens in Drinking Water: a Serious Safety Concern. *Current Pharmacology Reports*, 2021, vol. 7, no 5, p. 206-212.
- LEWIS, Earl Wesley; SIYAMBANGO, Nguza; LENDELVO, Selma. Assessment of accessibility of safe drinking water: a case study of the Goreangab informal settlement, Windhoek, Namibia. *Water Practice & Technology*, 2018, vol. 13, no 4, p. 871-878.
- MARIÑOS ESCALANTE, Manuel Alejandro; RODRIGUEZ HERRERA, Frank Alexander. *Diseño hidráulico de una captación, línea de conducción y planta de tratamiento de agua potable en la ciudad de Otuzco-la libertad*, 2018. 2019.
- MIAN, Haroon R., et al. Drinking water quality assessment in distribution networks: A water footprint approach. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 775, p. 145844.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS-2018). RM-192- 2018-VIVIENDA. Anexo R.M. 192-2018-VIVIENDA B.pdf. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/275920-192-2018-vivienda>

Ministerio de Salud (MINSA – 2010). D.S. N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf

OMS (WORLD HEALTH ORGANIZATION, et al. 2017) Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. 2017, OMS/UNICEF. [Washdata.org/sites/default/files/documents/reports/2018-01/JMP-2017-report-final.pdf](http://washdata.org/sites/default/files/documents/reports/2018-01/JMP-2017-report-final.pdf)

ONU (2018). Sustainable Development Goal 6 Synthesis Report 2018 on Water and Sanitation. New York. Recuperado de <https://www.unwater.org/publications/sdg-6-synthesis-report-2018-on-water-and-sanitation/>

ORDINOLA SAAVEDRA, Evelyn. Diseño de la planta de tratamiento de agua potable para tres centros poblados del distrito de Ignacio Escudero. 2020.

PEDRAZA FELIZZOLA, MAYERLY; PALACIO VILLALBA, STEPHANY. EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA SUMINISTRADA POR LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y FORMULACION DE ALTERNATIVAS DE MEJORA DE LA PRESTACION DEL SERVICIO EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DEL CARMEN NORTE DE SANTANDER. 2017. Tesis Doctoral.

QUEVEDO FIGUEROA, Talía Fernanda. Diseño de las obras de mejoramiento del sistema de agua potable para la población de Cuyuja como parte de las obras de compensación del proyecto hidroeléctrico victoria. 2016. Tesis de Licenciatura. PUCE.

Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019, Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima, Perú. ISBN 978-612-4280-43-6.

RODRÍGUEZ SENMACHE, José Luis. Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Punchayhuaca, distrito de Yaután, provincia de Casma, región Áncash y su incidencia en la condición sanitaria de la población–2020.

ROMERO GIRÁLDEZ, Mary Luz. Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Ayaviri, Melgar, Puno-2018. 2021.

SAAVEDRA SERRATO, Ivan Yair. Propuesta para el mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable y aguas residuales en la localidad de Frias, Ayabaca Piura. 2021.

SANCHEZ VERA, Ingridt Dayane. Evaluación y mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable Hernán Perochena–Mollendo. 2017.

SETHI, Rajandrea; DI MOLFETTA, Antonio. Optimization of a Water Supply System. En Groundwater Engineering. Springer, Cham, 2019. p. 127-136.

SPELLMAN, Frank R. The drinking water handbook. CRC Press, 2017.

SUNASS - TRUJILLO VILLAVICENCIO Hugo (2020). Informe de Campo N° 0283-2020-SUNASS-DF-F, Informe de monitoreo al control de procesos de tratamiento de agua en la Planta de Tratamiento de Agua Potable ANAYAUTÁN del distrito de Yaután, administrada por la municipalidad distrital de Yaután a través de la Unidad de Saneamiento Básico del Distrito de Yaután, provincia de Casma, departamento de Ancash.

WASS, Harold S.; FLEMING, Russell P. The Water Supply Problem. En *Sprinkler Hydraulics*. Springer, Cham, 2020. p. 183-186.

WWAP (2019). (World Water Assessment Programme of UNESCO)/UN Water, 2019: *The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind*. Paris, France: UNESCO. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304>

WWAP (World Water Assessment Programme). (2017). (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado. París, UNESCO. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>

YOVERA MORALES, Estefany Yossilini. Evaluación y Mejoramiento del Sistema de agua potable del Asentamiento Humano Santa Ana–Valle San Rafael de la Ciudad de Casma, Provincia de Casma–Ancash, 2017. 2017.

ANEXOS

ANEXO 01

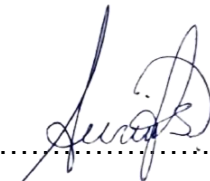
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, Ronald Juan Olivera Blas, alumno de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, del programa académico de pregrado de la Universidad César Vallejo (filial Huaraz), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la Tesis titulada “Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash – 2021”, son:

1. De mi autoría.
2. La presente tesis no ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
3. La Tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente.
4. Los resultados presentados en la presente Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Huaraz, 22 de marzo de 2022



.....
Ronald Juan Olivera Blas

DNI: 70440964

ORCID: 0000-0002-3979-3525

ANEXO 02

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, **Kiko Félix Depaz Celi**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo (sede - Huaraz), revisor de la tesis titulada:

“Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash – 2021”, del estudiante **Ronald Juan Olivera Blas**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **18 %** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 25 de marzo del 2022



Firma

Depaz Celi Kiko Félix

DNI: 31663735

ANEXO 03: Operacionalización de variables – Variable Independiente

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable independiente: Evaluación de la planta de tratamiento de Agua potable de la localidad de Yaután.	V. 01	El (CEPIS, 2006), define como planta de tratamiento de agua potable a aquella infraestructura compuesta de un tren de tratamiento para remover los contaminantes físicos, biológicos y químicos que se puedan encontrar en una fuente de agua específica, es parte del sistema de abastecimiento de agua potable, para ser denominado como agua potable debe cumplir con las normas de calidad establecidas, a nivel mundial por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y en el Perú por el Ministerio de Salud (MINSA) de manera que no genere ningún daño en los consumidores.	Consiste en la búsqueda de antecedentes y la elaboración de instrumentos para realizar la evaluación de la planta de tratamiento existente, el cual es un estudio en campo de vulnerabilidad física, evaluación de funcionamiento hidráulico y calidad de agua mediante un laboratorio certificado.	Evaluación de calidad de Agua	Parámetros físico-químicos	Nominal
					Parámetros Biológicos	Nominal
					Caudal de producción de agua de la fuente	Continua
				Evaluación física de la planta de tratamiento de agua potable	Antigüedad de la planta	Ordinal
Material	Nominal					
Diámetros de tubería	Discreta					
Acceso a la planta	Nominal					
Estado de conservación de la planta	Ordinal					
Accesorios y Válvulas	Nominal					
Evaluación hidráulica de la planta de tratamiento de agua potable	Caudales de trabajo de la planta	Discreta				
	Tiempo de Retención	Discreta				
	Volumen de tratamiento	Discreta				
	Tasas de operación	Discreta				

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 04: Operacionalización de variables – Variable dependiente

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Variable dependiente: Propuesta de mejoramiento de la calidad de producción de agua potable de la planta de tratamiento de la localidad de Yaután.	V.02	El (CEPIS, 2006), establece como una propuesta de diseño de planta de tratamiento, a aquella planta que ha sido dimensionada a partir de la evaluación de calidad de agua de las fuentes que la abastecen, además como parte integral del sistema de agua potable es necesario hacer estudios básicos de ingeniería como el levantamiento topográfico y las condiciones de conducción que en conjunto tienen como objetivo proveer de agua potable a una población ya sea para el consumo doméstico, industrial o de distintos usos, para ello deben de garantizar la mayor calidad posible.	Consiste en generar una propuesta técnica en función a la evaluación realizada, mediante el diseño de una nueva planta de tratamiento de agua potable y el sustento técnico de cada unidad. Así mismo se evalúan nuevas fuentes de abastecimiento bajo las normas vigentes.	Evaluación de calidad de agua de fuentes alternativas o existentes	Revisión de las posibles fuentes de agua de abastecimiento.	Ordinal
				Levantamiento topográfico	Levantamiento topográfico de la zona de estudio y del sistema integral de agua potable.	Discreto
				Propuesta de mejoramiento de agua potable	Replanteo de unidades de tratamiento Diseño de cada unidad de tratamiento Metrado	Discreto Discreto

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 05: matriz de consistencia

Título: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash – 2021				
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>Problema general: ¿En qué condiciones se encuentra la planta de tratamiento de agua potable y que propuesta se le puede dar para mejorar el servicio de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash – 2021?</p> <p>Problema Específicos: ¿En qué condiciones se encuentra la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután? ¿Qué resultados arroja el análisis de la calidad de agua de la fuente que abastece la planta de tratamiento de agua potable existente? ¿Qué resultados arroja el análisis de la calidad de agua de la fuente que abastece la planta de tratamiento de agua potable existente?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar y generar una propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash – 2021.</p> <p>Objetivos específicos: Evaluar las condiciones de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután. Analizar la calidad de agua de la entrada y la salida en la planta de tratamiento existente y determinar su eficiencia. Proponer una alternativa de mejoramiento a la planta de agua potable de la localidad de Yaután.</p>	<p>Hipótesis general: Debido a que la planta de tratamiento de agua potable no cubre la demanda y no satisface las condiciones de necesarias para garantizar la buena salud de la población debe existir deficiencias en el comportamiento hidráulico y sanitario lo que da a pie a realizar una propuesta técnica acorde a las necesidades de la población.</p> <p>Hipótesis Específica 1: La evaluación de la planta existente determino que el tratamiento no es suficiente, es antiguo y no se realizan las labores de operación y mantenimiento correctamente, por lo que es necesario generar una propuesta de mejoramiento.</p> <p>Hipótesis Específica 2: La evaluación de calidad de agua de las fuentes existentes arrojó resultados adecuados para ser utilizadas para el consumo humano después de un tratamiento adecuado ya que el actual no es eficiente.</p> <p>Hipótesis Específica 3: Se genero una propuesta de tratamiento de filtración lenta, en el terreno existente de la planta de tratamiento de agua potable, lo que cubre la necesidad de obtener agua de calidad para consumo según las normas vigentes.</p>	<p>Variable Independiente: Evaluación de la planta de tratamiento de agua potable de la localidad de Yaután</p> <p>Variable dependiente: Propuesta de mejoramiento de la calidad de producción de agua potable de la planta de tratamiento de la localidad de Yaután</p>	<p>Tipo de investigación: Según (Hernández, 2018), el tipo de investigación es de tipo descriptivo ya que se realiza la evaluación de las condiciones reales de la planta y se describe en modo de propuesta técnica la alternativa más optima de mejoramiento, además es de enfoque cuantitativo ya que se establecen variables cuantificables de calidad y cobertura.</p> <p>Diseño de investigación: Es de tipo no experimental de corte transeccional, ya que no se manipulan las variables planteadas (como los parámetros de la fuente de agua y la calidad de servicio actual), sino más bien se describe y detalla en un periodo de tiempo específico para de esta manera generar la mejor propuesta de solución.</p>

Fuente: elaboración propia.

ANEXO 06: Constancia de realización de Tesis



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN
"TIERRA DEL MAJESTUOSO ULLAMPASH"
PROVINCIA DE CASMA-REGIÓN ANCASH - PERU
PLAZA DE ARMAS S/N - YAUTÁN
SUBGERENCIA DE DESARROLLO URBANO Y RURAL - UNIDAD FORMULADORA

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

CONSTANCIA

El que suscribe **Ing. Nicolas García Bobadilla**, alcalde de la Municipalidad Distrital de Yaután, Provincia de Casma, Departamento de Ancash.

HACE CONSTAR QUE:

El estudiante, **RONALD JUAN OLIVERA BLAS**, identificado con D.N.I. N°: 70440964, de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, sede Huaraz; realizó el proyecto de investigación de su Tesis Titulada: **"EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE YAUTÁN, PROVINCIA DE CASMA, ANCASH - 2021"**, con apoyo técnico de la Subgerencia de Servicios Públicos y Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de Yaután en el año que se menciona en el título del mismo.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Yaután, 07 de diciembre de 2021



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN
Ing. Nicolás Müller García Bobadilla
ALCALDE
D.N.I. N° 40394049

ANEXO 07: Ensayos de laboratorio de la calidad de agua en las Fuentes

Ingreso a la PTAP – 19/03/2020



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-03305/20

Pág. 1/3

Solicitante : SUPERINTENDENCIA NAC. SERV. DE SANEAMIENTO
Domicilio legal : Av. Bernardo Monteagudo Nro. 210 - Magdalena del Mar - Lima
Producto declarado : AGUA SUPERFICIAL
Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 9,33 L
Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra : INGRESO A PTAP
LOCALIDAD: YAUTÁN CASMA-ANCHASH
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 2020-03-12; 15:30
Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado
Fecha de recepción : 2020 - 03 - 13
Fecha de inicio del ensayo : 2020 - 03 - 13
Fecha de término del ensayo : 2020 - 03 - 19
Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental / ICP-AA / Microbiología (Callao) / Toxinas e Hidrobiología (Callao)
Identificado con : H/S 20002508 (EXMA-02913-2020)
Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Análisis Físico Químico:

Ensayos	LD	Unidad	Resultados
Color	1	UC	2,31
Dureza Total	1,00	mg CaCO ₃ /L	116
Aniones por Cromatografía Iónica	Cloruro	0,08	mg/L
	N-Nitrato	0,002	mg/L
	Sulfato	0,08	mg/L

LD: Límite de detección

Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,0025	mg/L	<0,0025
Antimonio (Sb)	0,0002	mg/L	<0,00020
Arsénico (As)	0,0005	mg/L	<0,00050
Bario (Ba)	0,00015	mg/L	0,01291
Boro (B)	0,01	mg/L	0,05162
Cadmio (Cd)	0,00005	mg/L	<0,000050
Calcio (Ca)	0,1	mg/L	24,49
Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	<0,00030
Cromo (Cr)	0,0005	mg/L	<0,00050
Fósforo (P)	0,1	mg/L	<0,100
Hierro (Fe)	0,01	mg/L	0,03430
Manganeso (Mn)	0,00025	mg/L	0,00249
Mercurio (Hg)	0,00005	mg/L	<0,00005
Molibdeno (Mo)	0,0002	mg/L	0,00442
Níquel (Ni)	0,00035	mg/L	<0,00035
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	<0,00020
Selenio (Se)	0,001	mg/L	<0,0010
Sodio (Na)	0,01	mg/L	11,62
Uranio (U)	0,00005	mg/L	<0,00005
Zinc (Zn)	0,0005	mg/L	0,0014

LD: Límite de detección



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

INFORME DE ENSAYO N° 1-03305/20

Pág. 2/3

Análisis Microbiológico:

Ensayos	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	50
Coliformes Totales	UFC/100 mL	78
Coliformes totales y termotolerantes verificados		

Análisis Hidrobiológico:

Ensayo	Unidad	Resultado
Determinación de Nematodos	Organismos/L	<1

Nota 1: <1 equivale a que no se encontró nematodos en ninguno de sus estadios evolutivos, incluye larvas de helmintos

Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS (Huevos/L)
HELMINTOS	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	< 1
		<i>Paragonimus sp.</i>	< 1
		<i>Schistosoma sp.</i>	< 1
		<i>Clonorchis sp.</i>	< 1
		<i>Echinostoma sp.</i>	< 1
		<i>Taenia sp.</i>	< 1
	Cestoda	<i>Dipylidium sp.</i>	< 1
		<i>Hymenolepis sp.</i>	< 1
		<i>Diphyllobothrium sp.</i>	< 1
		<i>Echinococcus sp.</i>	< 1
		<i>Ascaris sp.</i>	< 1
		<i>Ancylostoma sp / Necator sp.</i>	< 1
	Nematoda	<i>Trichuris sp.</i>	< 1
		<i>Capillaria sp.</i>	< 1
		<i>Trichostrongylus sp.</i>	< 1
		<i>Strongyloides sp.</i>	< 1
		<i>Enterobius sp.</i>	< 1
		<i>Toxocara sp.</i>	< 1
	Acanthocephala	<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	< 1
		<i>Moniliformis sp.</i>	< 1

Nota: <1 equivale a la no detección de huevos de helmintos
El método no incluye la detección de larvas de helmintos, estos son reportados en Determinación de Nematodos

(*)Protozoarios Patógenos:

GRUPO	ORGANISMOS	REPORTE		
		ESPECIE	ESTADIO	RESULTADOS (Organismos/L)
PROTOZOARIOS	Amebas	<i>Entamoeba sp.</i>	-----	< 1
		<i>Endolimax sp.</i>	-----	
		<i>Blastocystis sp.</i>	-----	
		<i>Iodamoeba sp.</i>	-----	
		<i>Acanthamoeba sp.</i>	-----	
	Flagelados	<i>Chilomastix sp.</i>	-----	< 1
		<i>Giardia sp.</i>	-----	
	Ciliados	<i>Balantidium sp.</i>	-----	< 1
	Esporozoarios	<i>Isospora sp.</i>	-----	< 1
		<i>Cryptosporidium sp.</i>	-----	

Nota: < 1 equivale a que no se encontró quiste u oocisto/L = 0 Org / L.

(*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA"



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

INFORME DE ENSAYO N° 1-03305/20

Pág. 3/3

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FITOPLANCTON POR MICROSCOPIO INVERTIDO

TAXA					Resultados		
Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero y/o Especie	DENSIDAD (organismos/mL)	DENSIDAD (Células/L)	PORCENTAJE (%)
DIATOMEAS							
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.	0,680	680	27,4194
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp.	0,400	400	16,1290
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.	0,120	120	4,8387
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria ulna</i>	0,480	480	19,3548
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.	0,160	160	6,4516
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i> sp.	0,200	200	8,0645
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragiliales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.	0,240	240	9,6774
TOTAL DE DIATOMEAS					2,280	2 280	91,9354
ALGAS VERDES							
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmeceae	<i>Desmodesmus</i> sp.	0,120	120	4,8387
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Oocystaceae	<i>Oocystis</i> sp.	0,080	80	3,2258
TOTAL DE ALGAS VERDES					0,200	200	8,0645
TOTAL DE FITOPLANCTON					2,480	2 480	100
(organismos/mL): Expresión de resultados según: SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 10200, C, 1, F, 2, c, 1, 23rd Ed, 2017, Plankton, Concentration Techniques, Phytoplankton Counting Techniques.							
(Células/L): Expresión de resultados según: Instituto del Mar del Perú, 2010, Manual de procedimientos para el muestreo y ensayo semicuantitativo y cuantitativo del fitoplancton potencialmente tóxico.							

DETERMINACIÓN DE ZOOPLANCTON

TAXA					ESTADIO	Resultados	
Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero y/o Especie		Organismos / L	Organismos / m³
MICROZOOPLANCTON							
Protozoarios (no patógenos)							
Protozoa	Filosa	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Trinema</i> sp.	---	2,33	2 330
Protozoa	Filosa	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Euglypha</i> sp.	---	1,00	1 000
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i> sp.	---	0,33	330,00
Protozoa	Lobosa	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i> sp.	---	0,33	330,00
Total de organismos						3,99	3 990
Volumen filtrado:						30 L	0,030 m³

OBSERVACIONES: Nd: No determinado

MÉTODOS

Color: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed, 2017, Color, Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed)

Dureza Total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed, 2017, Hardness, EDTA Titrimetric Method

Aniones por Cromatografía Ionica: EPA Method 300.0 1993 Determination of inorganic anions by ion chromatography

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2, 2016, Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

Coliformes Termotolerantes (UFC): SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 9222 D, 23 rd Ed, 2017, Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group, Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure

Coliformes Totales (UFC): SMEWW-APHA AWWA-WEF, Part 9222 B, 23 rd Ed, 2017, Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media

Determinación de Nemátodos: SMEWW-APHA -AWWA-WEF, Part 10750 B, 2,a1, a2, b1 y b2, 23 rd Ed, 2017, Nematological examination, Collection and processing techniques for nematodes.

Detección y/o enumeración de huevos de helmintos: CERPER LE-ME-HPA (Método Validado), 2011, Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas: para uso y consumo humano, residual, subterránea, de mar y superficial

(*) Protozoarios Patógenos (quistes y oquistes): CEPIS, 1993, Manual de identificación y cuantificación de enteroparásitos en aguas residuales, Método centrifugación-flotación con sulfato de zinc, Páginas 5-6, 11 y 13, Instituto nacional de salud, 2003, Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de los parásitos del hombre, Métodos de concentración por sedimentación 5,3,1, páginas 13-14.

Determinación Cuantitativa de fitoplancton por microscopio invertido: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C, 1, F, 2, c, 1, 23 rd Ed, 2017, Plankton, Concentration Techniques, Phytoplankton Counting Techniques.

Determinación de Zooplancton: SMEWW-APHA-AWWA-WEF, Part 10200, C, 1, F, 2, c, 1, G, 23 rd Ed, 2017, Plankton, Concentration Techniques, Zooplankton Counting Techniques.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 23 de marzo de 2020
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com ; www.cerper.com

Salida de la PTAP (Reservorio N° 07) – 20/03/2020



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-03306/20

Pág. 1/3

Solicitante : SUPERINTENDENCIA NAC. SERV. DE SANEAMIENTO
Domicilio legal : Av. Bernardo Monteagudo Nro. 210 - Magdalena del Mar - Lima
Producto declarado : AGUA POTABLE
Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 9,33 L
Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra : SALIDA DE PTAP (SEREVORIO)
LOCALIDAD: YAUTÁN CASMA-ANCHASH
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 2020-03-12; 16:30
Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado
Fecha de recepción : 2020 - 03 - 13
Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 03 - 13
Fecha de término del ensayo : 2020 - 03 - 20
Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental / ICP-AA / Físico Química - Cromatografía / Microbiología
(Callao) / Toxinas e Hidrobiología (Callao)
Identificado con : H/S 20002508 (EXMA-02913-2020)
Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Análisis Físico Químico:

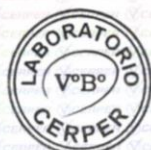
Ensayos	LD	Unidad	Resultados
Color	1	UC	<1,0
Dureza Total	1,00	mg CaCO ₃ /L	133
Aniones por Cromatografía Iónica	Cloruro	0,08	mg/L
	N-Nitrato	0,002	mg/L
	Sulfato	0,08	mg/L
			17,3
			3,07
			62,1

LD: Límite de detección

Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
Aluminio (Al)	0,0025	mg/L	0,02531
Antimonio (Sb)	0,0002	mg/L	<0,00020
Arsénico (As)	0,0005	mg/L	<0,00050
Bario (Ba)	0,00015	mg/L	0,01135
Boro (B)	0,01	mg/L	0,07699
Cadmio (Cd)	0,00005	mg/L	<0,000050
Calcio (Ca)	0,1	mg/L	27,27
Cobre (Cu)	0,0003	mg/L	<0,00030
Cromo (Cr)	0,0005	mg/L	<0,00050
Fósforo (P)	0,1	mg/L	<0,100
Hierro (Fe)	0,01	mg/L	<0,0100
Manganeso (Mn)	0,00025	mg/L	0,00248
Mercurio (Hg)	0,00005	mg/L	<0,00005
Molibdeno (Mo)	0,0002	mg/L	0,00319
Níquel (Ni)	0,00035	mg/L	<0,00035
Plomo (Pb)	0,0002	mg/L	<0,00020
Selenio (Se)	0,001	mg/L	<0,0010
Sodio (Na)	0,01	mg/L	18,15
Uranio (U)	0,00005	mg/L	<0,00005
Zinc (Zn)	0,0005	mg/L	<0,00050

LD: Límite de detección



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

INFORME DE ENSAYO N° 1-03306/20

Pág. 2/3

Análisis Cromatografía-GC:

Ensayo	LC	Unidad	Resultados	
Trihalometanos	Bromodichloromethane	0,325	µg/L	1,069
	Bromoform	0,946	µg/L	< 0,946
	Chloroform	0,362	µg/L	0,904
	Dibromochloromethane	0,622	µg/L	1,558

LC: Límite de cuantificación

Análisis Microbiológico:

Ensayos	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	<1
Coliformes Totales	UFC/100 mL	<1
Recuento de Heterótrofos en placa	UFC/mL	88

Coliformes totales verificado

Análisis Hidrobiológico:

Ensayo	Unidad	Resultado
Organismos de Vida Libre Nemátodos (en todos los estadios evolutivos)	Organismos/L	<1

Nota 1: <1 equivale a que no se encontró nemátodos en ninguno de sus estadios evolutivos, incluye larvas de helmintos
Nota 2: El estado huevos de nemátodos se incluyen en el método de detección y enumeración de huevos de helmintos.

Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS
			(Huevos/L)
H E L M I N T O S	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	<1
		<i>Paragonimus sp.</i>	<1
		<i>Schistosoma sp.</i>	<1
		<i>Clonorchis sp.</i>	<1
		<i>Echinostoma sp.</i>	<1
	Cestoda	<i>Taenia sp.</i>	<1
		<i>Dipylidium sp.</i>	<1
		<i>Hymenolepis sp.</i>	<1
		<i>Diphyllobothrium sp.</i>	<1
		<i>Echinococcus sp.</i>	<1
	Nematoda	<i>Ascaris sp.</i>	<1
		<i>Ancylostoma sp. / Necator sp.</i>	<1
		<i>Trichuris sp.</i>	<1
		<i>Capillaria sp.</i>	<1
		<i>Trichostrongylus sp.</i>	<1
	Acanthocephala	<i>Strongyloides sp.</i>	<1
		<i>Enterobius sp.</i>	<1
		<i>Toxocara sp.</i>	<1
		<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	<1
		<i>Moniliformis sp.</i>	<1

Nota: <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos
El método no incluye la detección de larvas de helmintos, estos son reportados en Organismos de vida libre Nemátodos (en todos los estadios evolutivos)

(*)Protozoarios Patógenos:

GRUPO	ORGANISMOS	REPORTE		
		ESPECIE	ESTADÍO	RESULTADOS (Organismos/L)
PROTOZOARIOS	Amebas	<i>Entamoeba sp.</i>	.....	< 1
		<i>Endolimax sp.</i>	.....
		<i>Blastocystis sp.</i>	.....
		<i>Iodamoeba sp.</i>	.....
		<i>Acanthamoeba sp.</i>	.....
	Flagelados	<i>Chilomastix sp.</i>	.....	< 1
		<i>Giardia sp.</i>	.....
	Cillados	<i>Balantidium sp.</i>	.....	< 1
		<i>Isospora sp.</i>	.....
	Esporozoarios	<i>Cryptosporidium sp.</i>	.....	< 1

Nota: < 1 equivale a que no se encontró quiste u ooquiste/L = 0 Org / L
(* Los métodos Indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA"



AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

INFORME DE ENSAYO N° 1-03306/20

Pág. 3/3

ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Protozoarios, Copepodos, Rotíferos (Zooplancton))

TAXA					Resultados
					Organismos / L
PROTOZOARIOS (no patógenos)					<1
Protozoa	Filosia	Aconchulinida	Euglyphidae	<i>Trinema sp.</i>	2
COPEPODOS					<1
ROTÍFEROS					<1

OBSERVACIONES: Nd: No determinado

ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (Como ALGAS, Fitoplancton)

TAXA					Resultados	
					DENSIDAD (organismos/mL)	DENSIDAD (Organismos/L)
Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero y/o Especie		
DIATOMEAS						
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia sp.</i>	0,0050	5
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis placentula</i>	0,0040	4
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>	0,0010	1
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Licmophorales	Ulnariaceae	<i>Ulnaria ulna</i>	0,0010	1
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>	0,0020	2
TOTAL DE DIATOMEAS					0,0130	13
ALGAS (TOTAL DE FITOPLANCTON)					0,0130	13

OBSERVACIONES: Las densidades en organismos /mL reportados en decimales son calculados a partir de la densidad en litros.

(Organismos/mL) Expresión de resultados según: SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C. 1, F.2, c.1, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques.

Phytoplankton Counting Techniques.

(Organismos/L) Expresión de resultados según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

MÉTODOS

Color: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed.2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed)

Dureza Total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed.2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method

Aniones por Cromatografía Iónica: EPA Method 300.0 1993 Determination of inorganic anions by ion chromatography

Metales Totales ICP-Masa: ISO 17294-2, 2016. Water quality -- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) -- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes

Trihalometanos: EPA Method 8260 C.2006. Volatile Organic Compounds By Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)

Coliformes Termotolerantes (UFC): SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 9222 D, 23 rd Ed.2017. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure

Coliformes Totales (UFC): SMEWW-APHA AWWA-WEF. Part 9222 B, 23 rd Ed.2017. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure using Endo Media

Recuento de Heterótrofos en placa: SMEWW-APHA AWWA-WEF. Part 9215 B, 23 rd Ed.2017. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.

Organismos de vida libre Nemátodos (en todos los estadios evolutivos): SMEWW-APHA -AWWA-WEF. Part 10750 B. 2.a.1, a2, b1 y b2, 23 rd Ed. 2017. Nematological examination. Collection and processing techniques for nematodes.

Detección y/o enumeración de huevos de helmintos: CERPER LE-ME-HPA (Método Validado). 2011. Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas: para uso y consumo humano, residual, subterránea, de mar y superficial

(*) Protozoarios Patógenos (quistes y oquistes): CEPIS. 1993. Manual de identificación y cuantificación de enteroparásitos en aguas residuales. Método centrifugación-flotación con sulfato de zinc. Páginas 5-6, 11 y 13. Instituto nacional de salud. 2003. Manual de procedimientos de laboratorio para el diagnóstico de los parásitos del hombre. Métodos de concentración por sedimentación 5.3.1. páginas 13-14.

ORGANISMOS DE VIDA LIBRE (como ALGAS, Fitoplancton): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1, F.2, c.1, 23 rd Ed.2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques.

Organismos de Vida Libre (Protozoarios, Copépodos, Rotíferos (Zooplancton)): SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10200. C.1, F.2.c.1, G, 23 rd Ed.2017. Plankton. Concentration Techniques. Zooplankton Counting Techniques.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 23 de marzo de 2020

AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO
C.I.P. 40302
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA
Calle Teniente Rodríguez N° 1415
Miraflores - Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

Manantial Gallo Rumi – 26/03/20



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N°LE - 072

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-20/026739	Tipo Muestra:	Agua de Manantial/Pozo
Descripción(*):	MANANTIAL GALLO RUMI	Fecha Fin:	26/03/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Aniones -				
3& Nitratos	29	mg/L NO3	±8%	
Parámetros Físico-Químicos				
3& Color	< 3	CU	±13%	
3& Conductividad Eléctrica	673	µS/cm a 25°C	±3%	
3& Dureza	178	mg/L CaCO3	±12,5%	
*& pH	8,15	Unidades de pH	±1%	
3& Sólidos Totales Disueltos	445	mg/L	±17,3%	
3& Turbidez	0,400	NTU	±7,3%	
Aniones -				
3& Cianuro Total	< 0,016	mg/L	±10,8%	
3& Cloruros	35	mg/L	±4,6%	
3& Fluoruros	0,20	mg/L	±7%	
3& Nitritos	0,0012	mg/L N-NO2	±11%	
3& Sulfatos	68,0	mg/L	±6,7%	
Metales Totales				
3& Aluminio Total	0,004	mg/L	±13%	
3& Antimonio Total	0,00025	mg/L	±12%	
3& Arsénico Total	0,00396	mg/L	±13%	
3& Bario Total	0,0036	mg/L	±14%	
3& Berilio Total	< 0,00001	mg/L	±13%	
3& Boro Total	0,18	mg/L	±8%	
3& Cadmio Total	0,00006	mg/L	±13%	
3& Cobalto Total	0,00006	mg/L	±10%	
3& Cobre Total	0,0005	mg/L	±11%	
3& Cromo Total	0,001	mg/L	±12%	
3& Hierro Total	< 0,04	mg/L	±17%	
13** Litio Total	0,0116	mg/L	±11%	
13** Magnesio Total	15,5	mg/L	±5%	
3& Manganeso Total	0,00109	mg/L	±13%	
3& Mercurio Total	< 0,00007	mg/L	±18%	
3& Molibdeno Total	0,00651	mg/L	±17%	
3& Níquel Total	0,0070	mg/L	±12%	
3& Plata Total	0,00087	mg/L	±18%	
3& Plomo Total	< 0,00006	mg/L	±18%	
3& Selenio Total	0,00102	mg/L	±14%	
3& Talio Total	< 0,00001	mg/L	±17%	
3& Torio Total	0,00086	mg/L	±14%	
3& Uranio Total	0,00135	mg/L	±17%	
3& Zinc Total	0,002	mg/L	±17%	
Microbiología				
13** Bacterias Heterotróficas	2,3 x 10 ²	u.f.c./ml	-	

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis, Lima. PERU

T: (511) 710 27 00

F:

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

2/8

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	A-20/026739	Tipo Muestra:	Agua de Manantial/Pozo
Descripción(*):	MANANTIAL GALLO RUMI	Fecha Fin:	26/03/2020

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Microbiología				
^{32*} Coliformes Fecales por NMP	< 1,8	NMP/100mL	-	
^{32*} Coliformes Totales por NMP	2,3 x 10 ¹	NMP/100mL	-	
³⁸ Escherichia coli por NMP	< 1,8	NMP/100mL	-	
^{*8} Formas parasitarias (Helmintos y Protozoarios Parasitarios)	< 1,0	Org./L	-	
Huevos Helmintos: Acanthocefalos				
^{*8} Huevos y Larvas de Helmintos	< 1,00	Org./L	-	
^{32*} Macracanthorhynchus sp	< 1,00	Huevos/L	-	
Huevos Helmintos: Céstodos				
^{32*} Diphylobothrium sp.	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Dipylidium sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Hymenolepis sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Taenia sp	< 1,00	Huevos/L	-	
Huevos Helmintos: Nemátodos				
^{32*} Ascaris sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Capillaria sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Enterobius sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Strongyloides sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Toxocara sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Trichostrongylus sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Trichuris sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Uncinarias	< 1,00	Huevos/L	-	
Huevos Helmintos: Tremátodos				
^{32*} Fasciola sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Paragonimus sp	< 1,00	Huevos/L	-	
^{32*} Schistosoma sp	< 1,00	Huevos/L	-	
Quistes Protozoarios: Amebas, Flagelados y Ciliados				
^{32*} Balantidium sp	< 1,00	Quistes/L	-	
^{32*} Blastocystis sp	< 1,00	Quistes/L	-	
^{32*} Chilomastix sp	< 1,00	Quistes/L	-	
^{32*} Endolimax s.p.	< 1,00	Quistes/L	-	
^{32*} Entamoeba sp.	< 1,00	Quistes/L	-	
^{32*} Giardia sp	< 1,00	Quistes/L	-	
^{32*} Iodamoeba sp	< 1,00	Quistes/L	-	
Quistes Protozoarios: Coccidia				
^{32*} Cryptosporidium sp	< 1,00	Quistes/L	-	
^{32*} Cyclospora sp	< 1,00	Quistes/L	-	
^{32*} Isospora sp	< 1,00	Quistes/L	-	
Hidrobiología				
^{32*} Fitoplancton Cuantitativo	Ver Informe Hidrobiológico	Org./mL	-	
^{*8} Nemátodos de Vida Libre	Ver Informe Hidrobiológico	Org./L	-	



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE
ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

INFORME DE ENSAYO

N° de Referencia:	A-20/026739	Tipo Muestra:	Agua de Manantial/Pozo
Descripción(*):	MANANTIAL GALLO RUMI	Fecha Fin:	26/03/2020

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Hidrobiología				
¹³ Organismos de Vida Libre	9,0000	Org./L	-	
¹³ Zooplancton Cuantitativo	Ver Informe Hidrobiológico	Org./L	-	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

(13) Ensayo cubierto por la Acreditación n° TL-502 emitida por IAS.

(&) Ensayo No cubierto por la Acreditación n° TL-502 emitida por IAS.

(3) Los métodos indicados han sido acreditados por INACAL-DA

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

ANEXO 08: Ficha de Observación – Evaluación de la condición actual de funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable – Yaután



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL – FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
TESIS: EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE YAUTÁN, PROVINCIA DE CASMA, ANCASH – 2021

FICHA DE OBSERVACIÓN

EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE YAUTÁN

Nombre del evaluador: _____

Fecha: _____ Visita N.º: _____

A. DATOS SOBRE LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

- 1.- Nombre del sistema de producción de agua potable:
- 2.- Localidades abastecidas:
- 3.- Tipo de fuente de abastecimiento:
- 4.- Unidades que componen el sistema existente (Coordenadas UTM WGS 84):

B. DATOS HIDRÁULICOS DE OPERACIÓN

- 1.- Caudal de operación del sistema de agua potable:
- 2.- Caudal de producción real en la captación (registro anual):

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.

Observaciones:

- 3.- Caudal de producción real en la planta de tratamiento de agua potable (registro anual):

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.

Observaciones:



C. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

1.- ESQUEMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EXISTENTE:

2.- Descripción general de la planta, en cuanto a unidades, cercos de protección y unidades observables.

3.- Captación:

4.- Estructura de distribución y presedimentación

UNIDAD DE TRAT.	Sección	Dimensión Promedio				
		Nº Unidades	Largo(m)	Ancho(m)	Altura(m)	Diámetro(“)



6.- Calidad del agua tratada en la PTAP

Parámetro de control (und.)	Hora	Temperatura (°C)	Cond. (us/cm)	pH	Turbiedad (NTU)	Cloro residual (mg/l)
Puntos de control						
Captación						
Ingreso a la estructura de distribución						
Salida del desarenador						
Salida de la unidad de filtración N° 01						
Salida de la unidad de filtración N° 02						
Salida de la unidad de filtración N° 03						
Salida de la unidad de filtración N° 04						
Salida de unidad de sedimentación						
Último reservorio						
Evaluación de vivienda mas cercana						
Evaluación de la Municipalidad de Yaután						
Evaluación de la vivienda mas alejada						

Observación:

7.- Resultado de evaluación de procesos químicos (desinfectante)

Caudal de aplicación del desinfectante:

Medición N°	Volumen (ml)	Tiempo (s)	Caudal (ml/s)	Caudal promedio total (ml/min)



E. EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS COMPLEMENTARIOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

1.- Limpieza general

2.- Acceso a las unidades

3.- Estado físico de las estructuras revisadas

4.- Estado físico de las estructuras de almacenamiento de desinfectante y materiales de mantenimiento

5.- Observaciones adicionales

Firma del Evaluador
DNI:

ANEXO 09: Ficha de Observación – Juicio de Expertos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: EVALUACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE YAUTÁN

Nº	Dirección del ítem	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
			Sí	No	Sí	No	Sí	No	
DIMENSIÓN 1: Evaluación de calidad de Agua			Sí	No	Sí	No	Sí	No	
01	D.3.	Calidad del agua tratada en la PTAP	X		X		X		
02	D.4.	Resultado de evaluación de procesos químicos (desinfectante)	X		X		X		
DIMENSIÓN 2: Evaluación física de la planta de tratamiento de agua potable			Si	No	Si	No	Si	No	
01	A.1.	Nombre del sistema de producción de agua potable	X		X		X		
02	A.2.	Localidades abastecidas	X		X		X		
03	A.3.	Tipo de fuente de abastecimiento	X		X		X		
04	A.4.	Unidades que componen el sistema existente (Coordenadas UTM WGS 84)	X		X		X		
05	C.1.	Esquema de la Planta de Tratamiento de Agua Potable existente	X		X		X		
06	C.2.	Descripción general de la planta, en cuanto a unidades, cercos de protección y unidades observables.	X		X		X		
07	C.4.	Estructura de distribución y presedimentación	X		X		X		
08	C.5.	Unidades de filtración (filtros de grava)	X		X		X		
09	C.6.	Almacenamiento y desinfección de agua	X		X		X		
10	E.1.	Limpieza general	X		X		X		
11	E.2.	Acceso a las unidades	X		X		X		
12	E.3.	Estado físico de las estructuras revisadas	X		X		X		

13	E.4.	Estado físico de las estructuras de almacenamiento de desinfectante y materiales de mantenimiento	X		X		X		
14	E.5.	Observaciones adicionales	X		X		X		
DIMENSIÓN 3: Evaluación hidráulica de la planta de tratamiento de agua potable			Si	No	Si	No	Si	No	
01	B.1.	Caudal de operación del sistema de agua potable	X		X		X		
02	B.2.	Caudal de producción real en la captación (registro anual)	X		X		X		
03	B.3.	Caudal de producción real en la planta de tratamiento de agua potable (registro anual)	X		X		X		
04	C.3.	Captación	X		X		X		
05	D.1.	Producción de agua: Estimación del caudal de ingreso del agua de la PTAP	X		X		X		
06	D.2.	Control de los procesos de tratamiento	X		X		X		

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE YAUTÁN

Nº	Dirección del ítem	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
			Si	No	Si	No	Si	No	
DIMENSIÓN 1: Evaluación de calidad de agua de fuentes alternativas o existentes			Si	No	Si	No	Si	No	
		Realizado por la misma Municipalidad distrital de Yaután.	X		X		X		
DIMENSIÓN 2: Levantamiento Topográfico			Si	No	Si	No	Si	No	
		Realizado por la misma Municipalidad distrital de Yaután.	X		X		X		
DIMENSIÓN 3: Propuesta de mejoramiento de agua potable			Si	No	Si	No	Si	No	
		Generada por mi persona después de la evaluación.	X		X		X		


CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO.....
Observaciones: 95.00 %

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir []
No aplicable []
Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Lenin Alberto Sanchez Ortiz
DNI: 22894374

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

08 de noviembre del 2021

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTAN

Lenin A. Sanchez Ortiz
Ing. LENIN A. SANCHEZ ORTIZ
CIP N° 151769
UNIDAD FORMULADORA

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO.....
Observaciones: 90%

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir []
No aplicable []
Apellidos y nombres del juez validador Dr. / Mg: Ing. Kiko Félix Depaz Celi
DNI: 31663735

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

21 de febrero del 2022


Mg: Ing. Kiko Félix Depaz Celi

ANEXO 10: Diseño de las unidades que conformaran la nueva propuesta

1. Unidad de Aquietamiento

El ingreso a la planta de ambas líneas de conducción se llevará a cabo mediante una tubería de 4" (para el caudal mayor) y 3" (para el caudal menor), ambos caudales convergen y alimentan a una futura unidad de aquietamiento que no solo sirve para reducir la turbulencia del fluido, sino también para derivar el caudal en exceso y para regular el caudal de ingreso a las unidades de tratamiento. Esta unidad está dividida en 02 unidades internas, la primera de ellas la cámara amortiguadora que recibe el fluido y la segunda, la cámara de carga que conduce el líquido hacia las unidades de pretratamiento en régimen laminar.

1.1. Cámara amortiguadora de energía

Para empezar el diseño adoptaremos las dimensiones de la cámara de manera que puedan contener el caudal de paso, las dimensiones mínimas asumidas serán de 1 m x 1 m en el área de la base y una altura regulable, por tanto:

Longitud: $L = 1 \text{ m}$

Ancho: $B = 1 \text{ m}$

Altura de agua: $H = 0.96 \text{ m}$

Volumen liquido de la cámara: $V = L * B * H = 0.96 \text{ m}^3$

Con este valor determinamos el tiempo de permanencia hidráulica tal que:

$T = \frac{V}{Q_p} = 120 \text{ seg} = 2 \text{ min}$, el CEPIS recomienda que este tiempo vaya entre 2 a 5

min, al tener caudales mínimos estacionales (de hasta 5.02 lps, lo correcto es utilizar la menor permanencia con el caudal promedio así cuando sea época de estiaje este tiempo este bajo el rango)

Asumimos una longitud de cresta, en este caso:

$L_v = 0.5 \text{ m}$, y con este valor calculamos el tirante de agua sobre la cresta

$$h_v = \left[\frac{Q}{1.838 L_v} \right]^{2/3}$$

$$h_v = 4.2317 \text{ cm}$$

Al entrar el agua con energía y esta golpear directamente en la masa aquietada va a generar una oscilación que desestabiliza el nivel de agua, esto se calcula según:

$$z = 748300 h \cdot \left[\frac{Q \cdot h^{1/2}}{g^{1/2} \cdot V} \right]^{2.475}$$

Lo que nos da: $z = 0.08604 \text{ cm}$

Con estos datos podemos determinar la altura de la tubería de rebose, lo cual consiste en:

$$H_{reb} = H + z = 0.9686 \text{ m}$$

El exceso de caudal que podría suceder en la peor de las condiciones es de 11.3 lps – 8 lps = 3.3 lps, el cual, para garantizar su evacuación continua sin ahogar la unidad, se dispone de una tubería de 2" de rebose con un cono de recolección de 4 a 2".

Además, es importante también conocer cuál es la pérdida de energía que se produce entre cámaras esto es para mantener el nivel de agua y disponer la posición entre cámaras para esto:

Determinamos en un principio el caudal unitario en el vertedero:

$$q = \frac{Qd}{Lv} = 0.016 \text{ m}^3/\text{m}/\text{s}$$

Con esto determinamos la altura crítica, es decir el punto más bajo que llega el fluido al pasar el vertedero:

$$h_c = \left(\frac{q^2}{g} \right)^{\frac{1}{3}} = 0.0297 \text{ m}$$

Con este valor nos apoyamos para calcular la altura de agua antes y después del cambio cresta

$$h_1 = \frac{2^{0.5} * h_c}{\left(\frac{h_v}{h_c} + 2.56 \right)^{0.5}} = 0.0210 \text{ m}$$

Numero de Froude:

$$F = \frac{\frac{q}{h1}}{(g * h1)^{0.5}} = 1.6776$$

$$h2 = \frac{h1}{2} + (1 + 8F^2)^{0.5} - 1 = 0.0404 \text{ m}$$

Finalmente calculamos la perdida de carga en la transición:

$$hp = \frac{(h2 - h1)^3}{4h1h2} = 0.0022 \text{ m (insignificante)}$$

Al disponer de tan baja perdida de carga se recomienda aumentar el desnivel ligeramente para garantizar el flujo correcto de la línea de agua.

1.2. Cámara de Carga

De la misma manera calculamos los parámetros en la cámara de carga:

Adoptando los parámetros de diseño tal que:

Longitud: $L = 1 \text{ m}$

Ancho: $B = 1 \text{ m}$

Altura de agua: $H = 0.45 \text{ m}$

Volumen liquido de la cámara: $V = L * B * H = 0.45 \text{ m}^3$

Con este valor determinamos el tiempo de permanencia hidráulica tal que:

$T = \frac{V}{Qp} = 56.25 \text{ seg}$, el CEPIS recomienda que este tiempo vaya entre 30 s a 90 s, por lo que esta en el rango correcto, a diferencia del aquietamiento acá simplemente se hace una transición más suave del caudal disipado.

Asumimos una longitud de cresta que también será la sección del canal de ingreso al pretratamiento, en este caso:

$Lv = 0.4 \text{ m}$, y con este valor calculamos el tirante de agua sobre la cresta

$$hv = \left[\frac{Q}{1.838Lv} \right]^{2/3}$$

$hv = 4.9105 \text{ cm}$

Como se vio en el caso anterior la perdida de carga es insignificante por lo que no la calcularemos, el nivel se adecuara a la linea de agua para que esta continúe su recorrido con normalidad.

Con estos datos podemos determinar la altura de la tubería de rebose, lo cual consiste en:

$H_{reb} = H + h_p = 0.4522 \text{ m}$, se redondea a 0.45 al ser insignificante la perdida de carga.

2. Cámara de rejás

El canal de ingreso a la cámara de rejás mantendrá las dimensiones del vertedero proveniente de la cámara de carga con la finalidad de mantener la velocidad de entrada a las rejás sin ningún cambio de régimen.

Se deben evaluar dos condiciones en las rejás, ya sea cuando ingresa el caudal máximo (en este caso 8 lps, limitado por el rebose) y cuando se tiene el caudal mínimo, que en este caso es de 5.02 lps.

2.1. Diseño de Barras

Para empezar el diseño debemos de definir en un principio los parámetros de la barra de rejás que se va a colocar.

Para el espesor de barras, el CEPIS recomienda utilizar valores de entre 5 a 15 mm, para seleccionar el espesor correcto debemos de tomar en consideración que mientras más pequeño sea el espesor más eficiencia tendrá, además de que la barra debe ser comercial y fácil de adquirir, por lo que evaluando estas condiciones se asumió el espesor más adecuado: $e = \frac{1}{4}'' = 6.35 \text{ mm}$.

Para el caso de ancho de barras, el CEPIS recomienda utilizar valores de entre 30 a 70 mm (1.2'' a 2.8''), para la selección del más adecuado debemos de fijarnos del factor comercial, por lo que escogemos $br = 1 \frac{1}{2}''$

Lo siguiente es evaluar las condiciones de funcionamiento:

Se asignará un solo canal de barras, entonces $N_c = 1 \text{ und}$, por lo que los caudales unitarios tanto máximos como mínimos no se van a alterar.

Así también se escoge un valor de velocidad de paso entre rejas de 0.9 m/s (según OS.020 este valor debe variar entre 0.6 m/s a 1 m/s, en casos picos hasta 1.4 m/s), por lo que:

$$V_r = 0.9 \text{ m/s}$$

Además, como se explicó anteriormente se usará una separación de barras, $a = 10$ mm.

Con estos valores ya podemos determinar la eficiencia entre barras:

$$E = \frac{a}{a + e} = 0.61 \text{ (Segun CEPIS debe variar entre 0.6 a 0.85)}$$

Evaluamos el diseño a caudal máximo, entonces:

$$A_u = \left(\frac{Q_{max}}{V_r} \right) = 0.009 \text{ m}^2$$

Esta área útil no considera las barras, para hallar el área del canal debemos de:

$$A_c = \frac{A_u}{E} = 0.015 \text{ m}^2$$

2.2. Diseño del canal de Rejas

El ancho de rejas es de la misma sección que el vertedero de salida de la cámara de carga, con la finalidad de no generar turbulencias ni reducir la velocidad de salida, por lo que:

$$B = 0.40 \text{ m}$$

Lo primero que haremos es diseñar el canal en condiciones de caudal máximo, por lo que:

$$\text{Tirante máximo: } Y_{max} = \frac{A_c}{B} = 0.04 \text{ m}$$

$$\text{Radio hidráulico: } R_H = \frac{A_c}{P_m} = \frac{A_c}{2Y_{max} + B} = 0.03 \text{ m}$$

$$\text{Pendiente de canal: } \left(\frac{Q_{max} * n}{A_c * R_H^{\frac{2}{3}}} \right)^2 = 5.32 \text{ ‰}$$

Finalmente evaluamos la velocidad de paso de agua en el canal, Según el CEPIS lo más conveniente es que esta velocidad varíe de 0.3 a 0.6 m/s

$$V_c = \frac{Q_{max}}{A_c} = 0.55 \frac{m}{s} \dots \text{OK!}$$

Ahora evaluamos las condiciones mínimas para verificar los parámetros, para esto:

$$\text{área útil mínima: } \frac{Q_{min}}{V_r} = 0.0056 \text{ m}^2$$

$$\text{área mínima: } A_{min} = \frac{A_{u \text{ min}}}{E} = 0.0091 \text{ m}^2$$

$$\text{tirante mínimo: } Y_{min} = \frac{A_{min}}{B} = 0.02 \text{ m}$$

$$\text{Radio hidráulico: } R_{Hmin} = \frac{A_{min}}{2 y_{min} + B} = 0.02 \text{ m}$$

$$\text{Velocidad mínima según Manning: } \frac{R_{Hmin}^{\frac{2}{3}} * S^{0.5}}{n} = 0.45 \frac{m}{s} \dots \text{OK!}$$

Se comprueba en ambas condiciones la velocidad correcta con la pendiente adoptada, finalmente determinamos el número de barras:

$$N = \frac{B - a}{e + a} = 23.85 \cong 24 \text{ barras}$$

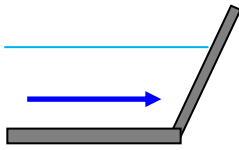
Finalmente, determinemos la separación entre barras con el redondeo adoptado, la separación será de 9.90 mm, el cual está muy cerca a los 10 mm originales por lo que: ... OK!

2.3. Perdida de Carga en las rejas

Para evaluar la perdida de carga la estudiaremos en dos condiciones: limpias y sucias

Rejas Limpias

Se emplearán 2 fórmulas para el análisis:



Según la fórmula de Kischmer

$$H_f = K * \left(\frac{e}{a}\right)^{4/3} * \text{sen}(\theta) * \frac{V_0^2}{2 * g}$$

Según la fórmula de Metcalf y Eddy

$$H_f = \frac{1}{0.7} * \frac{(V_s^2 - V_0^2)}{2 * g}$$

Donde:

Factor de Kischmer (K): 2.42 (barra rectangular)

Angulo de inclinación de barras (θ): 60°

Velocidad de paso en rejillas (V_0) = 0.9 m/s

EFICIENCIAS EN REJAS Y VALORES DE K

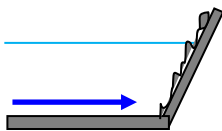
ESPESOR DE LAS BARRAS (t)		EFICIENCIA: VALORES DE "E"			
		3/4	1	1 1/4	1 1/2
1/4	6 mm	0.750	0.800	0.834	0.857
5/16	8 mm	0.706	0.768	0.803	0.826
3/8	10 mm	0.677	0.728	0.770	0.800
7/16	11 mm	0.632	0.696	0.741	0.774
1/2	13 mm	0.600	0.667	0.715	0.755

SECCION	K	NOMBRE
	2.42	rectangulo
	1.83	trapeciog
	1.79	circular
	1.67	ovoide
	2.03	trapecioc
	0.92	helado
	0.76	rombo

Valores de diseño de cribas

Rejas Sucias

La diferencia entre rejillas sucias y limpias radica en el área que la suciedad reduce al momento del pase, nosotros asumimos que reduce el 50% del área, lo que implica que la velocidad aumenta al doble, por tanto:



En rejillas Limpias, Velocidad (V_0) = 0.9 m/s

Hf	0.04	m	Según Kischmer
Hf	0.18	m	Según Metcalf y Eddy

En rejillas Sucias, Velocidad = 1.8 m/s

Hf	0.04	m	Según Kischmer
Hf	0.18	m	Según Metcalf y Eddy

Estos son los valores teóricos de reducción de carga después de las rejjas.

Se escoge el mayor en ambos casos, por lo que la pérdida de carga tras el paso de rejjas se asume como 0.18 m.

2.4. Diseño lateral del aliviadero By Pass

Utilizaremos la Formula de Francis

$$H_A = \left(\frac{Q_{max}}{K_f(B' - 0.2H_f)} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Para esto asumimos un ancho del canal del aliviadero: $B' = 0.20$ m.

Coeficiente de Francis para sección rectangular $K_f = 1.84$

Entonces $H_A = 0.09$ m

2.5. Pendiente del aliviadero By Pass

Asumimos también el ancho del canal de la ventana del aliviadero:

$$B'' = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{Area del By Pass: } A = B'' * H_A = 0.0133 \text{ m}^2$$

$$\text{Radio Hidráulico: } R_H = \frac{A}{B'' + 2H_A} = 0.0406 \text{ m}$$

Asumimos que las rejjas están totalmente obstruidas y que el caudal máximo va a derivarse por el by pass, entonces:

$$S = \frac{Qn^2}{A * R_H^3} = 4.37 \text{ ‰}$$

Asumimos una longitud de paso de $L_{by} = 1$ m, entonces la diferencia de altura $h_{by} = 0.00484$ m.

2.6. Altura de las rejjas

Esto consiste en sumar: $H = Y_{max} + H_f + H_A + BL$

Donde: BL es el borde libre el cual se asume de entre 0.2 m a 0.3 m, por razones constructivas asumiremos $BL = 0.22$ m

$$H = 0.5 \text{ m}$$

2.7. Longitud de reja

En función al Angulo de inclinación (60°), Esto se determina fácilmente como:

$$L = \frac{H}{\text{sen}(\theta)} = 0.58 \text{ m}$$

También, de esta misma manera se puede calcular la proyección horizontal lo cual sería:

$$P_H = \frac{H}{\text{tg}(\theta)} = 0.29 \text{ m}$$

2.8. Material de Cribado

Determinaremos además la cantidad de material que se puede retener al día con la siguiente relación:

$$MTc = Mc * Qmax$$

El Mc , se determinó en ensayo realizado previamente, en él se evaluó la cantidad de lodos producidos por masa de agua, el cual fue de:

$Mc = 0.023 \text{ lt/m}^3$, con esto determinamos que: $MTc = 15.9$ litros por día de material cribado a retirar.

3. Desarenador

A partir de esta unidad, se va a dividir la estructura en por lo menos dos unidades y esto es debido a que durante el mantenimiento de las unidades se debe de garantizar el funcionamiento de por lo menos una de las estructuras para que el mantenimiento no interrumpa el servicio de agua potable en la población, este detalle es revalidado también por el OS.020 que como criterio de diseño estable un mínimo de dos unidades.

Para hacer la transición del canal de 0.4 m de donde proviene el agua hacia 2 unidades de desarenador se va a construir una estructura de reparto básica con un vertedero el cual se calcula en este apartado.

Los datos para el diseño son:

Caudal de diseño (Qd1) = 8 lps

Tamaño máximo de partícula (Do) = 0.1 mm (Según OS.020)

Ancho mínimo de cada desarenador = 0.45 m (iterado para responder los criterios de diseño de la OS.020)

Tasa de Acumulación de lodos = 0.03 L/m³, en función a las pruebas realizadas al ingreso de la PTAP Existente.

Periodo de limpieza adoptado: semanal, es decir cada 7 días.

3.1. Diseño Geométrico del Desarenador

Para empezar el diseño debemos de determinar la velocidad de sedimentación de la partícula en la zona en donde va a estar ubicado el desarenador, para esto utilizamos la siguiente tabla proveniente del CEPIS:

OPS/CEPIS/05.158
UNATSABAR

Cuadro 2. Relación entre diámetro de las partículas y velocidad de sedimentación.

Material	φ Limite de las partículas (cm)	# de Reynolds	Vs	Régimen	Ley Aplicable
Grava	>1.0	>10 000	100	Turbulento	$V_s = 1.82 \sqrt{dg \left(\frac{\rho_a - \rho}{\rho} \right)}$ Newton
Arena Gruesa	0.100 0.080 0.050 0.050 0.040 0.030 0.020 0.015	1 000 600 180 27 17 10 4 2	10.0 8.3 6.4 5.3 4.2 3.2 2.1 1.5	Transición	$V_s = 0.22 \left(\frac{\rho_a - \rho}{\rho} g \right)^{2/3} \left[\frac{d}{(\mu / \rho)^{1/3}} \right]$ Allen
Arena Fina	0.010 0.008 0.006 0.005 0.004 0.003 0.002 0.001	0.8 0.5 0.24 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0	0.8 0.6 0.4 0.3 0.2 0.13 0.06 0.015	Laminar	$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{\rho_a - \rho}{\mu} \right) d^2$ Stokes

Relación entre diámetros de partículas y velocidad de sedimentación

El cual por el tamaño de partícula exhorta a utilizar la fórmula de Stokes en régimen laminar, ya que se trata de arena fina. Para ello necesitamos los siguientes datos:

Densidad de la arena: $P_a = 2.65 \frac{kg}{m^3}$ (valor típico)

Gravedad: $g = 981 \frac{cm}{s^2}$

Densidad del agua típica: $P = 1 \frac{kg}{m^3}$

Así mismo necesitamos saber la viscosidad cinemática del agua (μ), que depende de la temperatura típica del agua en las labores de desarenado, el cual en la localidad de Yaután en la mayoría del tiempo ronda los 22°C, por lo que:

Temperatura del agua en °C	Viscosidad dinámica en kg/m.s
1	0,001731
2	0,001674
3	0,001620
4	0,001569
5	0,001520
6	0,001473
7	0,001429
8	0,001386
9	0,001346
10	0,001308
11	0,001271
12	0,001236
13	0,001202
14	0,001170
15	0,001139
16	0,001109
17	0,001081
18	0,001054
19	0,001028
20	0,001003
21	0,000979
22	0,000955
23	0,000933
24	0,000911
25	0,000891

$$\mu = 0.00955 \frac{kg}{cm.s}$$

Según Stokes entonces:

$$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{P_s - P}{\mu} \right) * d^2$$

$$V_s = 0.9416 \text{ cm/s}$$

Así mismo el CEPIS también nos dice que la velocidad de sedimentación puede ser calculada en flujo laminar por la siguiente relación:

$$V_s = \frac{90 d^2}{\mu} \quad \mathbf{Vs = 0.9424 \text{ cm/s}}$$

Al obtener valores similares, tomamos el valor de $V_s = 0.94 \text{ cm/s}$

a. Cálculo de la velocidad horizontal

Para llegar a calcular la velocidad horizontal debemos de conocer los siguientes parámetros:

Numero de Reynolds: $Re = \frac{V_s \cdot d}{\mu} = 0.985993 < 1 \dots \mathbf{OK!}$ (Según CEPIS)

Coeficiente de arrastre: $C. \text{arrastre} = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0.34 = 27.70$

Calculamos la velocidad de sedimentación en la zona de transición:

$$qs = \sqrt{\frac{4}{3} * \left(\frac{g}{C. arrastre}\right) * (Ps - P) * do}$$

$$qs = 0.882651 \text{ cm/s}$$

$$qs = 0.008827 \text{ m/s}$$

Ahora bien evaluamos el arrastre:

$$\text{Velocidad de arrastre: } Va = 161 * \sqrt{d} = 16.1 \text{ cm/s}$$

Asumimos una velocidad horizontal inicial de diseño de manera que cumpla las relaciones

$$\text{Tomamos: } Vh = 1.7763 \text{ cm/s} = 0.017763 \text{ m/s}$$

$$Vh < 0.17 \frac{m}{s} \text{ (OS. 020)}$$

OK! (este valor es ya que no hay sedimentacion posterior)

$$Vh < Va$$

OK!

Para continuar con el diseño debemos de verificar las siguientes limitaciones que establece la norma OS.020 establece una relacion tal que:

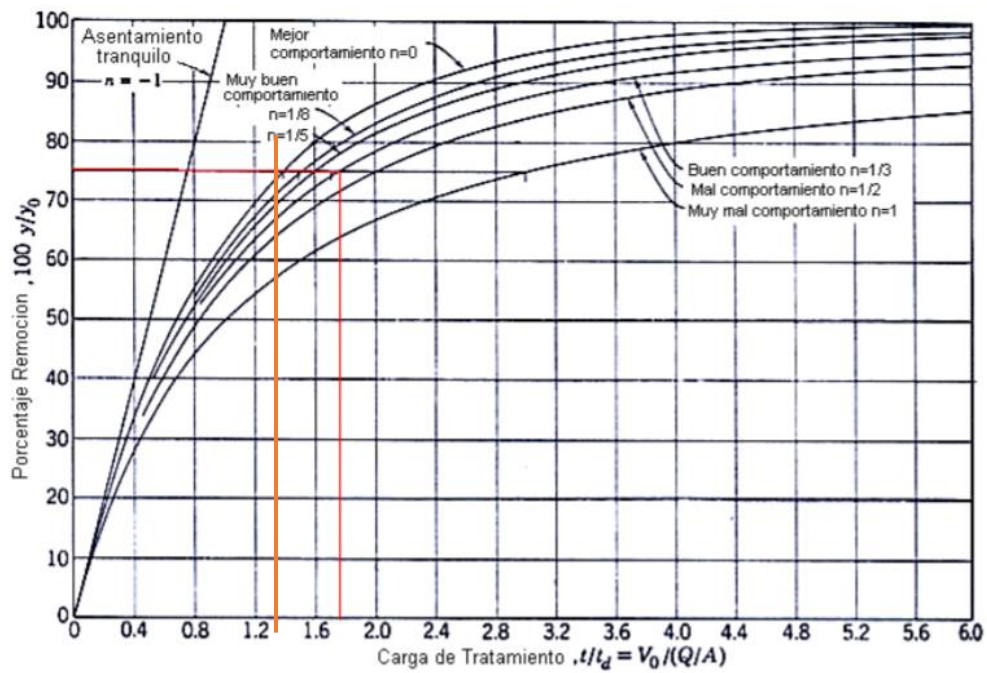
$$\frac{Vh}{qs} < 20$$

$$Vh/qs = 2.0124, \text{ entonces cumple ... OK!}$$

b. Cálculo de las dimensiones del desarenador

Antes de adoptar las dimensiones idoneas para el desarenador debemos de ajustar la velocidad horizontal a las condiciones del contendor para lo cual utilizamos el abaco que nos proporciona el CEPIS en su manual de diseño, en esta grafica evaluamos el porcentaje de remocion, que según la OS.020 debe ser del 75%, tambien vemos el comportaminto de la estructura y la particula, al no tener tanta turbiedad el comportamiento de remocion va a ser idoneo por lo que asumimos un $n = 0$, estableciendo el mejor comportamiendo de desarenado, con ello:

Curvas de Comportamiento



Curvas de comportamiento

Del gráfico abstraemos que $C_s = 1.25$

Ahora bien el manual del CEPIS recomienda tener una relación largo – ancho (L/B) de 10 a 20, por lo que asumimos la menor relación:

$$R_c = 10$$

Es decir que la longitud idónea del desarenador será de $L = R_c \cdot B = 10 \cdot 0.45 = 4.5$ m

Teniendo estos valores podemos determinar el área superficial:

$$A_s = B \cdot L = 2.025 \text{ m}^2$$

Reajustamos la velocidad de sedimentación tal que:

$$V_{s'} = \left(Q \cdot \frac{C_s}{A_s} \right) = 0.004938 \text{ m/s} = 0.493827 \text{ cm/s}$$

Con este valor volvemos a verificar la relación:

$$\frac{V_h}{V_{s'}} < 20 = 3.597 < 20 \dots \text{ok!}$$

Calculamos la sección transversal máxima de la cámara del desarenador:

$$At_{\text{max}} = \frac{Qd}{V_h}$$

$$At = 0.4503728 \text{ m}^2$$

Con esto calculamos la altura maxima util:

$$H_{\max} = \frac{At_{\max}}{B} \quad H_{\max} = 1.00 \text{ m, la OS.020 establece que vaya entre 1 a 3 m... OK!}$$

Volumen de la unidad en condiciones maximas:

$$V_{\max} = L * B * H_{\max} = 2.02667 \text{ m}^3$$

Con esto determinamos el tiempo de retencion hidraulica:

$$TRH = \frac{V_{\max}}{Qd} \quad TRH = 253.33 \text{ s} = 4.22 \text{ min}$$

La norma OS.020 establece el tiempo de retencion de 5 a 10 min, a pesar de ser no se cumple este valor esto es debido a que hasta este momento se ha calculado las dimensiones de la unidad como si fuese solo una la que trabajase y cargase los 8 lps de diseño, a pesar de que se dijo anteriormente que son 02 unidades al paralelo que estan funcionando, esto se hizo por que se evaluo en principio la situacion critica, es decir cuando la unidad se encuentra en mantenimiento y es necesario que solo una de ellas cargue el cauda de diseño debido a que este tiempo de retencion no es el comun y solo sera en situaciones puntuales damos por aceptados los 4.22 min, ahora bien se evaluara los parametros en condiciones normales y si estas estan bajo los criterios establecidos por la norma OS.020.

c. Evaluación en condiciones normal (02 unidades)

El volumen de la unidad se mantiene, por lo que:

$$V_{\max} = 2.026677 \text{ m}^3$$

Lo que cambia es el caudal

$$Q_u = Q_d/N = 0.008/2 = 0.004 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ahora evaluamos la retencion hidraulica del fluido con este caudal:

$$TRH = \frac{V_{\max}}{Q_u} = 506.6694 \text{ seg} = 8.444 \text{ min} \dots \text{OK! (Esta en el rango de 5 a 10 min según OS.020)}$$

Asi mismo determinamos la velocidad horizontal real:

$$\text{Area transversal: } At = B * H = 0.4504 \text{ m}^2$$

Con esto:

$$V_H = \frac{Qu}{At} = 0.00888 \text{ m/s, verificamos la relacion: } \frac{Vh}{V_{s'}} = 1.80 < 20 \quad \dots \text{ OK!}$$

d. Estructura de transicion Camara de rejillas – Desarenador

Para darle viabilidad a la estructura de transicion debemos de definir en un principio el ancho de esta estructura, la cual depende de la transicion y de la longitud de transicion que queremos adoptar para nuestro desarenador, entonces:

Asumo la longitud de la transicion a la entrada del desarenador $L_t = 1.00 \text{ m}$, con la siguiente relacion, determinamos la longitud de la transicion:

$$b = Bd - 2 * \text{tg}\theta * L_t$$

Donde $\theta = 12.5^\circ$ es el angulo de transicion adecuado para garantizar un correcto funcionamiento según CEPIS.

B_d , es el ancho del desarenador conjunto, en ambas unidades, para esto asumimos un muro de 0.15 que estara en medio de ambas unidades, entonces: $B_d = 0.15 + 2*B = 1.05 \text{ m}$.

Finalmente el largo de la transicion es: $b = 0.60 \text{ m}$

El canal de transición será alimentado por un vertedero de 0.4 m (la salida de las rejillas) y tendrá una longitud estimada de 0.2 m. y posterior a esto empieza la transición donde el caudal se reparte equitativamente, al entrar a la unidad de desarenador como tal colocaremos una altura en la transición de: $h_o = 0.05 \text{ m}$.

Hallamos también la altura de agua en los vertederos tanto a la entrada del canal de transición como a la salida, al ser vertederos rectangulares en régimen laminar usaremos la siguiente relación:

$$H_1 = H_2 = \left(\frac{Qd}{1.84} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$H_1 = H_2 = 0.02664 \text{ m}$$

Así también podemos aproximar una velocidad en el salto de vertedero con la siguiente relación:

$$Vv = m1 * (H2)^{0.5}$$

Donde $m1 = 2$ (varía entre 1.8 a 2), asumimos el mayor valor de estos debido a la carga.

$Vv = 0.32$ m/s (nos da menor a 1 m/s) ... **OK!** (según CEPIS)

e. Produccion de Lodos

El volumen diario producido sera:

$$Vd = \frac{Qd}{Ta} \quad Vd = 0.021 \text{ m}^3$$

Ahora asumimos el volumen minimo de tolva:

$$Vmin = Vd * T \quad Vmin = 0.145 \text{ m}^3$$

Asumimos una altura de tolva de lodos de:

$Ht = 0.21$ m, con esto determinamos el volumen de tolva:

$$VTolva = Lf * \frac{Ht}{2} * B = 0.21 \text{ m}^3 \geq Vmin \text{ ... OK!}$$

Con esto podemos determinar la altura total de la unidad la cual sera:

$$HT = Hc + ht + 0.2 \text{ (canal de lodos)} = 1.41 \text{ m}$$

Ademas, podemos asumir un borde libre minimo de 0.20 m

$$H = HT + BL = 1.61 \text{ m}$$

Ahora verificamos pendiente de tolva:

$$St = \frac{ht}{L} = 5\% \text{ ... OK! (Segun CEPIS de 5 a 10\%)}$$

Asumimos ademas el tiempo en el que se va a retirar los lodos:

$$t = 1 \text{ min}$$

Teniendo el volumen minimo de produccion y el tiempo podemos estimar un caudal de descarga:

$$Q_{dlodos} = \frac{V_{min}}{t} = 0.00242 \frac{m^3}{s}$$

Con este caudal puedo determinar el diametro de desagüe de lodos:

Asumo una pendiente de por lo menos 2% (según OS.020)

Asi tambien, según la disposicion de lodos vamos a tomar una longitud de tuberia de al menos el tamaño de la unidad, por lo que asumimos: $L = 1.70 \text{ m}$

Esto nos permite determinar una altura de recoleccion de lodos de $H_f = 0.034 \text{ m}$

Utilizando la ecuacionde Hazen Williams, estimamos un Diametro de $D = 54.66 \text{ mm}$, el cual aproximamos al diametro comercial mas cercano el cual seria $D_c = 63 \text{ mm} = 2 \text{ pulg.}$

Siendo este el diametro de la tuberia de expulsion de lodos.

4. Filtro Lento

Esta es la unidad de tratamiento en sí, y es la encargada de retirar organismos de vida libre y compuestos orgánicos mediante degradación biológica y química en procesos internos que reducen la materia retenida a formas más simples, las cuales son llevadas en solución a las capas más profundas o incluso permanecen como material inerte en la superficie, hasta su retiro o limpieza.

Para su diseño acudimos a la norma OS.020 y abstraemos los siguientes criterios:

- a) La turbiedad debe ser menor a 50 UNT, al tener una muy baja de 1.27 UNT, cumple.
- b) El valor máximo de color debe ser de 30 UC, al tener 1 UC, cumple.
- c) El filtro debe operarse de FORMA CONTINUA las 24 horas al día, por lo que se debe de tener una unidad extra para realizar el mantenimiento si fuese necesario.
- d) La tasa de filtración cuando se trata del único proceso de tratamiento debe variar entre 2 a 8 $m^3/m^2.dia$, en este punto, a pesar de que no hay un tratamiento previo (como sería un sedimentador o un pre filtro de grava) debido a la baja turbiedad no es necesario asumir valores tan bajos de tasa

- de filtración, por lo que este valor lo definiremos en función al R.M. 192 – 2018 – MVCS, que nos da un rango de variación que va desde 0.1 – 0.3 m/h
- e) La estructura de entrada a la unidad debe considerar:
 - a. Instalaciones para medir y regular caudal, mediante un vertedero
 - b. Canal de distribución equitativo
 - c. Compuerta o válvula de aislamiento
 - f) El lecho filtrante por su parte:
 - a. Tres capas de grava, la primera de 15 cm (de 19 a 50 mm), dos capas de 5 cm cada una (de 9.5 a 19 mm y de 3 mm a 9.5 mm)
 - b. El espesor de la arena debe ser de 80 a 100 cm, el valor mínimo después de raspados sucesivos es de 50 cm
 - c. El tamaño efectivo de la arena debe ser de entre 0.2 a 0.3 mm, así $C_e \leq 3$.
 - g) Sera un filtro rectangular con un área máxima de 50 m²
 - h) El sistema de drenaje con colector principal y ramales laterales, la perdida de carga no debe ser mayor al 10% de la perdida de carga en la arena, los canales serán de ladrillos con una separación de 2 cm
 - i) La altura máxima en la caja de filtro es de 0.80 a 1 m.
 - j) La estructura de salida debe de contar con:
 - a. Un vertedero de salida de agua filtrada, a 0.10 encima del nivel de lecho filtrante.
 - b. Un aliviadero para controlar el nivel máximo en la caja del filtro durante el raspado.
 - c. Una regla graduada dentro de la caja del filtro.

Como explicamos anteriormente el caudal de diseño va a verse mermado debido a el caudal perdido en el desarenador por lo que el caudal de diseño de esta unidad será de $Q_d = 7.92$ lps

Antes de empezar el diseño, debemos de tomar en consideración 02 escenarios, el primero de estos el cual consiste en el funcionamiento normal de la planta, es decir cuando las unidades cargan el caudal al paralelo, y el segundo escenario cuando la planta entra en mantenimiento y una de estas unidades deja de operar repartiendo el caudal en las restantes, por lo que:

Definimos los siguientes datos para diseñar:

Caudal de diseño = $Q_{d2} = 7.92$ lps

Número de Unidades, esto se itera, al tener un caudal significativo poner 02 unidades al paralelo va a ocasionar que solo una de ellas se cargue con todo el caudal en el momento en el que entre en mantenimiento la otra, por lo que no es conveniente, por ello debemos de evaluar más unidades en función a la disposición del terreno y también de la factibilidad de inspección del personal de la planta.

Asumimos altura de capa de agua: $H_1 = 1$ m (según OS.020)

Asumimos altura de lecho filtrante: $H_2 = 0.8$ m (según OS.020)

Tomamos como Altura mínima de la arena: $H_3 = 0.5$ m (según OS.020)

Altura de grava (en 03 capas): $H_4 = 0.25$ m (según OS.020)

Altura de los canales de drenaje: $H_5 = 0.15$ m (según RM. 192 – 2018 – MVCS)

Borde libre: $H_6 = 0.3$ m (asumido)

Tamaño efectivo de la arena (Recomendado): $T_e = 0.25$ mm (según RM. 192 – 2018 – MVCS)

Coefficiente de uniformidad de la arena: $C_e = 2$ (Recomendado)

Espesor de la capa de arena extraída en el raspado: $h_1 = 0.02$ (según OS.020)

Número aproximado de raspados por año: $r = 6$ veces al año

Periodo de reposición de la arena: $R = 4$ años

Además, para dimensionar el espacio para colocar la arena a ser cambiada:

Asumo una altura de pilas de bolsas de arena: $H_b = 2$ m

Para el vertedero de salida asumo también:

Ancho del vertedero de salida de cada filtro $V_2 = 0.8$ m

(según RM. 192 – 2018 – MVCS)

Ancho del vertedero de entrada de cada filtro $V_1 = 0.5$ m

(según RM. 192 – 2018 – MVCS)

Con estos datos, empezaremos a diseñar:

4.1. Coeficiente del mínimo costo

Este coeficiente responde al número de unidades que se van a colocar, después de iterar y probar varias configuraciones se determinó que el número de unidades más óptimo para la planta es de 4, entonces:

$N = 4$ unidades

El coeficiente será:

$$K = \frac{2N}{N + 1} \quad K = 1.6$$

4.2. Dimensiones de cada unidad de filtro lento

Con el coeficiente obtenido, vamos a dimensionar las unidades de manera que la velocidad de filtración cumpla los parámetros establecidos por el R.M. 192 – 2018 – MVCS. Para esto:

Determinamos el Área de lecho

$A = \frac{Q}{V_f * N}$, donde $N = 3$ unidades y la velocidad de filtración se asumirá en un principio el valor más alto, es decir: 0.3 m/h

Con estos valores, tenemos $A = 32.4 \text{ m}^2$

Ahora bien, determinamos las dimensiones geométricas de la unidad con las siguientes relaciones:

$$L = (A * K)^{0.5} \quad An = \left(\frac{A}{K}\right)^{0.5}$$

$L = 7.2 \text{ m}$.

$An = 4.5 \text{ m}$.

Estas dimensiones funcionan para una velocidad de filtración $V_f = 0.2933 \text{ m/h}$... OK!, está dentro del rango establecido por el R.M. 192 – 2018 – MVCS.

Esta es una situación de mantenimiento, ahora estas mismas dimensiones las vamos a probar en una situación de trabajo Normal en donde, obviamente al tener

menor caudal la velocidad de filtración va a disminuir, por lo que debemos de recalcularla.

$$V_f = \frac{Q}{A * N}$$

Donde:

$$Q = 7.92 \text{ lps}$$

$$A = 7.2 * 4.5 \text{ m}^2 = 32.4 \text{ m}^2$$

N = 4 Unidades (todas funcionando)

$V_f = 0.22 \text{ m/h}$... OK!, se sigue encontrando en el rango aceptable de filtración según R.M. 192 – 2018 – MVCS

Finalmente, también calculamos la altura total el filtro:

$$H = H_6 + H_5 + H_4 + H_2 + H_1 \quad H = 2.5 \text{ m}$$

4.3. Cálculo del Área de depósito de arena

Para esto determinamos en un principio el volumen del depósito de arena tal que:

$$V = N * A * h_1 * r * R = 62.21 \text{ m}^3$$

Con esto determinamos el área del depósito de arena:

$$A_{de} = \frac{V}{hb} \quad A_{de} = 31.10 \text{ m}^2$$

Según la geometría adoptada en el terreno esta área se puede disponer de la manera más óptima.

4.4. Pérdidas de cargas de agua en la unidad

Para este apartado evaluaremos ambas opciones, es decir cuando está en mantenimiento una de las unidades (mant.) y cuando trabaja normalmente (normal).

Pérdida de carga con la altura mínima y la arena limpia:

$$H_f = \frac{1}{3} * \frac{V_f}{H_3}$$

a) $H_f = 0.1955 \text{ m}$ (mant.)
b) $H_f = 0.1467 \text{ m}$ (normal)

Pérdida de carga en el lecho limpio:

$$H_o = \frac{1}{3} * \frac{Vf}{H2}$$

- a) $H_o = 0.1222$ m (mant.)
 b) $H_o = 0.0917$ m (normal)

Altura de agua en el vertedero de salida de cada filtro:

$$hvs = \left(\frac{\frac{Q}{N}}{1.84 * V2} \right)^{0.67}$$

- a) $hvs = 0.01445$ m (mant.)
 b) $hvs = 0.01192$ m (normal)

Altura de agua en el vertedero de medición de caudal

$$hvsq = \left(\frac{Q}{1.4} \right)^{0.4}$$

$$hvsq = 0.1262$$
 m

Altura de agua en el vertedero de entrada:

$$hve = \left(\frac{\frac{Q}{N}}{1.84 * V1} \right)^{0.67}$$

- a) $hve = 0.0198$ m
 b) $hve = 0.0163$ m

5. Cámara de contacto de Cloro

5.1. Dimensionamiento de la cámara de contacto

El caudal que ingresa a esta unidad es la que ha salido del filtro lento y ha perdido 1% por lo menos de agua por lo que:

$$Q_{md1} = 7.841 \frac{l}{s} = 0.0078 \frac{m^3}{s}$$

Asumimos un tiempo mínimo de retención hidráulica de 30 min (según lo recomendado por el OS.020), con esto:

$$V = Q_{md1} * T = 14.11 \text{ m}^3$$

Así mismo asumimos las dimensiones del canal total de contacto, siendo:

$$\text{Ancho del canal: } a = 0.80 \text{ m}$$

$$\text{Altura del canal: } h = 1.10 \text{ m}$$

$$\text{Con esto determinamos que: } L_{Total} = \frac{V}{a * h} = 16.038 \text{ m}$$

Asumimos un numero de compartimientos interno tales que: $N = 5$ und.

$$L = \frac{L_{total}}{N} = 3.20 \text{ m}$$

5.2. Insumos químicos utilizados

Según el mercado y los ensayos de cloro se escoge el mejor agente desinfectante; el cual es: Hipoclorito de calcio a una concentración de 70% y una concentración requerida de 1.70 kg/d

5.3. Ensayo de cloración

5.4. Dosis de hipoclorito de calcio (según ensayo de cloración)

Dosis máxima (DM): 4.3 mg/L

Dosis mínima (Dm): 1.4 mg/L

Dosis promedio: $D = \frac{DM+Dm}{2} = 2.85 \text{ mg/L}$

5.5. Almacenamiento de hipoclorito de calcio

Asumimos un tiempo de almacenamiento del agente de entre 3 a 6 meses (según recomendación del CEPIS), T = 180 días (6 meses, al ser una planta pequeña)

Entonces, el peso de hipoclorito para ese periodo de tiempo será:

$$W = Qmd1 * T * D = 347.54 \text{ kg}$$

Así mismo, asumimos un peso de tambor típico: P = 50 kg

Con lo que determinaremos el número de tambores óptimos para el periodo de tiempo asumido:

$$N = \frac{W}{P} = 7 \text{ und.}$$

Así mismo sabemos que este tambor típico ocupa un área de: Atamb = 0.16 m²

Teniendo esto en consideración, determinamos el área total que ocupan estos tambores el cual es:

$$At = 1.3 * Atamb * N = 1.46 \text{ m}^2$$

5.6. Dosificador de hipoclorito de calcio

Sabemos que la concentración del hipoclorito de utilización es: C = 1%

Con esto calculamos el caudal de dilución:

$$q = Qmd1 * \frac{D}{C} = 0.0022 \text{ lps} = 0.0079 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Asumimos que el contacto será permanente es decir las 24 horas, entonces $T_o = 24$ horas

El volumen del tanque de solución será:

$$V = q * T_o = 0.19 \text{ m}^3$$

Determinamos el consumo del reactivo tal que:

$$P = Qmd1 * D = 22.35 \frac{\text{mg}}{\text{s}} = 1.93 \frac{\text{Kg}}{\text{dia}}, \quad \text{asi tambien: } P_o = P * \frac{T_o}{24} = 1.93 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

Calculamos los caudales máximos y mínimos de dosificación:

$$qM = Qmd1 * \frac{DM}{C} = 0.0034 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$qm = Qmd1 * \frac{Dm}{C} = 0.011 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Ahora calculamos las dimensiones del dosificador:

$$\text{Ancho del tanque (An)} = 0.6 \text{ m}$$

$$\text{Largo del tanque (La)} = 0.6 \text{ m}$$

$$HT = \frac{V}{An * La} = 0.528 \text{ m}$$

5.7. Diseño del difusor

Asumimos un diámetro de difusor comercial, para este caso $D_f = \frac{1}{2}$ ", con esto determinamos el área del difusor:

$$A_d = \pi * \frac{D_f^2}{4} = 0.000127 \text{ m}^2$$

También asumimos el diámetro del orificio teniendo en cuenta que el diámetro debe ser mayor igual a 3 mm (según recomendación del CEPIS), esto nos da un área de orificio de:

$$A_o = \pi * \frac{D_o^2}{4} = 0.000007 \text{ m}^2$$

Ahora asumo el número de orificios de manera que se pueda garantizar que el factor de difusión R sea menor a 0.42

Asumo $N_o = 7$ unidades

Para esto: $R = N_o * \frac{A_o}{A_d} < 0.42$, entonces: $R = 0.39 < 0.42 \dots OK!$

Finalmente determinamos la separación entre orificios:

$$e = \frac{a - N_o * D_o}{N_o + 1} = 9.74 \text{ cm} < 10 \text{ cm, cumple la recomendación del CEPIS } \dots OK!$$

6. Lecho de Secado

El lecho de secado es donde se tratan los líquidos y sólidos efluentes de las operaciones diversas del tratamiento de agua con fines de consumo humano.

Las unidades productoras en este caso específico serán principalmente el desarenador y el filtro lento en mantenimiento durante el lavado de sus arenas.

En las celdas de secado se trata de separar líquidos de los sólidos efluentes para después de ello disponer los líquidos al curso de agua general o al sistema de alcantarillado y los sólidos secos serán usados como suelo de la misma planta o para ser llevado para fines agrícolas.

6.1. Producción de lodos por unidad

a. Desarenador

Caudal de lodos: $Q_{desa} = 0.00242 \text{ m}^3/\text{s}$

Tiempo de desagüe: $T = 1 \text{ min}$

Volumen de lodos descargado: $V_l = Q_{desa} * T = 0.1452 \text{ m}^3$

b. Filtro lento

El lavado de la arena en el filtro lento se realiza raspando la capa de arena de la parte superior, del cual sabemos que:

Numero de filtros (N) = 4 und

Área de filtro (A_f) = 32.4 m²

Espesor de capa removida (e_f) = 0.02 m

Con estos datos determinamos el volumen de la arena a lavar:

$$V_f = A_f * e_f = 0.65 \text{ m}^3$$

Para el lavado de este filtro se usan baldes que tienen un volumen aproximado de:

$$V_{\text{balde}} = 16 \text{ litros} = 0.016 \text{ m}^3$$

Entonces la arena de un filtro se extrae con:

$$\text{Numero de carguíos en balde: } \frac{V_f}{V_{\text{balde}}} = 41 \text{ carguíos}$$

Se asume también que cada balde de arena se lava según:

Tiempo que demora lavar un balde de arena (t) = 9 min. (asumido)

Caudal de agua necesario por balde para lavar la arena: $Q_a = 7.6 \text{ l/min}$

Este caudal es para un solo balde, por lo que para los 41 carguíos se consumirá un total de agua de:

$$Q_t = Q_a * \text{Carguíos} = 5.193 \text{ lps}$$

Entonces el volumen de agua necesario para lavar la arena en total será:

$$V_{at} = t * Q_t = 2.804 \text{ m}^3$$

Este caudal es trasladado en el lecho de lavado y secado por lo que vamos a dimensionar el mismo teniendo en cuenta este volumen.

6.2. Dimensionamiento de lecho de secado techado

Para dimensionar el lecho de secado se va a tomar el caso más crítico es decir cuando se descargue el desarenador y a la vez se haga el mantenimiento de un filtro.

Volumen total de lavado: $V_t = V_{at} + V_l = 2.950 \text{ m}^3$

Esto se produce en un solo día de mantenimiento por lo que:

Desagüe de la planta: $D_{\text{ptap}} = 2.950 \text{ m}^3/\text{día} = 0.03414 \text{ l/s}$, esto en comparativa al caudal de tratamiento (8 l/s), representa un 0.43%

Con este volumen finalmente:

Asumo el número de celdas en el lecho, al tener un volumen bajo asumiré: $Nl = 1$ unidad

Asumo también el talud del lecho el cual será rectangular por lo que: $z = 1$

Asumo las dimensiones del lecho en este caso será un lecho cuadrado de:

Ancho de fondo (a) = 3.00 m

Largo del fondo (b) = 3.00 m

Teniendo el volumen total del lavado y el área del lecho podemos estimar la altura:

$$h = \frac{Vt}{a * b} = 0.33 \text{ m}$$

Así también asumimos un borde libre, en este caso será solamente de 0.20 m

Entonces, altura total: $HT = h + BL = 0.53 \text{ m}$ (asumiré 0.55 m por propósitos constructivos).

6.3. Tubería de salida de la celda de secado

La tubería de salida de las celdas de secado será de PVC de \varnothing 100 mm de diámetro. El tramo inicial de esta tubería estará en el fondo de cada celda y tendrá perforaciones en su clave para recibir el filtrado del agua que ha ingresado a la celda. Esta tubería tendrá una pendiente de:

$$S = 5\%$$

y llegará a una Caja de Registro. Todas las Cajas de Registro de la Celdas estarán unidas por un colector de desagües de PVC de \varnothing 100mm.

El colector que recibe los aportes de todas las celdas se dirigirá al sistema de alcantarillado. Si no hubiera sistema de alcantarillado en la localidad o este estuviera muy alejado, entonces se tratará de que llegue a un curso de agua o que se descargue en una acequia cercana o finalmente a una quebrada seca o depresión ciega.

La pendiente mínima de este colector final debe ser de 1% por lo que el ingeniero diseñador deberá tomar en cuenta para el replanteo en el terreno.

Se ha previsto tubería de rebose para cualquier contingencia cuando el nivel de agua llega hasta 0.20 m antes de la coronación. Este rebose será una tubería de PVC de Ø 100mm y se conectará directamente a cada Caja de Registro de las Celdas de Secado para su disposición final.

ANEXO 11: Planos de la Propuesta de Mejoramiento de la Planta de tratamiento de Agua potable – Yaután

PC - 01: PLANO CLAVE DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA – YAUTÁN

PG – 01: PLANO DE PLANTA GENERAL DE LA PTAP

PG – 02: PERFIL HIDRÁULICO DE LA PTAP

PG – 03: BENEFICIARIOS – PLANTA DE TRATAMIENTO YAUTÁN

PT – 01: UNIDAD DE PRETRATAMIENTO – PTAP YAUTÁN

FL – 01: FILTRO LENTO – PLANO HIDRÁULICO

FL – 02: FILTRO LENTO – INSTALACIONES SANITARIAS

FL – 03: FILTRO LENTO – ESTRUCTURAS

UD – 01: UNIDAD DE DESINFECCIÓN

LS – 01: LECHO DE SECADO

AR – 01: DEPOSITO Y GUARDIANÍA

AR – 02: DEPOSITO Y GUARDIANÍA - ESTRUCTURAS

ANEXO 12: Metrados de la Propuesta de Mejoramiento de la Planta de tratamiento de Agua potable – Yaután

RESUMEN DE METRADOS

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND.	PARCIAL	TOTAL
01	SISTEMA DE AGUA POTABLE			
01.01	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE			
01.01.01	UNIDADES DE AQUIETAMIENTO			
01.01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES			
01.01.01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	5.185	5.185
01.01.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	5.185	5.185
01.01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
01.01.01.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	1.82	1.82
01.01.01.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO	M2	3.185	3.185
01.01.01.02.03	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30 M	M3	1.82	1.82
01.01.01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
01.01.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	1.01	1.01
01.01.01.03.02	SOLADO DE CONCRETO F'C = 100 kg/cm ² , E = 0.10 m	M3	0.32	0.32
01.01.01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.01.01.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	18.82	18.82
01.01.01.04.02	ACERO CORRUGADO Fy=4200 kg/cm ² GRADO 60	KG	130.87	130.87
01.01.01.04.03	CONCRETO F`c=210 kg/cm ²	M3	1.68	1.68
01.01.01.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS			
01.01.01.05.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:1	M2	9.9	9.9
01.01.01.05.02	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:5	M2	8.37	8.37
01.01.01.06	PINTURA			
01.01.01.06.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES CON ESMALTE (2 MANOS)	M2	8.37	8.37
01.01.01.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS			
01.01.01.07.01	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE REBOSE DE 2"	ML	2.4	2.4
01.01.01.07.02	CONO DE REBOSE 4" - 2"	UND	2	2
01.01.01.07.03	CODO DE 2"	UND	2	2
01.01.02	CÁMARA DE REJAS			
01.01.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES			
01.01.02.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	1.35	1.35
01.01.02.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	1.05	1.05
01.01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
01.01.02.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	0.08	0.08
01.01.02.02.02	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	0.06	0.06
01.01.02.02.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO	M2	1.35	1.35
01.01.02.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30 M	M3	0.02	0.02
01.01.02.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
01.01.02.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	0.15	0.15
01.01.02.03.02	SOLADO DE CONCRETO F'C = 100 kg/cm ² , E = 0.10 m	M3	0.11	0.11

01.01.02.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.01.02.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	6.62	6.62
01.01.02.04.02	ACERO CORRUGADO Fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	KG	40.64	40.64
01.01.02.04.03	CONCRETO F`c=210 kg/cm2	M3	0.53	0.53
01.01.02.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS			
01.01.02.05.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:1	M2	3.73	3.73
01.01.02.05.02	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:5	M3	1.08	1.08
01.01.02.06	PINTURA			
01.01.02.06.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES CON ESMALTE (2 MANOS)	M2	8.37	8.37
01.01.02.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS			
01.01.02.07.01	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE REBOSE DE 2"	ML	2.4	2.4
01.01.02.07.02	CONO DE REBOSE 4" - 2"	UND	2	2
01.01.02.07.03	CODO DE 2"	UND	2	2
01.01.03	DESARENADOR			
01.01.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES			
01.01.03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	21.09	21.09
01.01.03.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	9.6	9.6
01.01.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
01.01.02.03.01	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	15.39	15.39
01.01.02.03.02	RELLENO CON MATERIAL SELECCIONADO	M3	1.77	1.77
01.01.02.03.03	REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO	M2	9.88	9.88
01.01.02.03.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30 M	M3	2.63	2.63
01.01.03.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
01.01.03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	2.7	2.7
01.01.03.03.02	SOLADO DE CONCRETO F`C = 100 kg/cm2, E = 0.10 m	M3	1.04	1.04
01.01.03.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.01.03.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	60.04	60.04
01.01.03.04.02	ACERO CORRUGADO Fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	KG	360.69	360.69
01.01.03.04.03	CONCRETO F`c=210 kg/cm2	M3	6.13	6.13
01.01.03.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS			
01.01.03.05.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:1	M2	39.53	39.53
01.01.03.05.02	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:5	M2	29.86	28.86
01.01.03.06	PINTURA			
01.01.03.06.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES CON ESMALTE (2 MANOS)	M2	29.86	29.86
01.01.03.07	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DEL DESARENADOR			
01.01.03.07.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BALDOSAS EN EL DESARENADOR	UND	6	6
01.01.03.08	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COMPUERTA METÁLICA DE CONTROL			
01.01.03.08.01	TIMÓN DE FIERRO DE 1/2"	UND	2	2
01.01.03.08.02	FIERRO ROSCADO DE 1/2"	ML	1.2	1.2
01.01.03.08.03	PLATINA DE 2" X 1/8"	ML	7.98	7.98
01.01.03.08.04	PLANCHA METÁLICA DE 3/16"	M2	1.17	1.17
01.01.03.09	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN LAS CÁMARA DE EXTRACCIÓN DE LODOS			
01.01.03.09.01	ADAPTADOR PVC SAP Ø=2" (63mm)	UND	4	4

01.01.03.09.02	UNIÓN UNIVERSAL PVC SAP Ø=2" (63mm)	UND	4	4
01.01.03.09.03	NIPLE PVC SAP Ø=2" (63mm)	UND	4	4
01.01.03.09.04	VÁLVULA DE COMPUERTA PVC SAP Ø=2" (63mm)	UND	2	2
01.01.03.09.05	TAPA SANITARIA METÁLICA 0.50 M X 0.50 M	UND	2	2
01.01.03.10	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN LA CÁMARA DE SALIDA DE AGUA			
01.01.03.10.01	ADAPTADOR PVC SAP Ø=4" (110mm)	UND	2	2
01.01.03.10.02	UNIÓN UNIVERSAL PVC SAP Ø=2" (63mm)	UND	2	2
01.01.03.10.03	NIPLE PVC SAP Ø=4" (110mm)	UND	2	2
01.01.03.10.04	VÁLVULA DE COMPUERTA PVC SAP Ø=4" (110mm)	UND	1	1
01.01.03.10.05	TEE PVC SAP Ø=4" (110mm)	UND	1	1
01.01.03.10.06	TAPA SANITARIA METÁLICA 0.60 M X 0.60 M	UND	1	1
01.01.04	FILTRO LENTO			
01.01.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES			
01.01.04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	236.01	236.01
01.01.04.01.02	TRAZOS Y REPLANTEOS INICIALES DEL PROYECTO DE OBRA	M2	236.01	236.01
01.01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
01.01.04.02.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NORMAL	M3	455.34	455.34
01.01.04.02.02	RELLENO COMPACTADO EN TERRENO NORMAL	M3	176.66	176.66
01.01.04.02.03	REFINE NIVELACIÓN Y COMPACTADO	M2	191.09	191.09
01.01.04.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	278.68	278.68
01.01.04.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
01.01.04.03.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2. PARA SOLADOS Y/O SUB BASES (Cemento P-I)	M3	9.55	9.55
01.01.04.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.01.04.04.01	LOSA DE FONDO- PISO			
01.01.04.04.01.01	CONCRETO F'C=245 KG/CM2 P/LOSA DE FONDO PISO (Cemento P-I)	M2	87.93	87.93
01.01.04.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/FONDO DE LOSA - PISO, TIPO CARAVISTA	M2	17.25	17.25
01.01.04.04.02	LOSA MACIZA			
01.01.04.04.02.01	CONCRETO F'C=245 KG/CM2 P/LOSA MACIZA (Cemento P-I)	M3	3.85	3.85
01.01.04.04.02.02	ENCOFRADO (INCL.HABILIT. MADERA) PARA LOSA MACIZA TIPO CARAVISTA	M2	36.97	36.97
01.01.04.04.03	MUROS			
01.01.04.04.03.01	CONCRETO F'C=245 KG/CM2 P/MUROS REFORZADOS (Cemento P-I)	M3	79.89	79.89
01.01.04.04.03.02	ENCOFRADO (INCL.HABILIT. MADERA) PARA MUROS REFORZADOS, TIPO CARAVISTA	M2	593.72	593.72
01.01.04.04.04	OTROS			
01.01.04.04.04.01	PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO	UND	60	60
01.01.04.04.05	ACERO ESTRUCTURAL EN FILTROS LENTOS			
01.01.04.04.05.01	ACERO ESTRUCT. TRABAJADO P/LOSA DE FONDO PISO	KG	4933.75	4933.752
01.01.04.04.05.02	ACERO ESTRUCT. TRABAJADO P/LOSA MACIZA (COSTO PROM. INCL. DESPERDIC	KG	362.63	362.6292
01.01.04.04.05.03	ACERO ESTRUCT. TRABAJADO P/MURO REFORZADO (COSTO PROM. INCL. DESPERDICIOS)	KG	4643.872	4643.872
01.01.04.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS			
01.01.04.05.01	APLICACIÓN DE 1ERA. CAPA DE IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN EN INTERIOR DE EST. HIDRÁULICA (5 X 1 AGUA) MURO Y FONDO INTERIOR			
01.01.04.05.01.01	APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE, C:A; 1:3 LOSA DE FONDO CPI	KG	152.78	152.78

01.01.04.05.01.02	APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE, C:A; 1:3 MUROS INTERIORES CPI	M2	293.2	293.2
01.01.04.05.02	APLICACIÓN DE 2DA. CAPA DE IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN EN INTERIOR DE EST. HIDRÁULICA (5 X 1 AGUA) MURO Y FONDO INTERIOR			
01.01.04.05.02.01	APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE, C:A; 1:3 LOSA DE FONDO CPI Y MUROS	M2	445.98	445.98
01.01.04.06	VARIOS			
01.01.04.06.01	PROVISIÓN DE ARENA PARA FILTRACIÓN LENTA Te=0.20mm CU=2	M3	103.68	103.68
01.01.04.06.02	PROVISIÓN DE GRAVA	M4	32.4	32.4
01.01.04.06.03	PROVISIÓN DE LADRILLOS TIPO KING KONG	UND	96	96
01.01.05	UNIDAD DE LAVADO DE ARENA			
01.01.05.01	TRABAJOS PRELIMINARES			
01.01.05.01.01	TRAZOS Y REPLANTEOS INICIALES DEL PROYECTO DE OBRA	M2	42.03	42.03
01.01.05.01.02	TRAZOS Y REPLANTEOS FINALES DEL PROYECTO DE OBRA	M3	36	36
01.01.05.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
01.01.05.02.01	EXCAVACIONES TERRENO NORMAL	M2	7.45	7.45
01.01.05.02.02	RELLENO COMPACTADO EN TERRENO NORMAL	M2	6.83	6.83
01.01.05.02.03	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN EN TERRENO NORMAL	M2	35.69	35.69
01.01.05.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE A PULSO	M3	0.81	0.81
01.01.05.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
01.01.05.03.01	CONCRETO F'C=100 KG/CM2. PARA SOLADOS Y/O SUB BASES (Cemento P-I)	M3	0.10	0.10
01.01.05.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.01.05.04.01	LOSA DE FONDO- PISO			
01.01.05.04.01.01	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 P/LOSA DE FONDO PISO (Cemento P-V)	M3	0.31	0.31
01.01.05.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/FONDO DE LOSA - PISO	M2	0.96	0.96
01.01.05.04.02	MUROS			
01.01.05.04.01.01	CONCRETO F'C=280 KG/CM2 P/MUROS REFORZADOS (Cemento P-V)	M3	0.72	0.72
01.01.05.04.01.02	ENCOFRADO (INCL.HABILIT. MADERA) PARA MUROS REFORZADOS	M2	9.82	9.82
01.01.05.04.01.03	ACERO ESTRUCT. TRABAJADO	KG	85.90	85.90
01.01.05.04.04	OTROS			
01.01.05.04.04.01	PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO	UND	6	6
01.01.05.05	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS			
01.01.05.05.01	APLICACIÓN DE 1RA. CAPA DE IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN EN INTERIOR DE EST. HIDRÁULICA (3 X 1 AGUA) MURO Y FONDO INTERIOR.			
01.01.05.05.01.01	APLICACIÓN DE DOS CAPAS DE XYPEX CONC. P/IMPERMEABILIZACIÓN (3 X 1 AGUA) DE LOSA DE FONDO	M2	1.14	1.14
	APLICACIÓN DE DOS CAPAS DE XYPEX CONC. P/IMPERMEABILIZACIÓN (3 X 1 AGUA) DE LOSA DE FONDO	M2	4.7	4.7
01.01.05.05.02	APLICACIÓN DE 2DA. CAPA DE IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZACIÓN EN INTERIOR DE EST. HIDRÁULICA (3 X 1 AGUA) MURO Y FONDO INTERIOR.			
01.01.05.05.02.01	APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE, C:A; 1:3 LOSA DE FONDO CPI Y MUROS	M2	5.84	5.84
01.01.05.06	PISOS Y PAVIMENTOS			
01.01.05.06.01	PISO DE CONCRETO F'C 210 KG/CM2 DE ESPESOR 150 MM (CEMENTO P-I)	M2	33.62	33.62
01.01.05.06.02	ACABADO SEMIPULIDO EN PISO DE CONCRETO	M2	33.62	33.62
01.01.05.07	ELEMENTOS HIDRÁULICOS			
01.01.05.07.01	TUBERÍA PVC NTP ISO 1452:2011 C10 DN 63mm	UND	1	1
01.01.05.07.02	TUBERÍA PVC NTP ISO 4435:2005 SN4 DN 110mm	UND	1	1

01.01.05.07.03	VÁLVULA DE COMPUERTA HIERRO FUNDIDO DUCTIL, DN 63mm	UND	1	1
01.01.05.07.04	CODO 90° PVC C10 DN 63mm	UND	3	3
01.01.05.07.05	BRIDA ROMPEAGUA METÁLICA DN 110mm	UND	1	1
01.01.06	SISTEMA DE CLORACIÓN			
01.01.06.01	TRABAJOS PRELIMINARES			
01.01.06.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	28.96	28.96
01.01.06.01.02	TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO	M3	21.94	21.94
01.01.06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
01.01.06.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	29.76	29.76
01.01.06.02.02	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN MANUAL DE TERRENO NORMAL	M2	21.94	21.94
01.01.06.02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M2	29.5	29.5
01.01.06.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30M	M4	13.73	13.73
01.01.06.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
01.01.06.03.01	SOLADO DE CONCRETO F`C=140 KG/CM2 CON EQUIPO, E:0.10 M	M3	2.19	2.19
01.01.06.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
01.01.06.04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	66.9	66.9
01.01.06.04.02	ACERO CORRUGADO Fy=4200 kg/cm2 GRADO 60º	KG	452.13 54	452.13 54
01.01.06.04.03	CONCRETO F`c=210 kg/cm2	M3	9.56	9.56
01.01.06.05	REVOQUES Y ENLUCIDOS			
01.01.06.05.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES CON IMPERMEABILIZANTE E:2.0 cm MEZCLA 1:1	M2	39.6	39.6
01.01.06.05.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:1	M2	28.97	28.97
01.01.06.05.03	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:5	M2	50.05	50.05
01.01.06.06	PINTURA			
01.01.06.06.01	PINTURA EN MUROS EXTERIORES CON ESMALTE (2 MANOS)	M2	50.05	50.05
01.01.06.07	CARPINTERÍA METÁLICA			
01.01.06.07.01	TAPA SANITARIA DE ACERO INOXIDABLE 0.60 X 0.40 M	UND	2.00	2.00
01.01.06.07.02	PUERTA METÁLICA TIPO REJA CON MARCO 1.25M X 1.70M	UND	1	1
01.01.06.08	INSTALACIONES SANITARIAS			
01.01.06.08.01	SUM. E INST. DE ACCESORIOS PARA SISTEMA DE CLORACIÓN	UND	1	1
01.01.06.08.02	MAMPARAS O PANTALLAS PREFABRICADAS DE CONCRETO ARMADO 1.00 X 0.80, E: 0.10 m.	UND	4	4

PLANILLA DE METRADOS DETALLADO

ANEXO 13: Panel Fotográfico



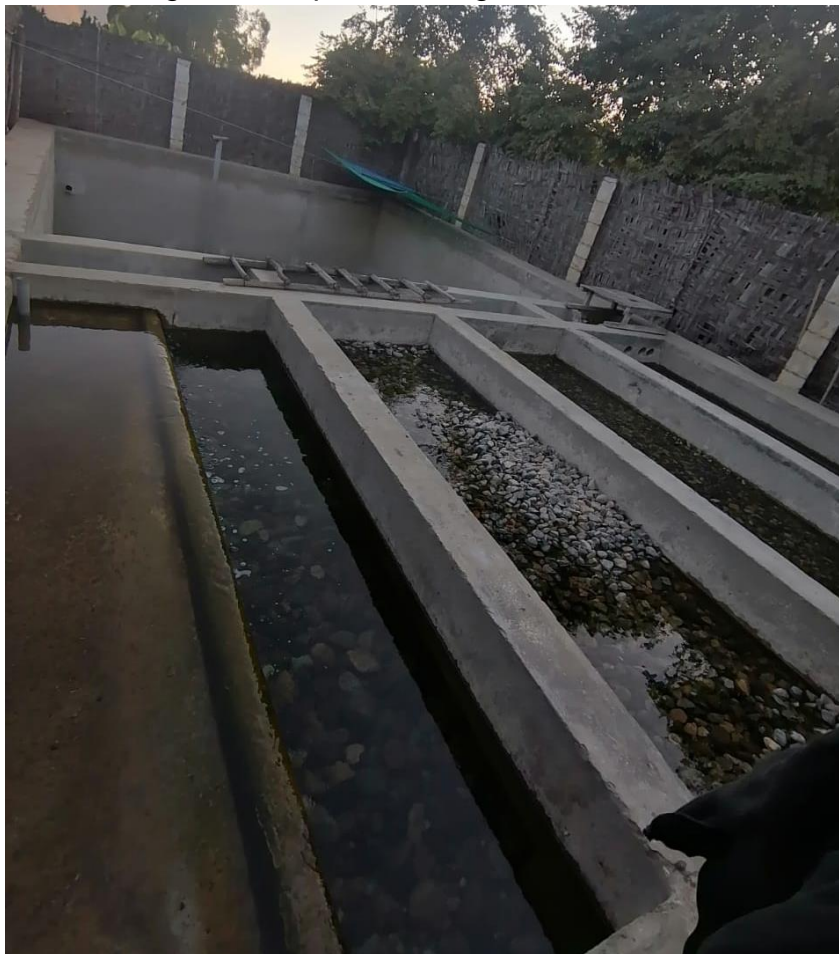
Fotografía N° 01 – Ingreso a la PTAP, amortiguador improvisado, uniformiza el ingreso



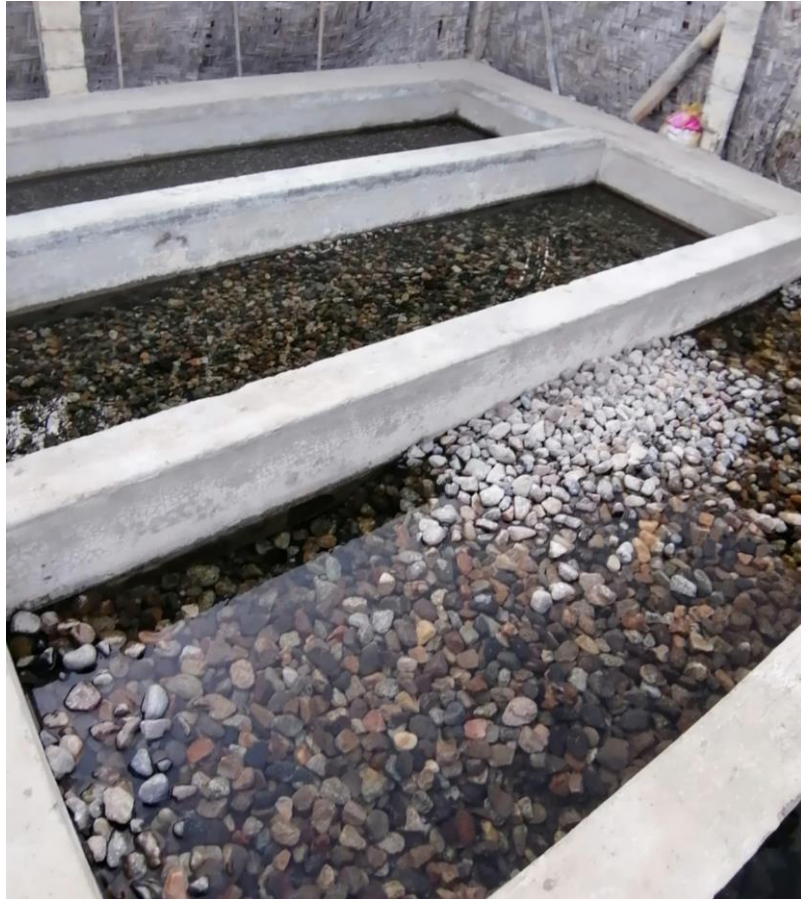
Fotografía N° 02 – Presedimentador, ingreso a la PTAP (Sector 1) sin espacio para inspección y cerco perimétrico improvisado.



Fotografía N° 03 – Ingreso a la prefiltro de grava del sector 1 al 2.



Fotografía N° 04 – Sector 2 de la PTAP, no hay acceso para inspección, prefiltro de grava con sedimentador, una escalera en mal estado de mantenimiento.



Fotografía N° 05 – Capas de prefiltro horizontal, delimitadas por muro de concreto, la capa no está uniformizada, no presenta material orgánico.



Fotografía N° 06 – Malla metálica que sirve como soporte para las capas del prefiltro, esta oxidada debido a la antigüedad.



Fotografía N° 07 – Conexión del prefiltro de grava con el sedimentador, al no alcanzar nivel se improviso con una tubería de 3”



Fotografía N° 08 – Sedimentador en buen estado con una tubería improvisada.



Fotografía N° 09 – Rajaduras en los muros del sedimentador



Fotografía N° 10 – Oxido y deterioro en las puertas de acceso a la PTAP



Fotografía N° 11 – Acceso al Área 02 de la PTAP



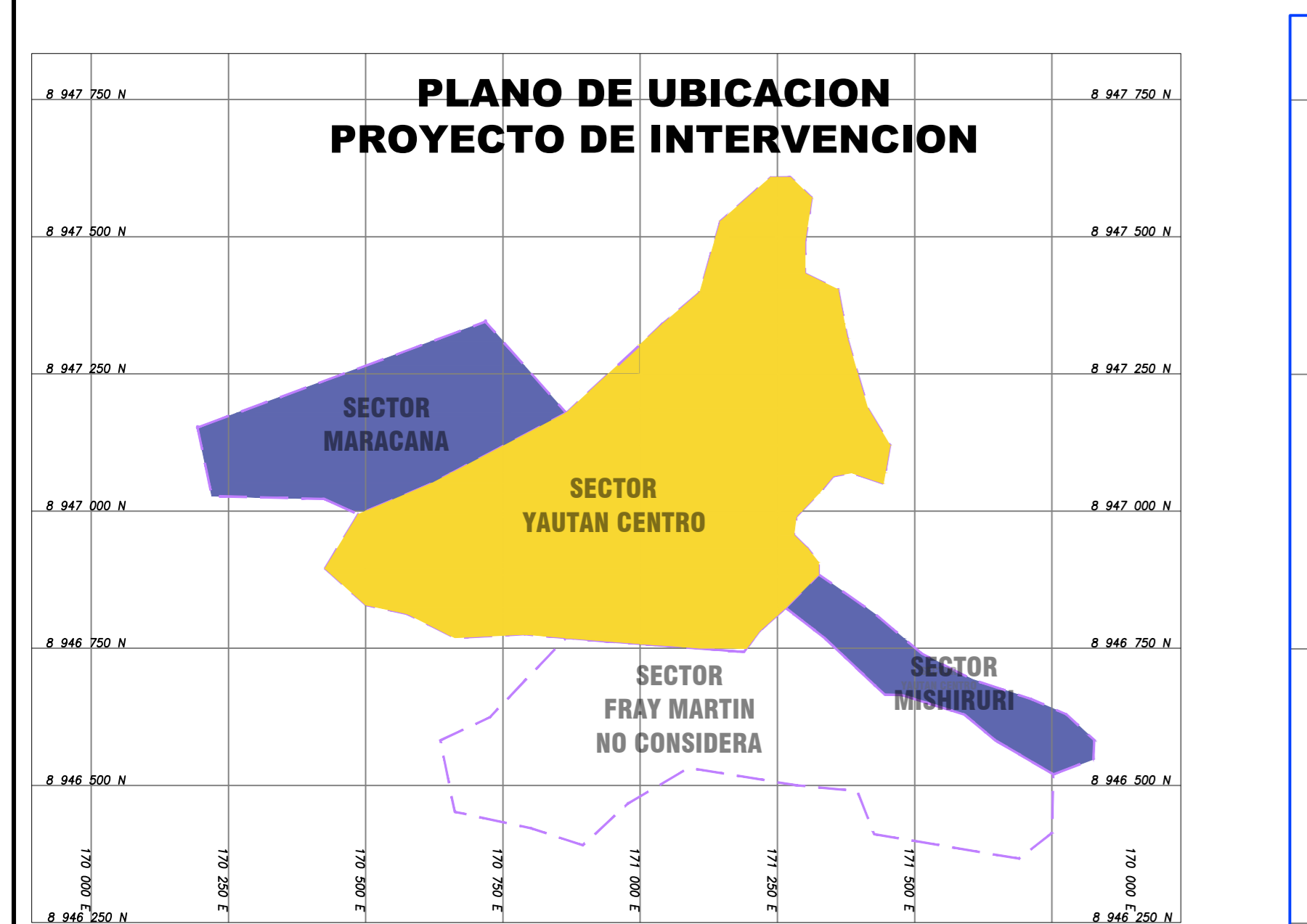
Fotografía N° 12 – Ingreso al sedimentador en malas condiciones y con vegetación.



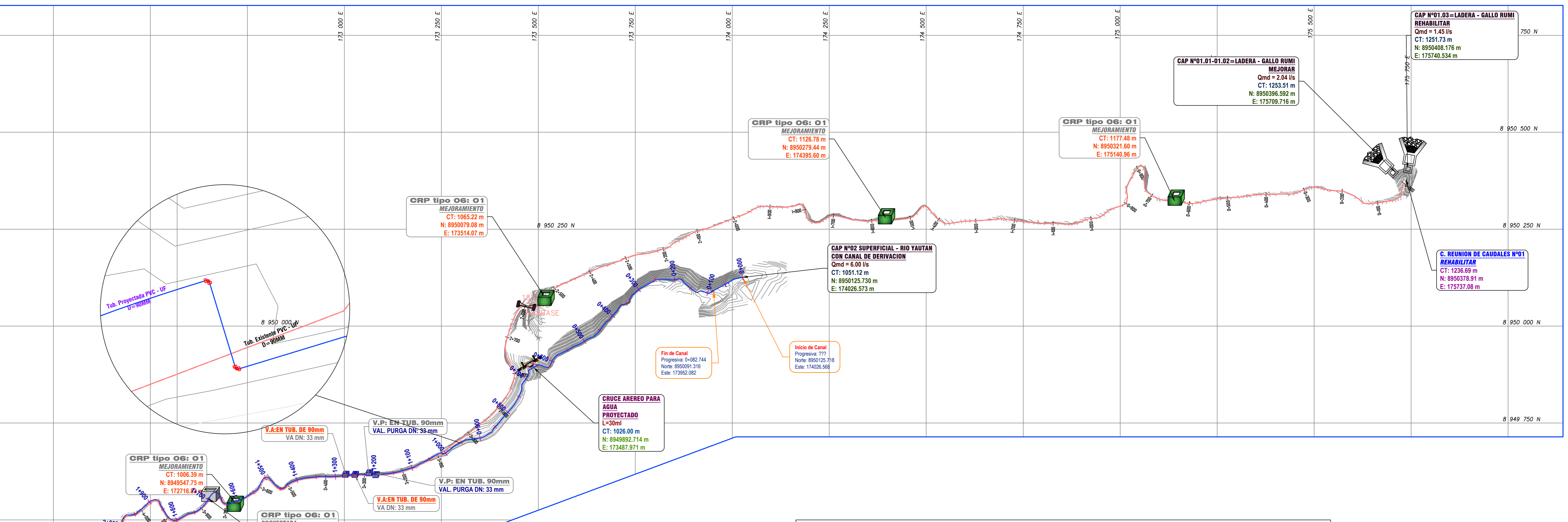
Fotografía N° 13 – Salida del prefiltro de grava



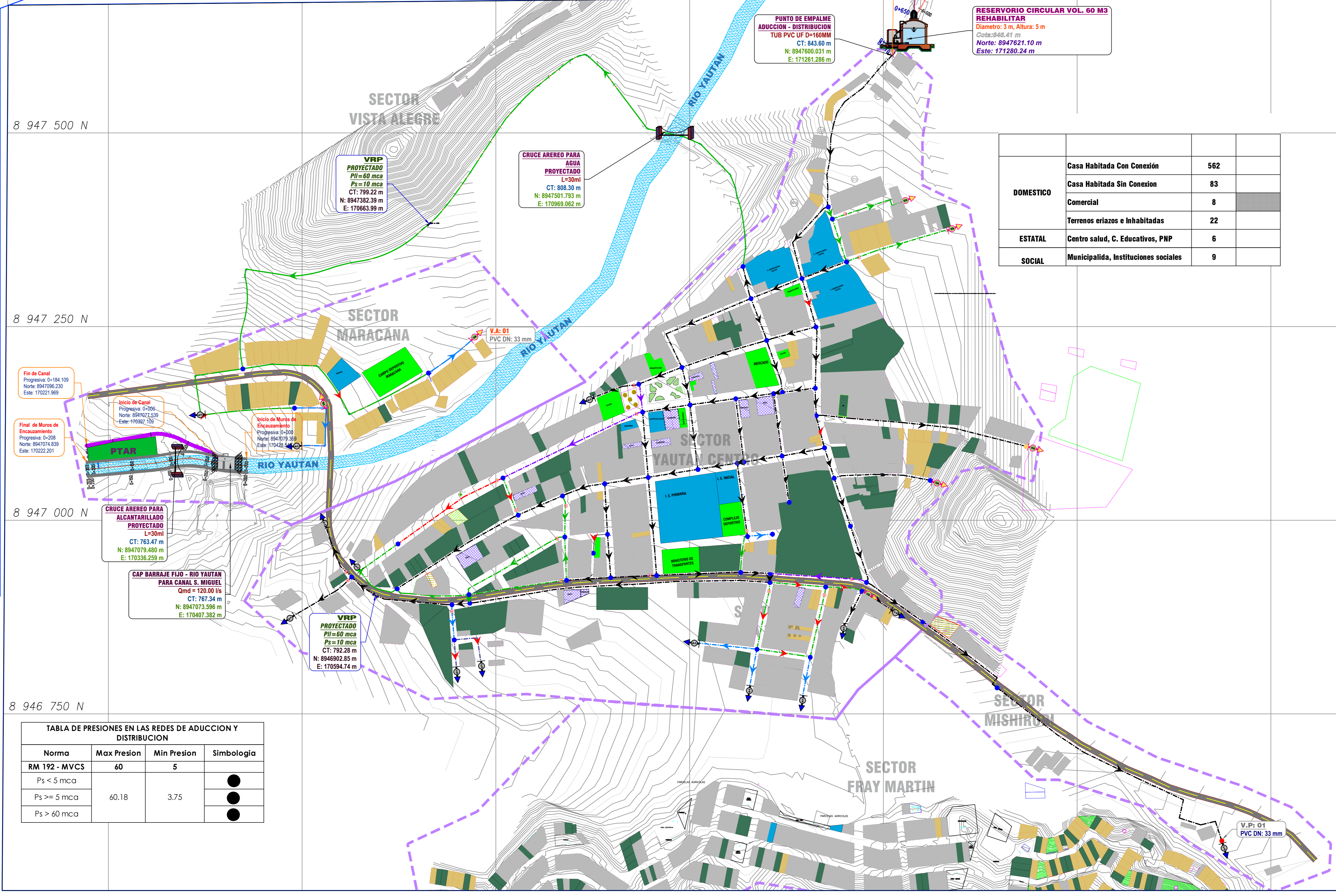
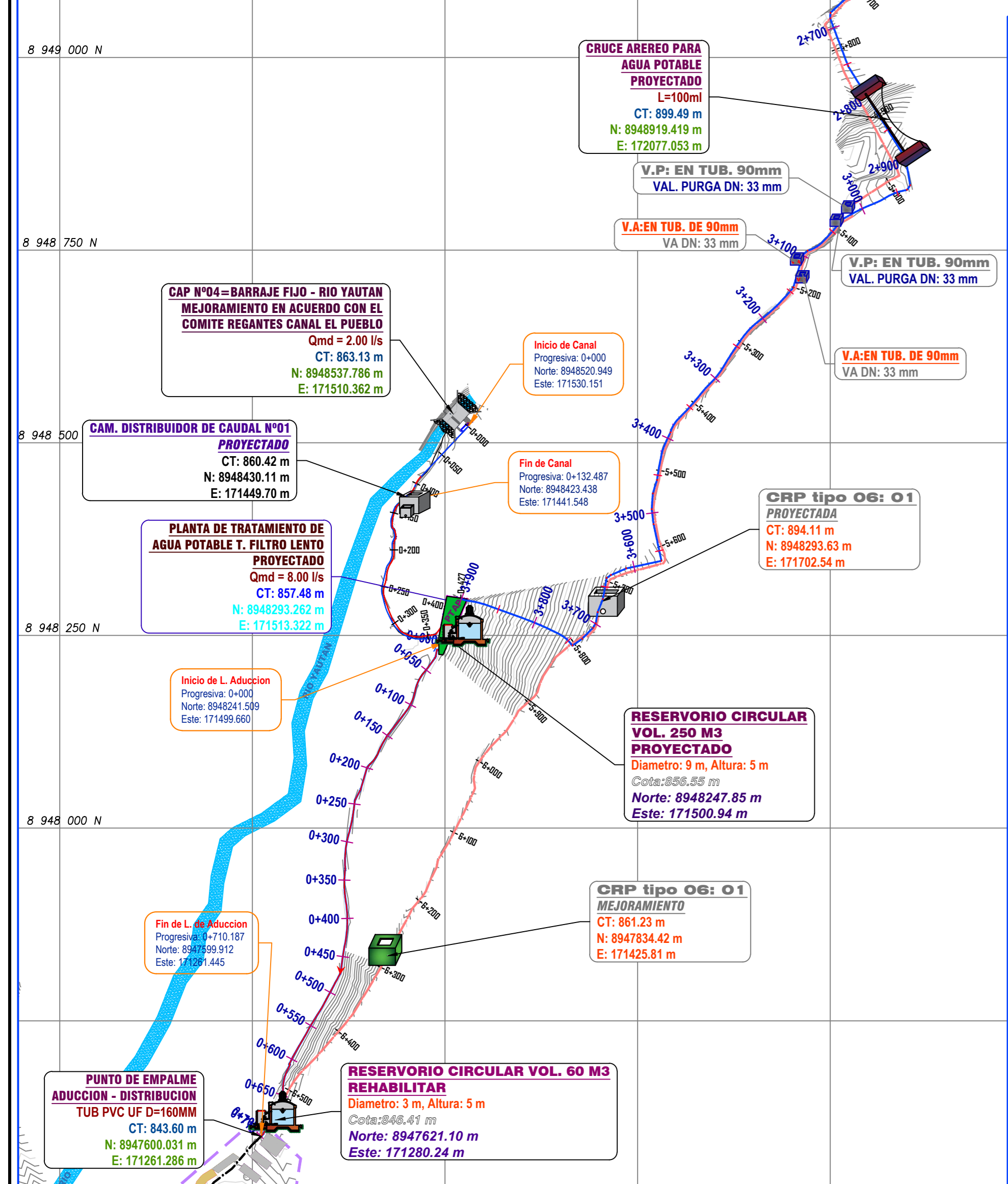
Fotografía N° 14 – Ingreso al sedimentador, las tuberías no tienen una disposición adecuada.



NTP ISO	TUB PVC C-10 DN	EXISTENTE	ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 90 mm	EXISTENTE	861.61 ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 100 mm	PROYECTADO	3000.00 ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 110 mm	PROYECTADO	294.97 ML



PLANO CLAVE DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA URBANA DE YAUTAN - PROYECTADO



CATEGORIA	DESCRIPCION	CANTIDAD
DOMESTICO	Casa Habitada Con Conexión	562
DOMESTICO	Casa Habitada Sin Conexión	83
DOMESTICO	Comercial	8
DOMESTICO	Terrenos eriazos e Inhabitadas	22
ESTATAL	Centro salud, C. Educativos, PMP	6
SOCIAL	Municipalidad, Instituciones sociales	9

TABLA DE PRESIONES EN LAS REDES DE ADUCCION Y DISTRIBUCION

Norma	Max Presion	Min Presion	Simbologia
RM 192 - MVCS	60	5	
Ps < 5 mca			●
Ps >= 5 mca	60.18	3.75	●
Ps >= 60 mca			●

NTP ISO	TUB PVC C-10 DN	EXISTENTE	ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 150 mm	EXISTENTE	519.94 ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 160 mm	PROYECTADO	710.19 ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 110 mm	EXISTENTE	1921.09 ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 90 mm	EXISTENTE	501.24 ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 90 mm	PROYECTADO	361.29 ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 75 mm	PROYECTADO	160.49 ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 63 mm	EXISTENTE	1698.16 ML
NTP ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 63 mm	PROYECTADO	2978.43 ML
NTP 399.002	TUB PVC C-10 DN: 50 mm	PROYECTADO	436.32 ML
NTP 399.002	TUB PVC C-10 DN: 32 mm	EXISTENTE	659.69 ML
NTP 399.002	TUB PVC C-10 DN: 32 mm	PROYECTADO	108.37 ML

ESPECIFICACIONES TECNICAS

VALVULA DE AIRE Los purgadores o ventosas deben ser de fundición dúctil, y deben cumplir la norma NTP 350.101.1997. Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua.

Válvula de aire automática
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas.

* Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de 0.60 x 0.60 m², tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
* La estructura será de concreto armado f'c=210 kg/cm² cuyas dimensiones internas son 0.60 m x 0.60 m x 0.70 m, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

VALVULA DE PURGA: Los sedimentos acumulados en los puntos bajos, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías. La estructura sea de concreto armado f'c = 210 kg/cm², cuyas dimensiones internas son 0.60 m x 0.60 m x 0.70 m y el dado de concreto simple f'c = 140 kg/cm², para ello se debe utilizar el tipo de concreto según los estudios realizados.
* El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

COMPONENTES	CONDICION	CANTIDAD	UNIDAD
Capilación Subteranea Tipo ladera	Mejoramiento	2	Und
Capilación Subteranea Tipo ladera	Rehabilitar	1	Und
Camara de Reunion de Caudales	Rehabilitar	1	Und
Capilación Superficial con canal de derivación	Proyectado	1	Und
Canal de purga del Distribuidor	Proyectado	2	Und
Canal de desfogos de ventoso de demasias	Proyectado	2	Und
Desarrollador	Proyectado	2	Und
Druca asero: 30m	Proyectado	1	Und
Druca asero 100m	Proyectado	1	Und
Camara Rompresion Tipo VI	Mejoramiento	6	Und
Camara Rompresion Tipo VI	Proyectado	4	Und
Capilación superficial con Barrile Fijo	Proyectado	1	Und
Camara de Distribuidor de caudales	Proyectado	1	Und
Válvula de Purga	Proyectado	3	Und
Válvula de Aire	Proyectado	2	Und
Planta de Tratamiento de Agua Potable	Proyectado	1	Und
Reservorio Circular V=250m ³	Proyectado	1	Und
Reservorio Circular V=60m ³	Reconstrucción	1	Und
COMPONENTES	CONDICION	CANTIDAD	UNIDAD
Válvula Reductora de Presion	proyectado	2	Und
Válvula de Purga	Proyectado	13	Und
Válvula de Aire	Proyectado	6	Und
Válvulas de Control	Proyectado	16	Und

UNIVERSIDAD CESAR VALDEJO

TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yautan, provincia de Casma, Ancash - 2021

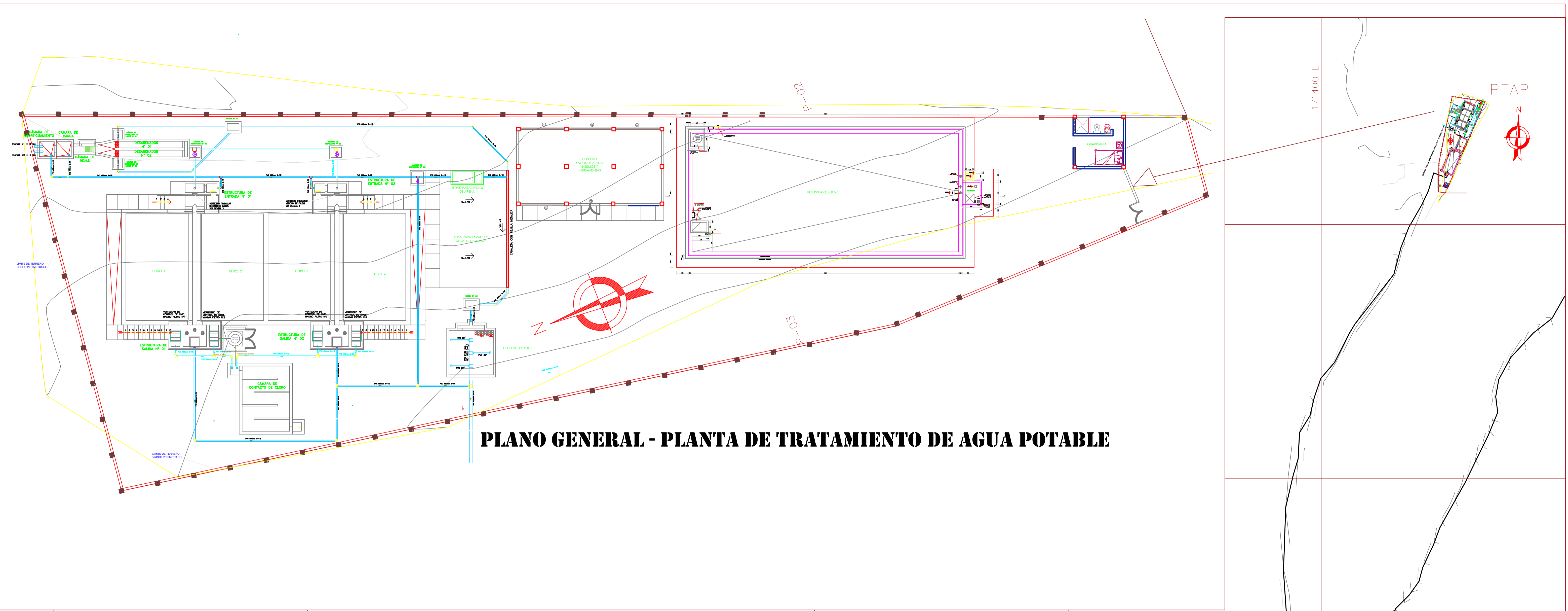
PLANO: PLANO CLAVE DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA - YAUTAN

UBICACION: YAUTAN YAUTAN CASMA ANCASH

BURILAD: R.J.O.B.

INDICADA: DICIEMBRE 2021

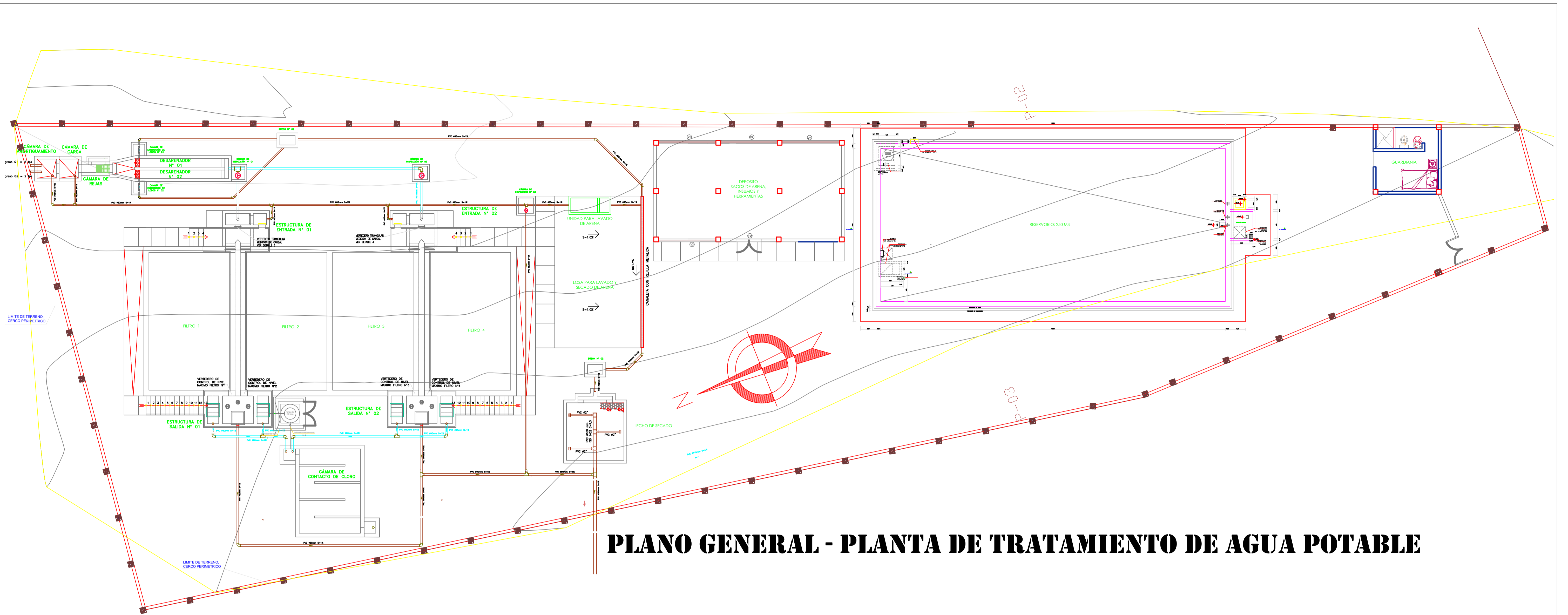
LAMINA Nº: PC-01



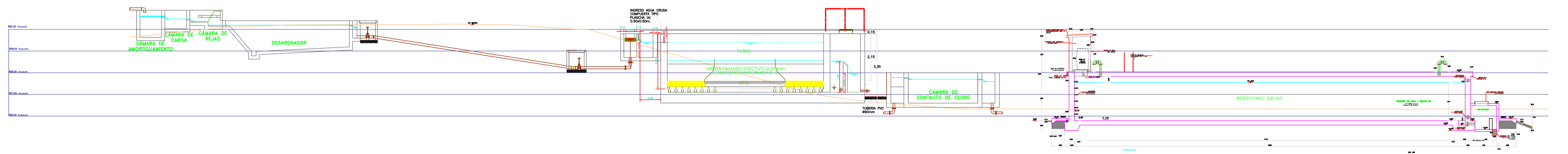
PLANO GENERAL - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE



	1933: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de agua Potable de la localidad de Yausán, provincia de Casma, Ancash - 2021		
	PLANO:	BENEFICIARIOS - PLANTA DE TRATAMIENTO YAUTAN	
	UBICACION LOCALIDAD:	YAUTAN	YAUTAN
	UBICACION PROVINCIA DEPARTAMENTO:	CASMA	ANCASH
FECHA:	INDICADA		
REVISOR:	INDICADA		

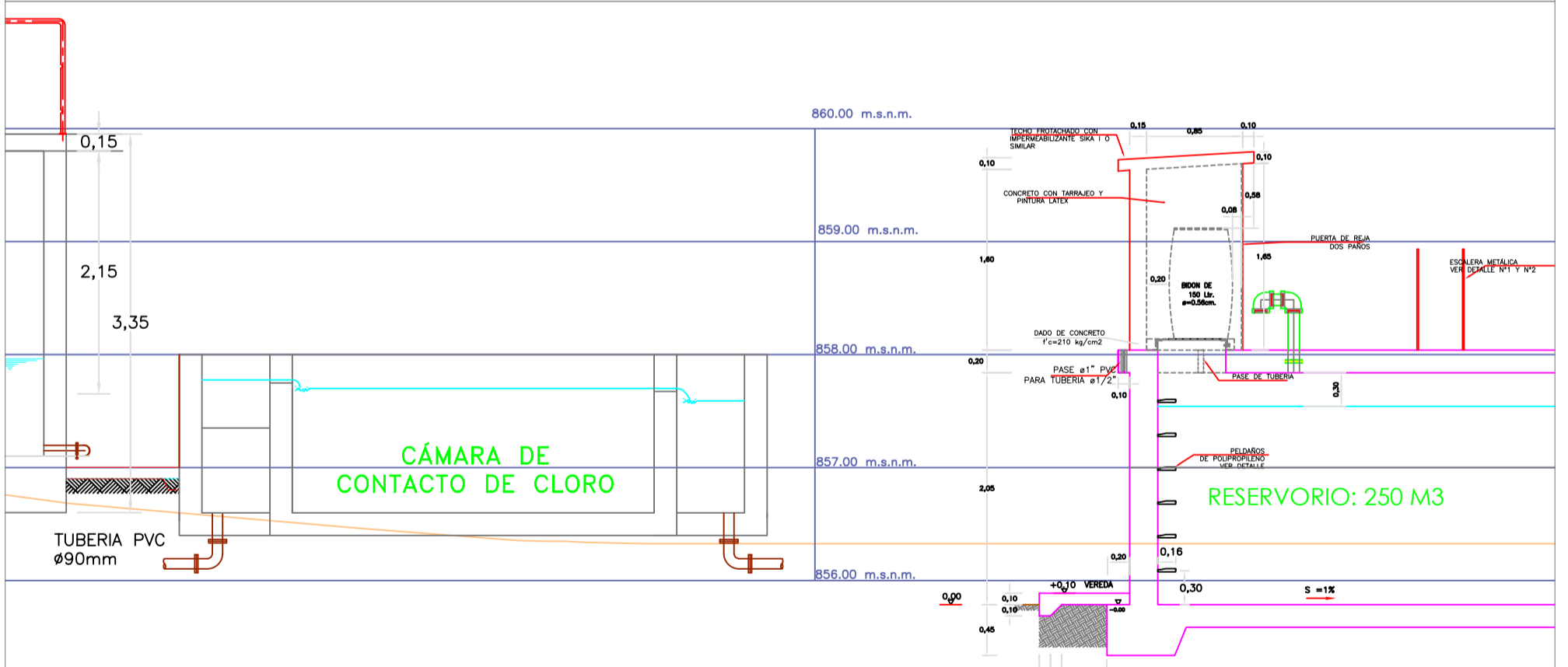
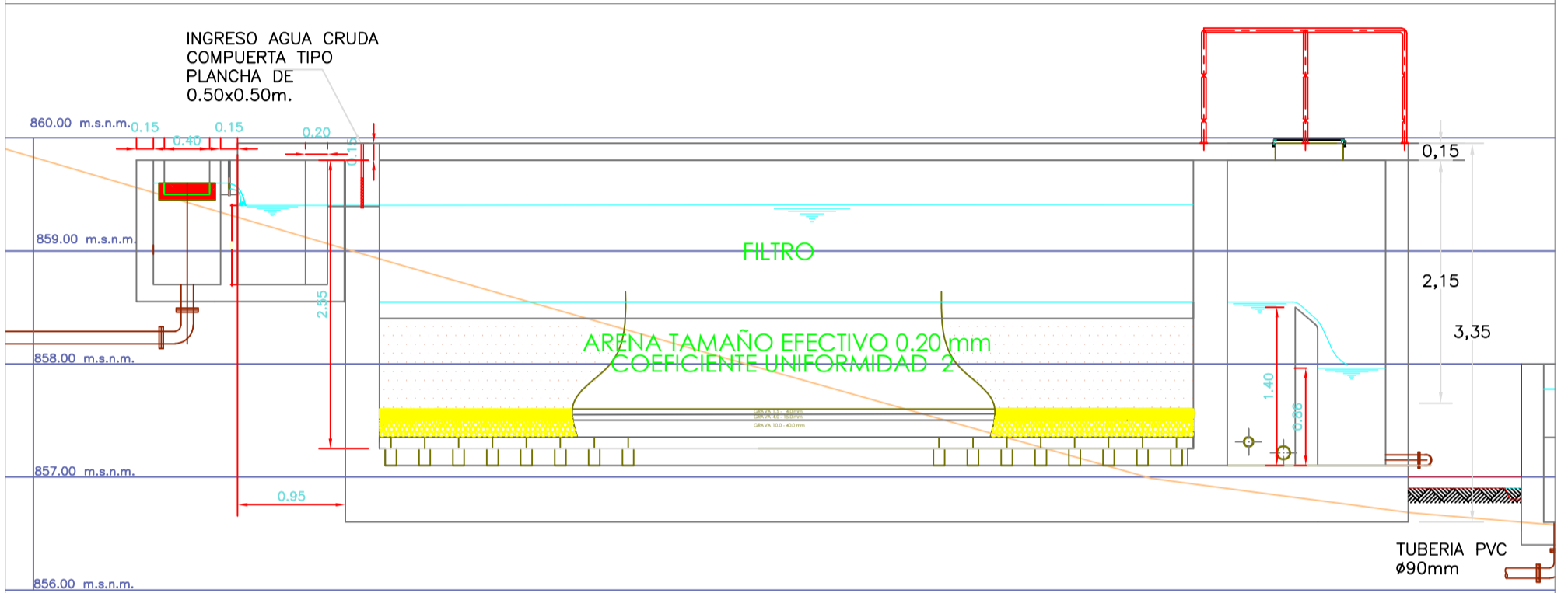
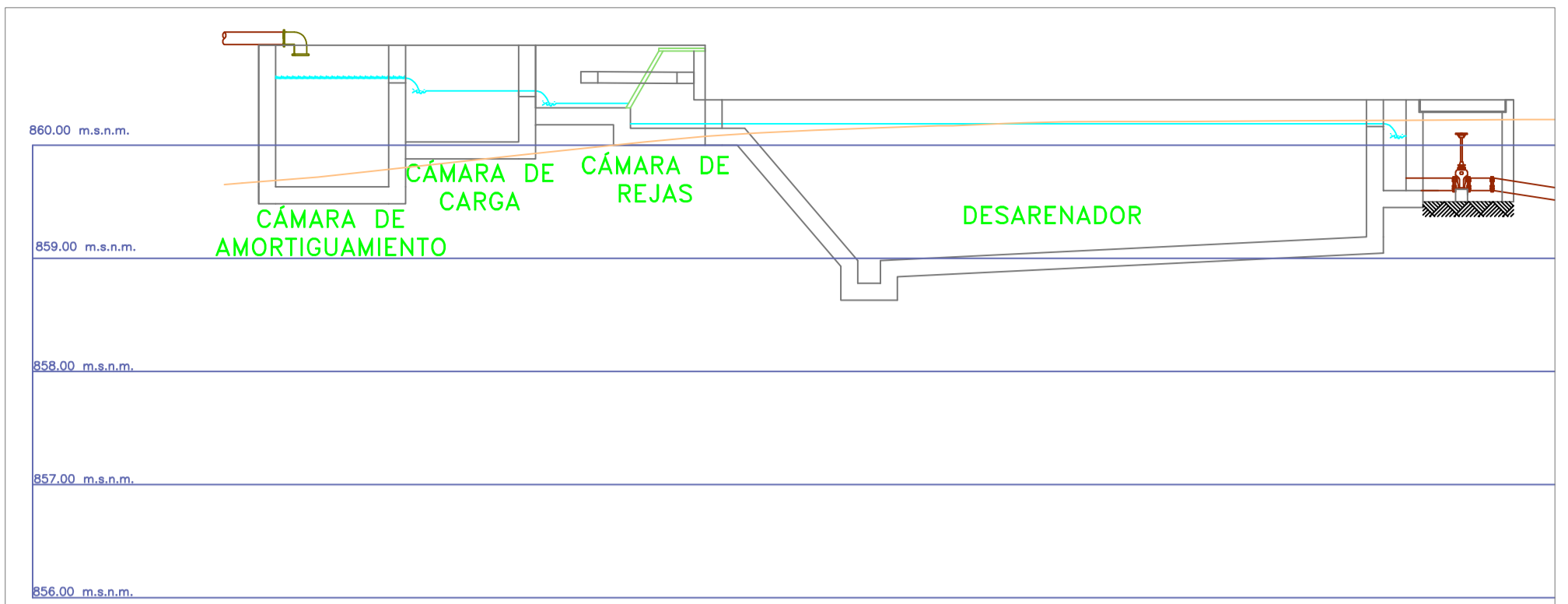


PLANO GENERAL - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE



PERFIL HIDRAULICO Y DE AGUA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021
	PLANO: PLANO DE PLANTA GENERAL DE LA PTAP			LÁMINA N°: PG-01
	UBICACION: LOCALIDAD: YAUTAN DISTRITO: YAUTAN PROVINCIA: CASMA DEPARTAM.: ANCASH	ESCALA: INDICADA FECHA: DICIEMBRE 2021 REV.: 7 APROB.		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021

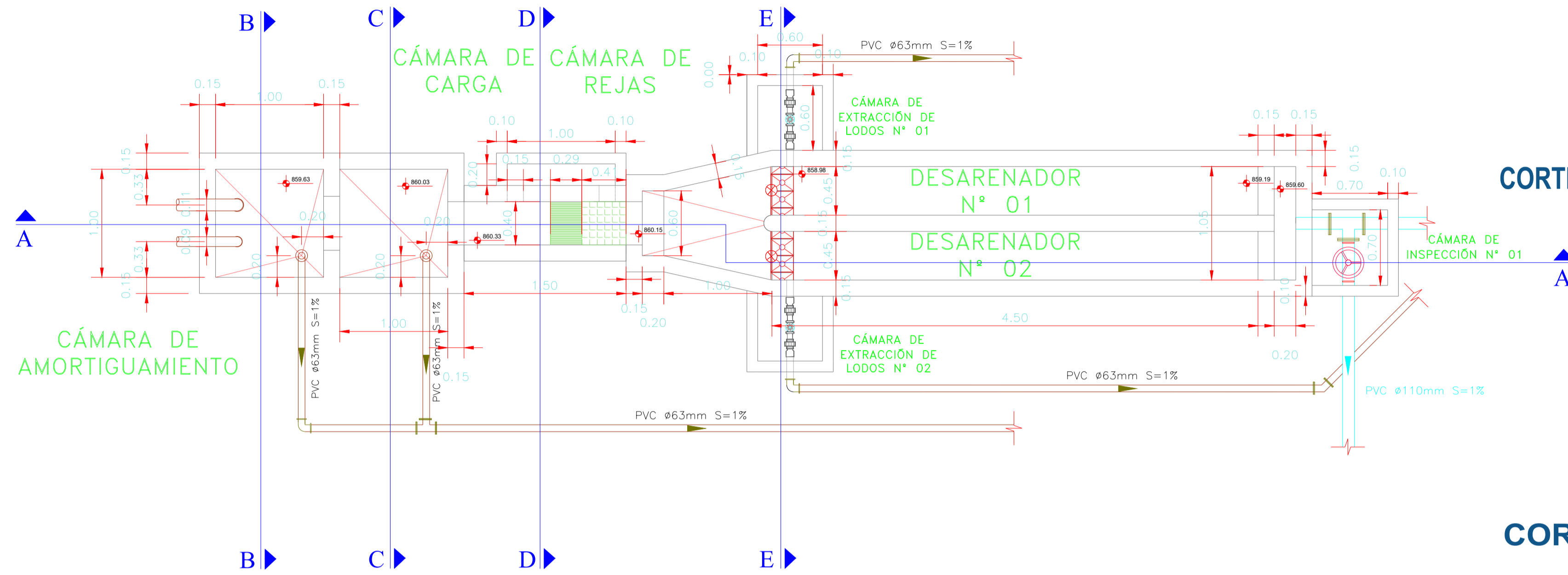
PLANO: **PERFIL HIDRAULICO**

UBICACION:
LOCALID YAUTAN DISTRICTO YAUTAN PROVINCIA YAUTAN DEPARTAM. ANCASH

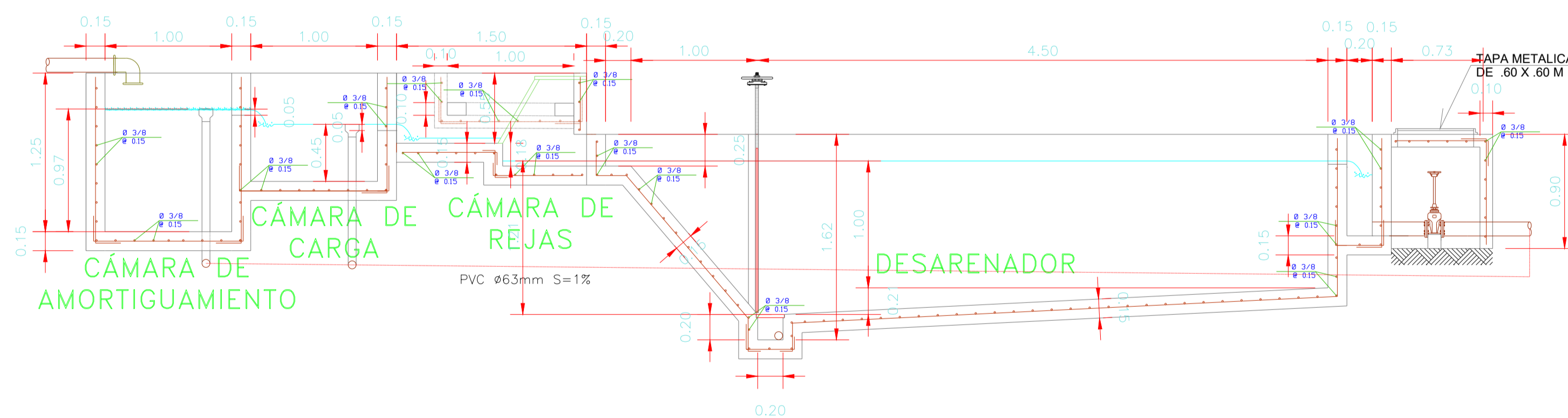
LAMINA N°:
PG-02

DIBUJO:
R.J.O.B.

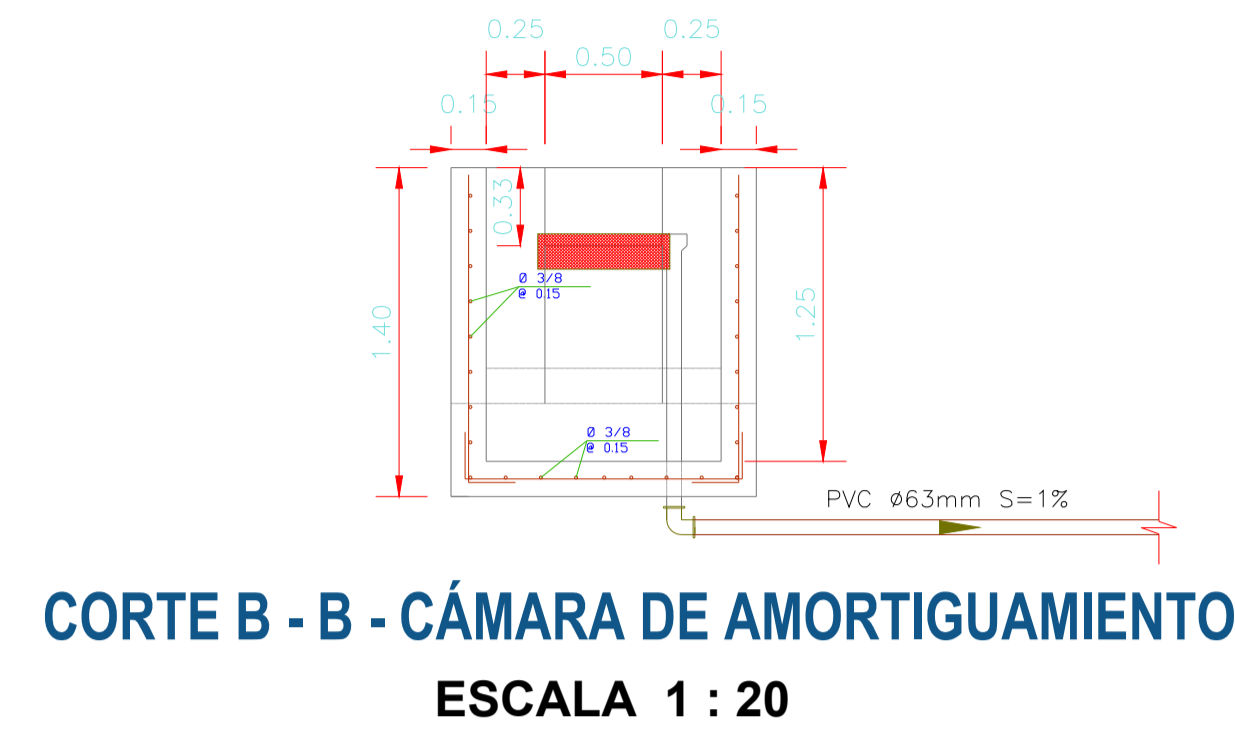
ESCALA:
INDICADA
FECHA:
DICIEMBRE 2021
REV. / APROB. :



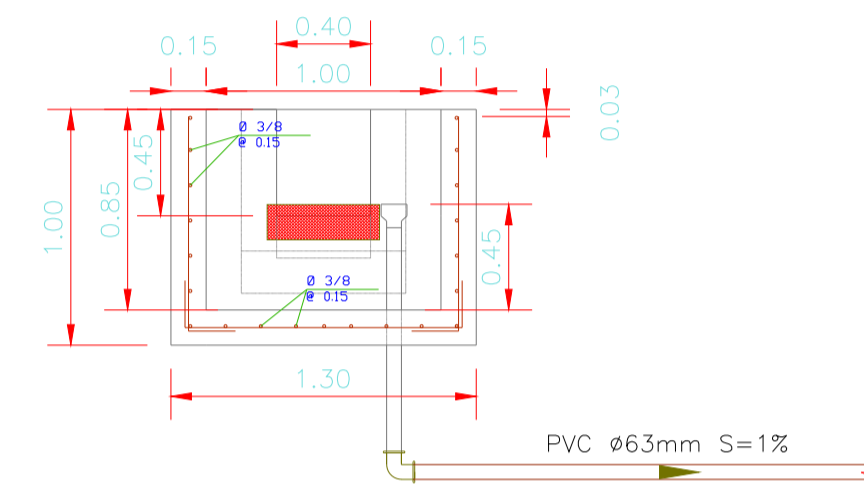
PLANTA GENERAL - PRETRATAMIENTO
ESCALA 1 : 20



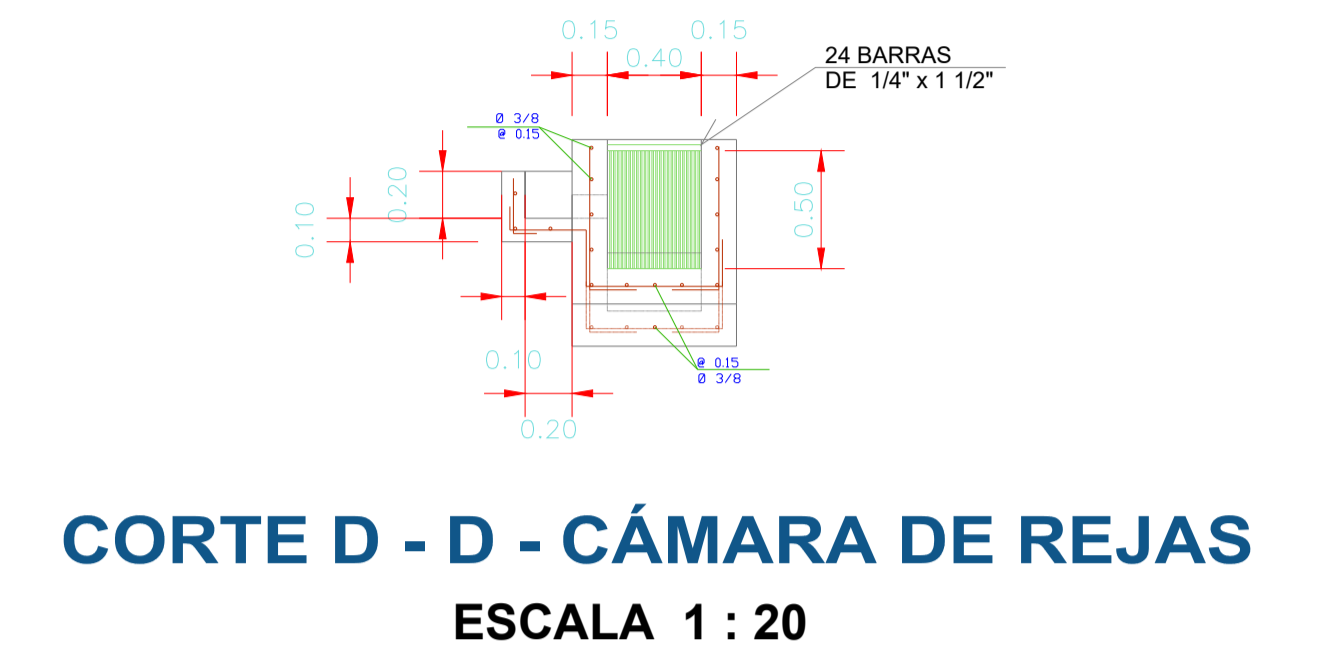
CORTE A - A - PRETRATAMIENTO
ESCALA 1 : 20



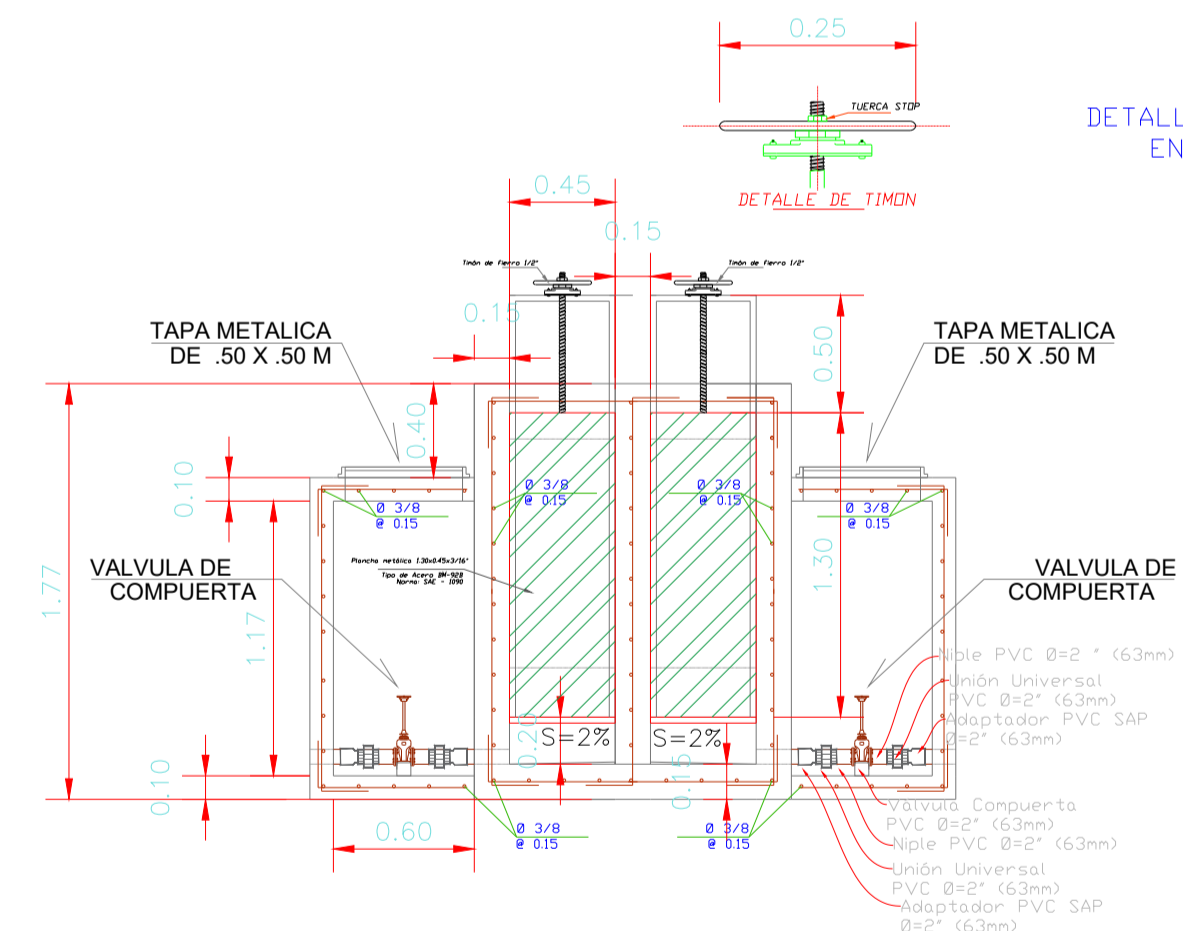
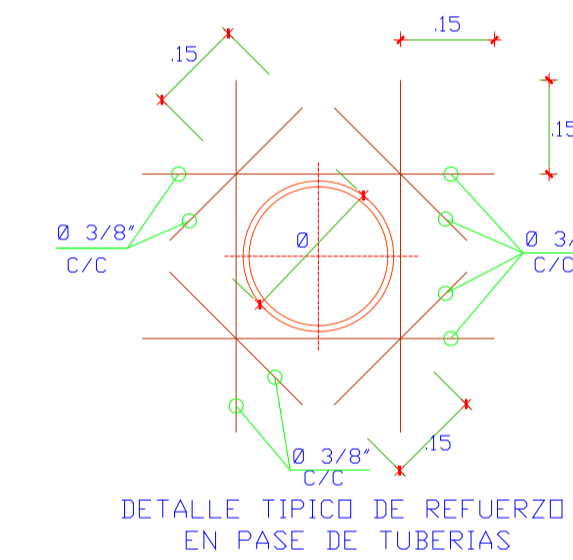
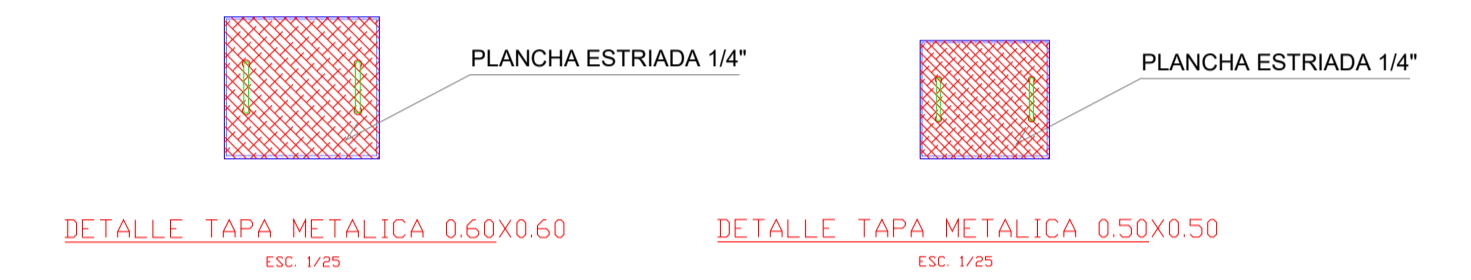
CORTE B - B - CÁMARA DE AMORTIGUAMIENTO
ESCALA 1 : 20



CORTE C - C - CÁMARA DE CARGA
ESCALA 1 : 20



CORTE D - D - CÁMARA DE REJAS
ESCALA 1 : 20



CORTE E - E - DESARENADOR
ESCALA 1 : 20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MATERIALES :
 ACERO EN GENERAL $f_y=4200$ Kg/cm²
 CEMENTO PORTLAND TIPO I
 LADRILLO DE ARCILLA O CEMENTO, TIPO KK O SIMILAR

CONCRETO ARMADO :
 - EN GENERAL $f_c=210$ Kg/cm²
 LIMITAR LA RELACION AGUA CEMENTO 0.45 PARA EL FONDO, ZAPATAS, MUROS, VIGAS Y COLUMNAS.

CONCRETO SIMPLE :
 - SOLADO-FALSA ZAPATA : $f_c=100$ Kg/cm²

RECUBRIMIENTOS :

ZAPATA Y LOSA DE FONDO	: 7.5 cm.
MURO	: 4.0 cm.
VIGAS PERALTADAS	: 4.0 cm.
VIGAS CHATAS Y OTROS	: 2.5 cm.
COLUMNAS	: 4.5 cm.

VACIADO DEL CONCRETO : (MURO) LA ALTURA MAXIMA PARA EL VACIADO DEL CONCRETO SERÁ DE 1.50 POR ETAPA.

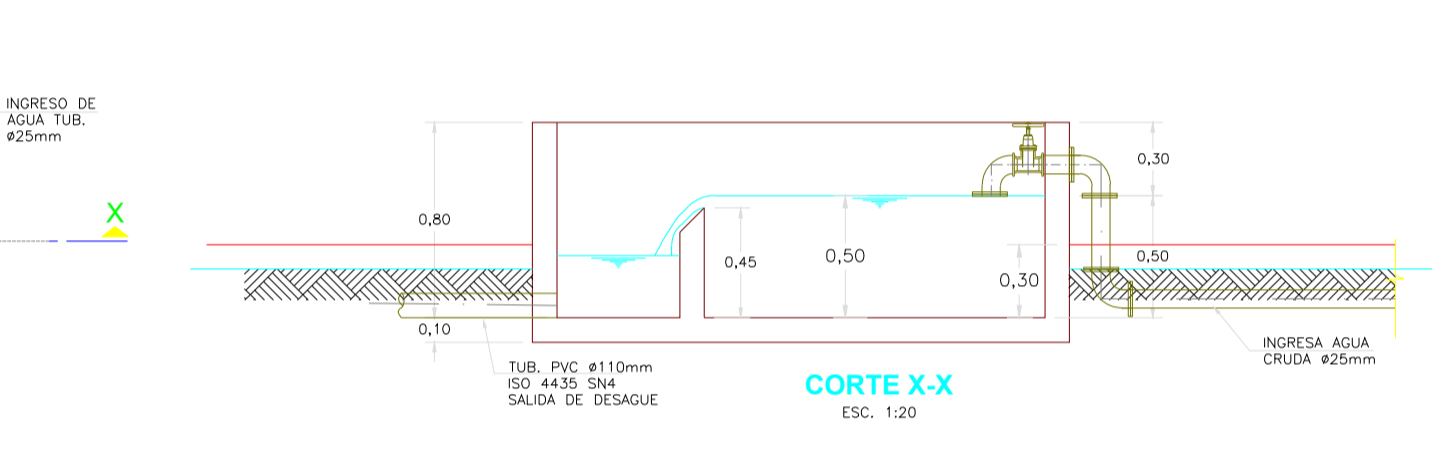
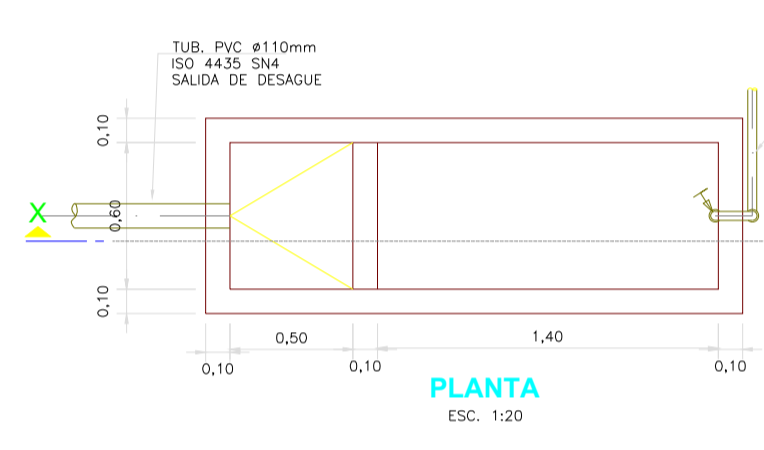
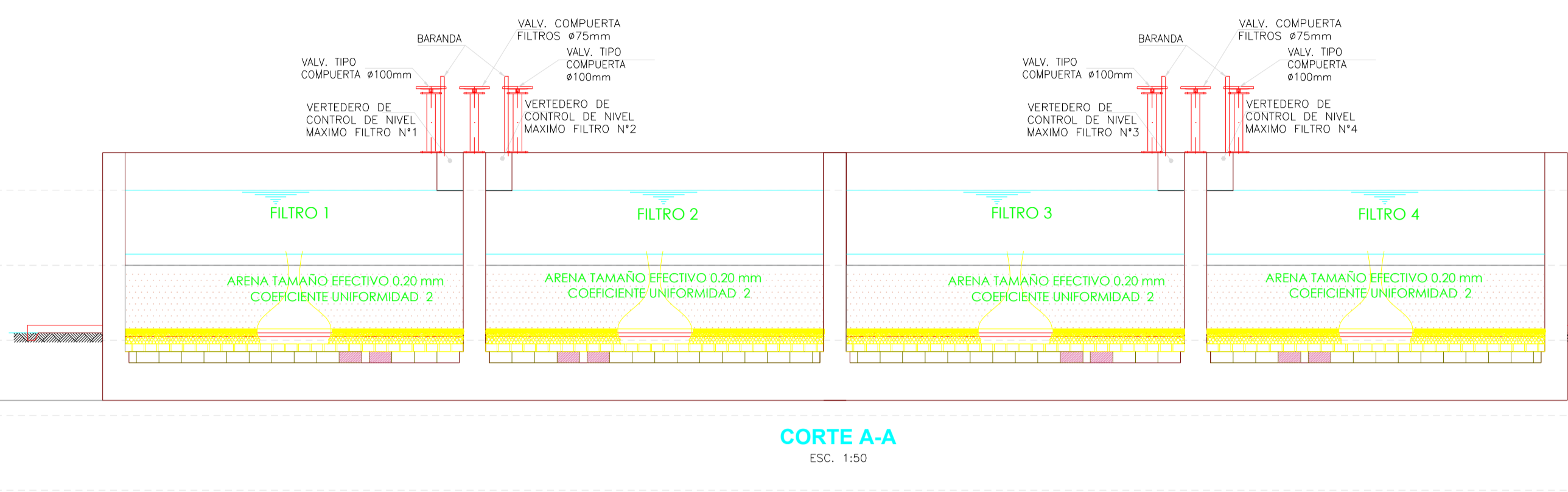
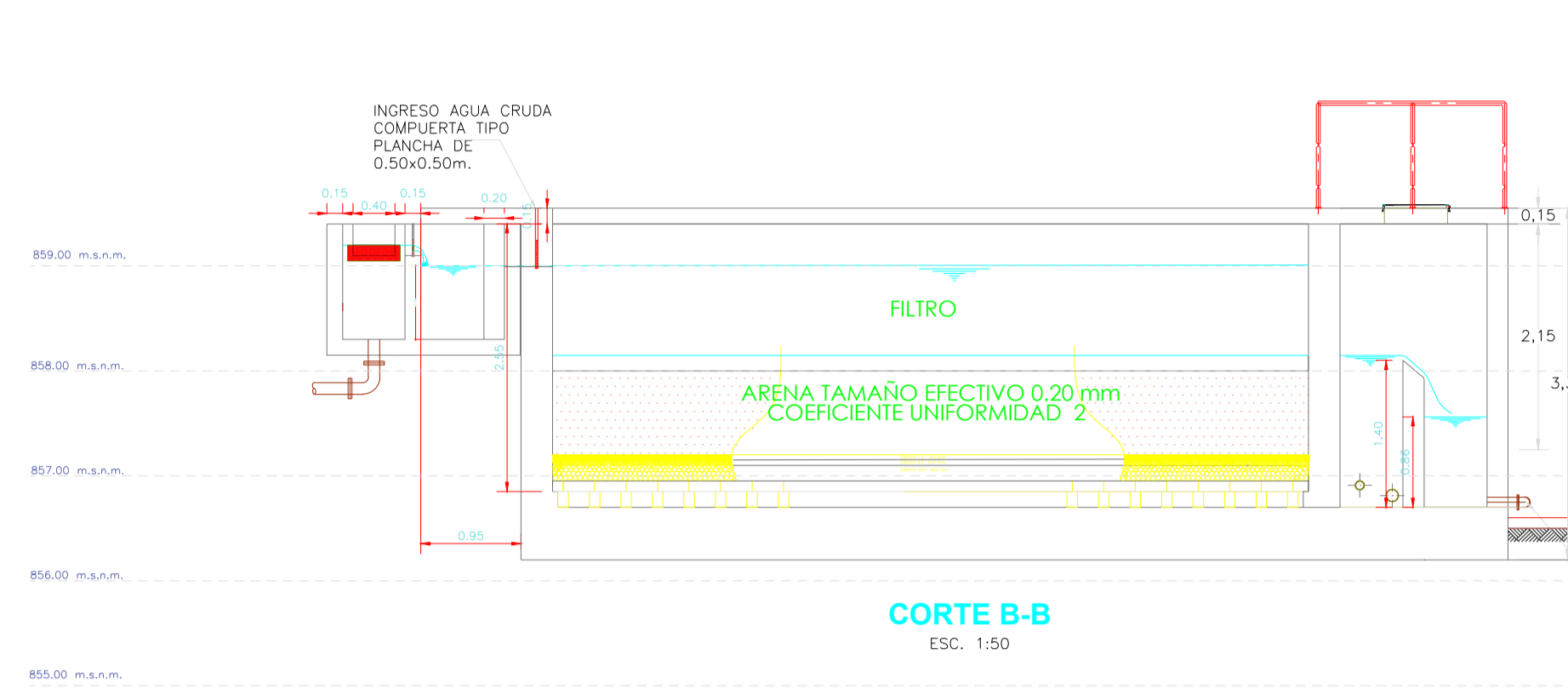
NOTAS :
 SE RECOMIENDA TENER CUIDADO DE CONTROLAR EN LO POSIBLE CUALQUIER FILTRACION DE AGUA QUE ALTERE EL EQUILIBRIO POTENCIAL DEL SUELO.

REVESTIMIENTOS PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA :
 1ra. CAPA : MEZCLA CEMENTO-ARENA 1:5 ESPESOR = 1.5 cm. ACABADO RAYADO
 2da. CAPA : A LAS 24 HORAS. MEZCLA CEMENTO-ARENA 1:3 ESPESOR = 0.5 cm. ACABADO FROTACHADO
 EN AMBAS CAPAS SE UTILIZARÁ ADITIVO IMPERMEABILIZANTE EN PROPORCION DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.

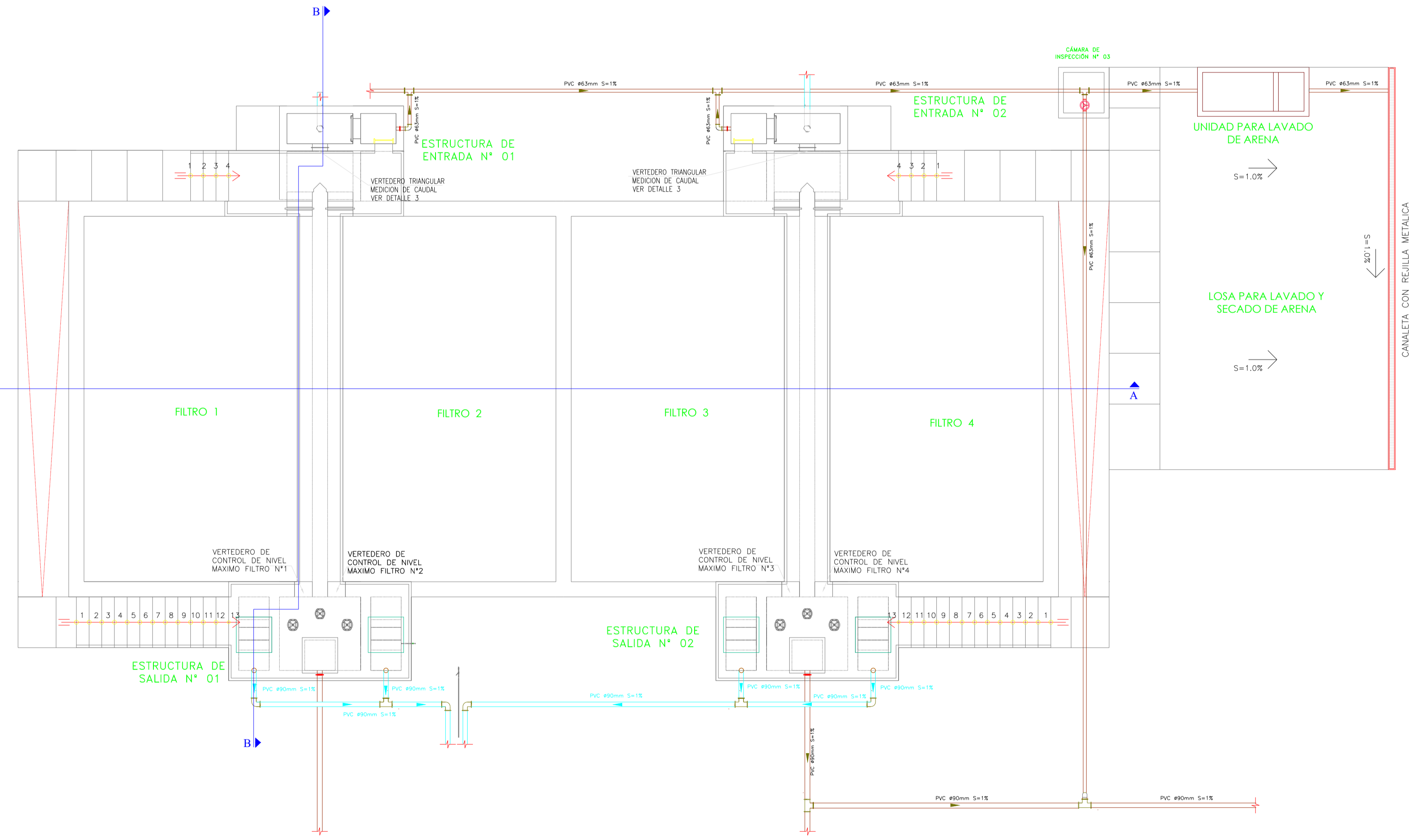
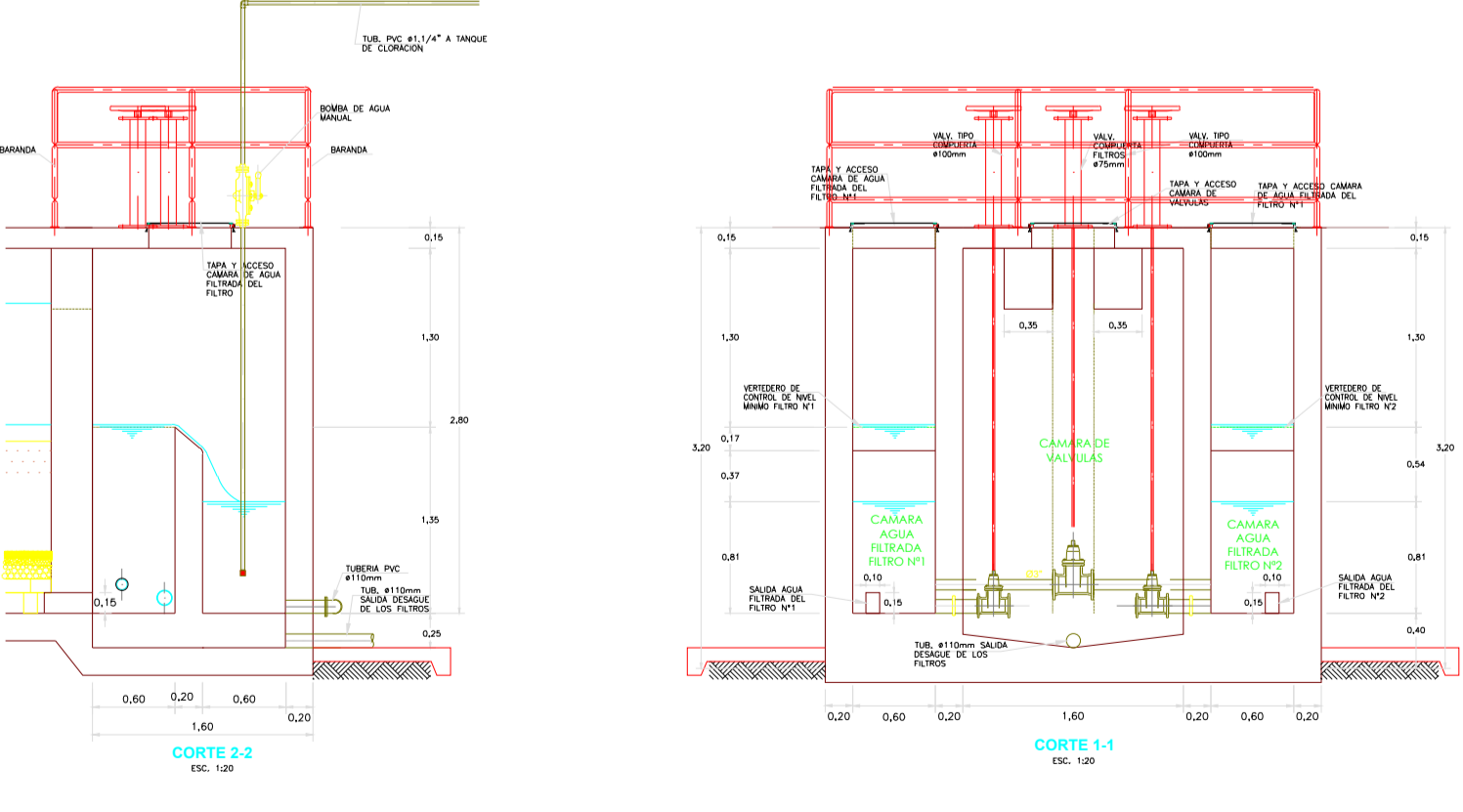
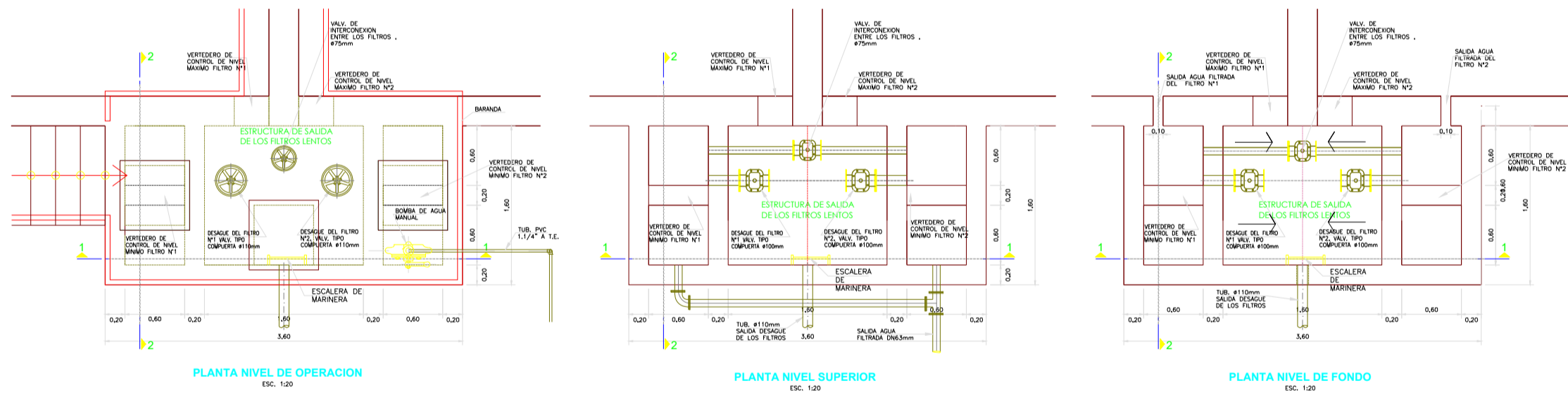
CAPACIDAD PORTANTE SUELO
 1.07 Kg./Cm.2

REGLAMENTO :
 - REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - RNE

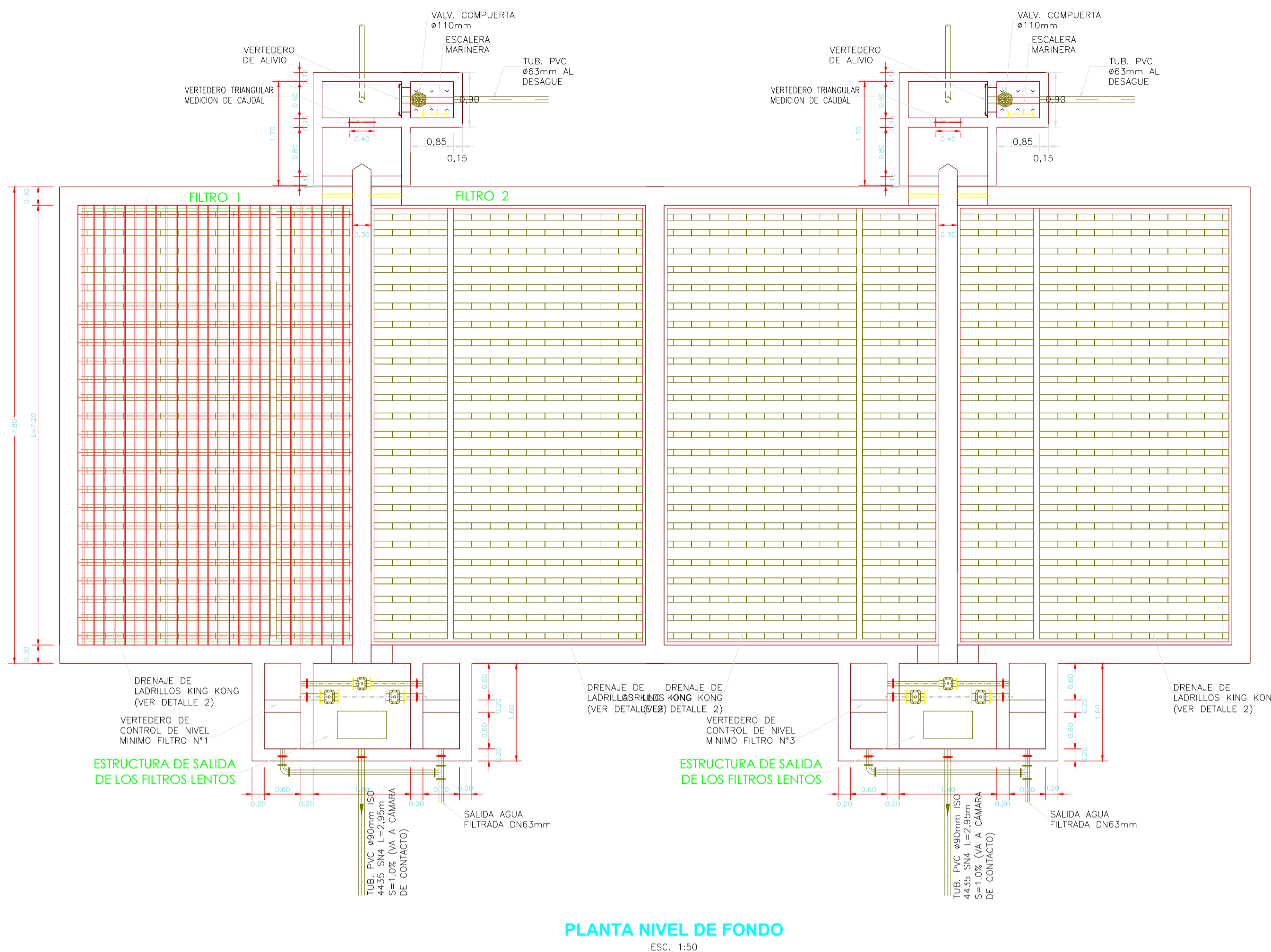
	TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021			PT-01
	PLANO: UNIDAD DE PRETRATAMIENTO - PTAP YAUTAN	UBICACION LOCALIDAD: YAUTAN YAUTAN CASMA ANCASH	LAMINA N°: INDICADA	
DIBUJO: R.J.O.B.	ESCALA: INDICADA FECHA: DICIEMBRE 2021 REV. 7 APROB.			



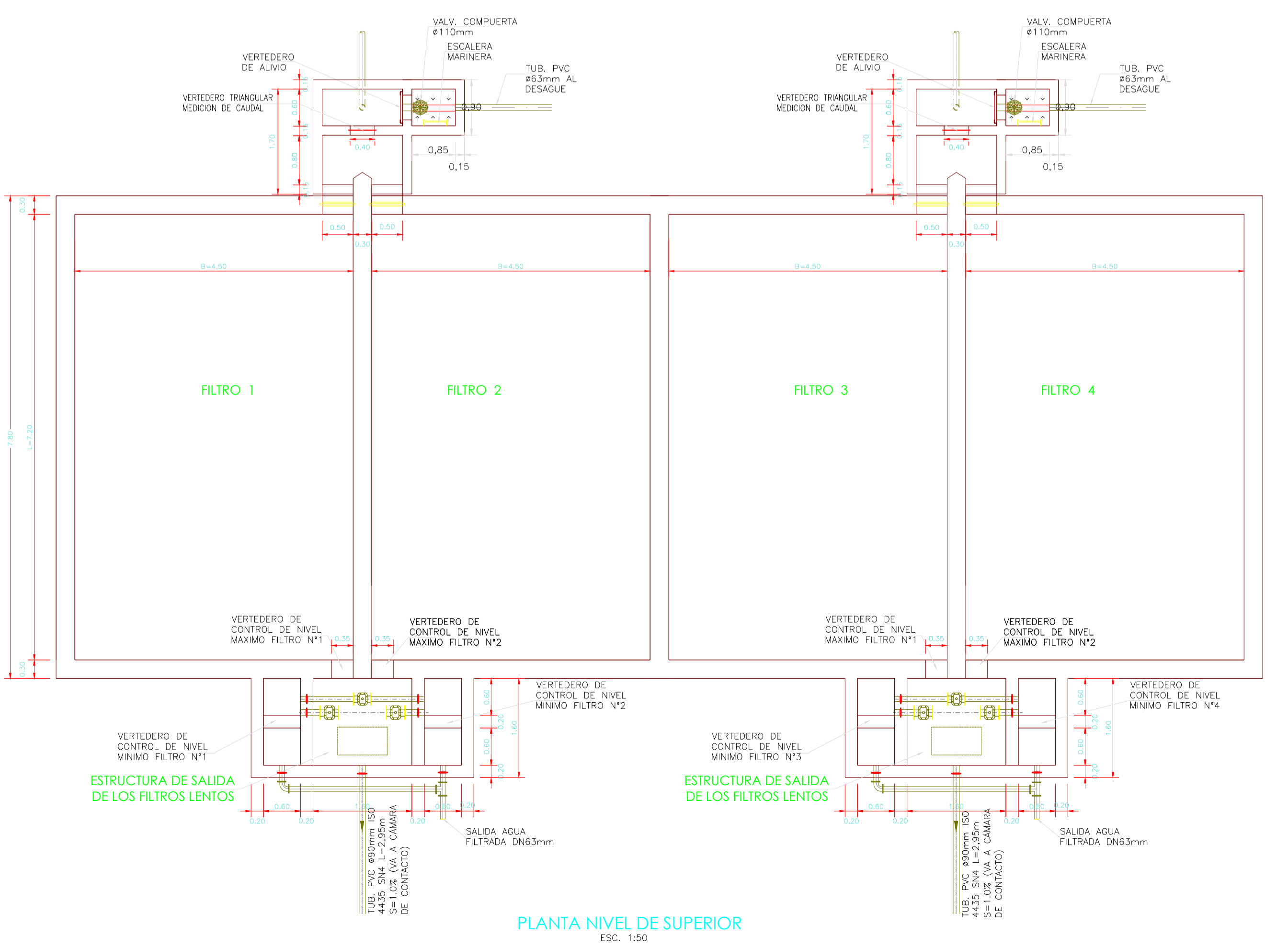
UNIDAD DE LAVADO DE ARENA DE LOS FILTROS
ESC. 1:20



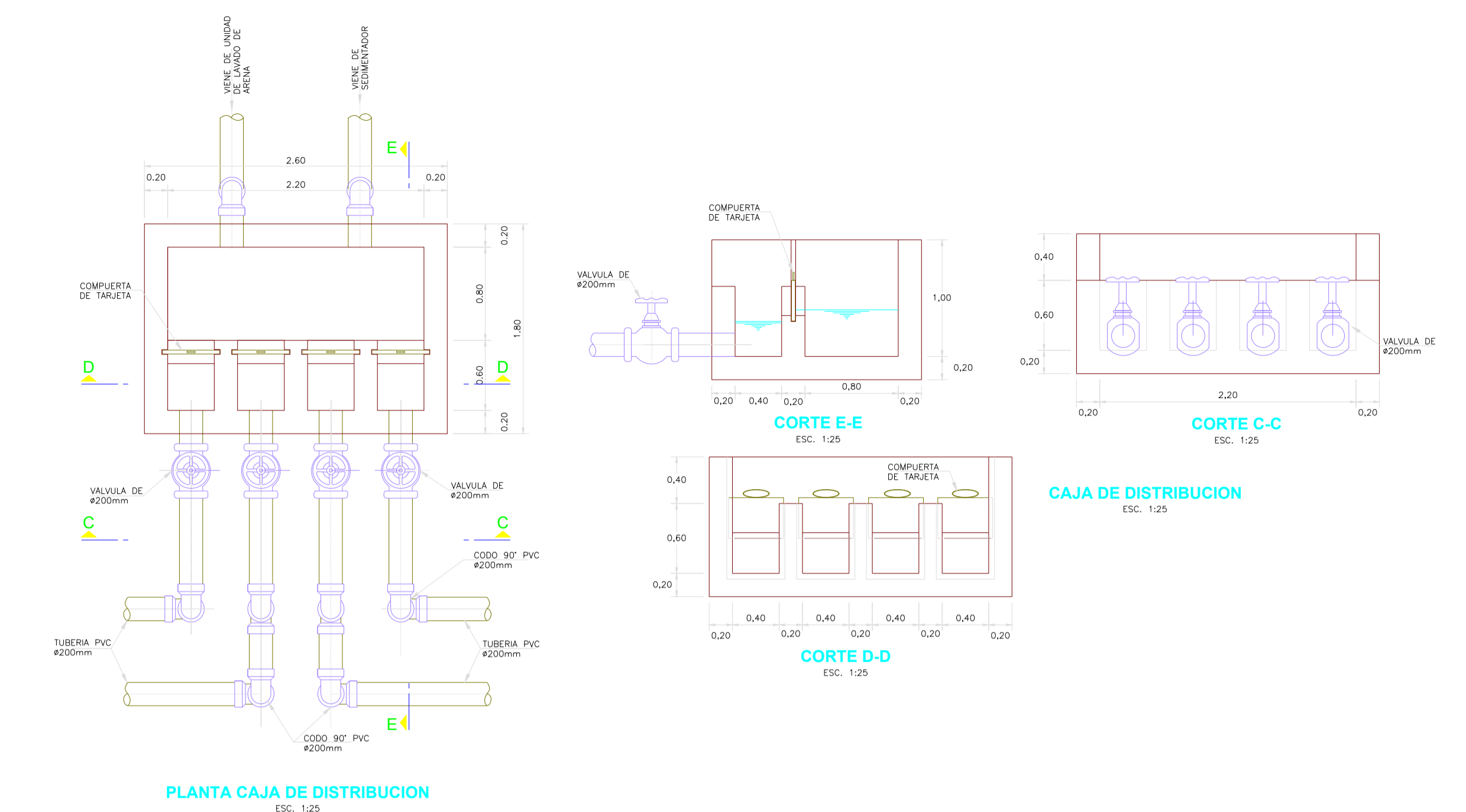
	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			TESTS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021
	PLANO: FILTRO LENTO - PLANO HIDRÁULICO			LAMINA N°:
UBICACION: LOCALIDAD DISTRITO PROVINCIA DEPARTAM. YAUTAN YAUTAN CASMA ANCASH		ESCALA: INDICADA FECHA: DICIEMBRE 2021 REV. / APROB.:		FL-01



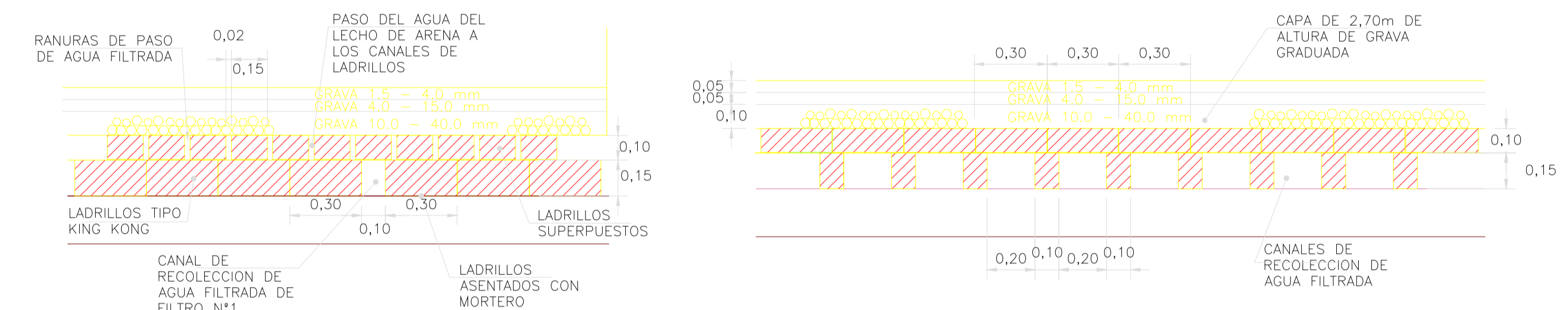
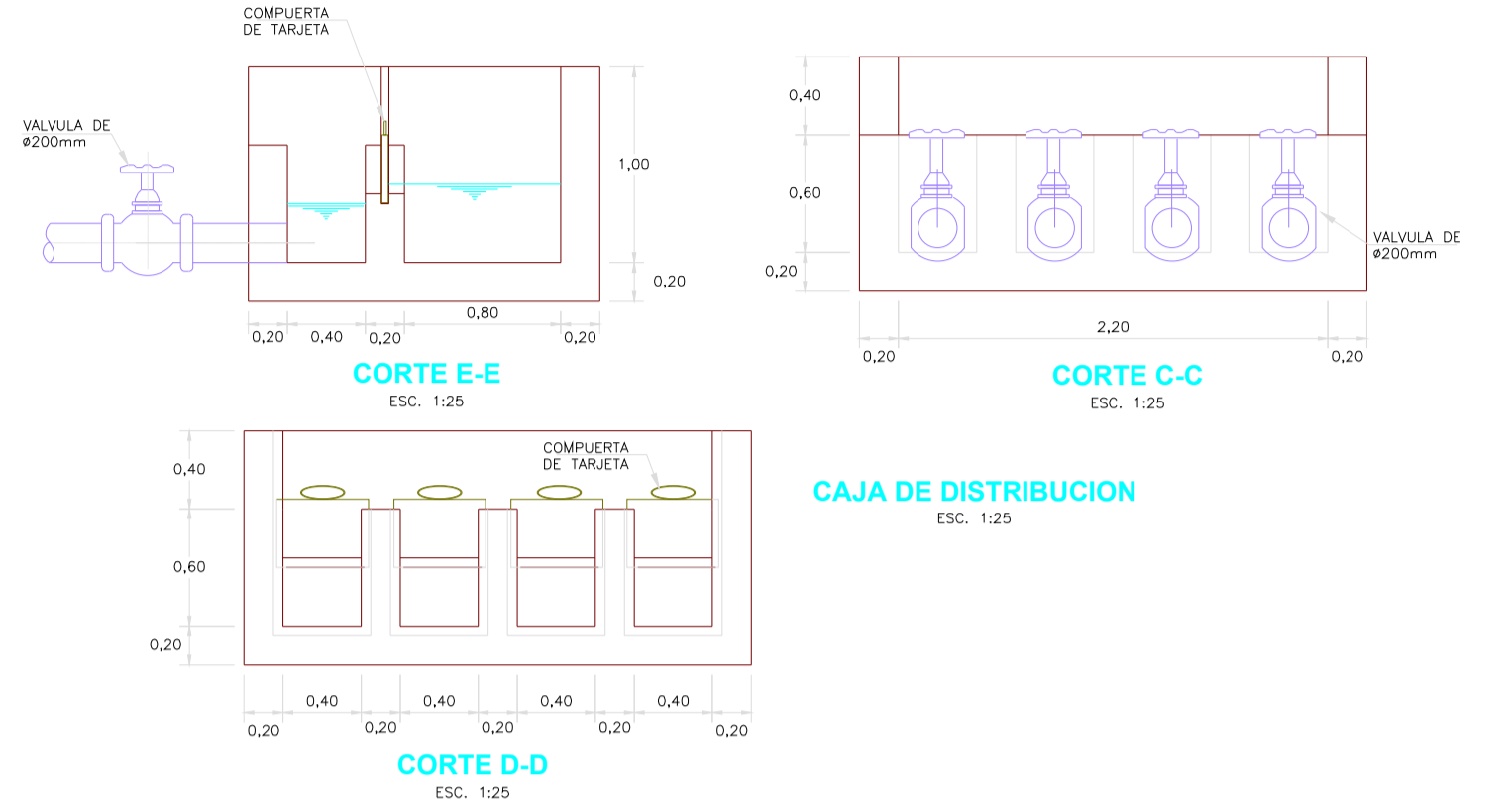
PLANTA NIVEL DE FONDO
ESC. 1:50



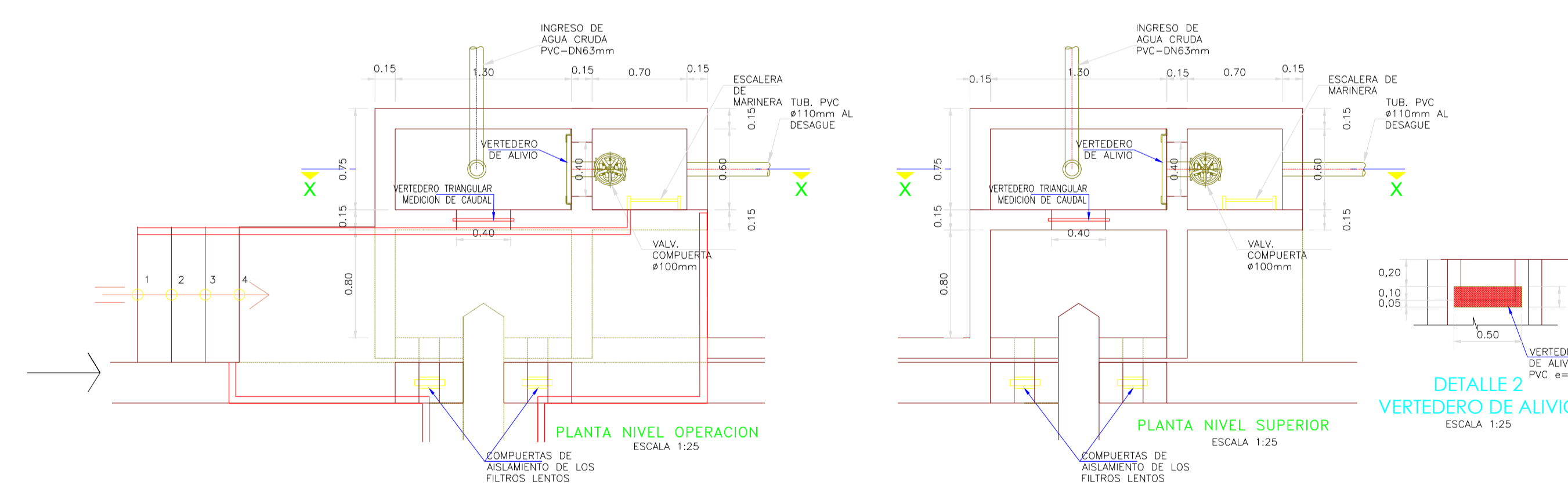
PLANTA NIVEL DE SUPERIOR
ESC. 1:50



PLANTA CAJA DE DISTRIBUCION
ESC. 1:25



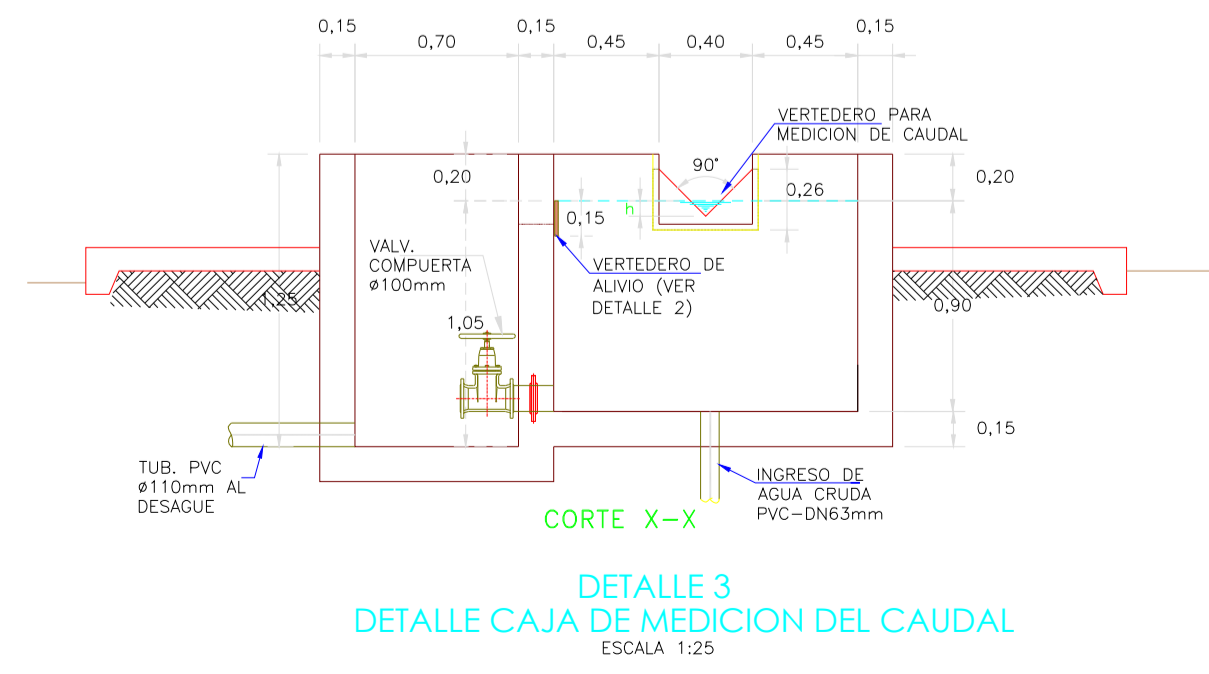
DETALLE 1 DRENAJE DE LOS FILTROS
ESC. 1:20



PLANTA NIVEL OPERACION
ESCALA 1:25

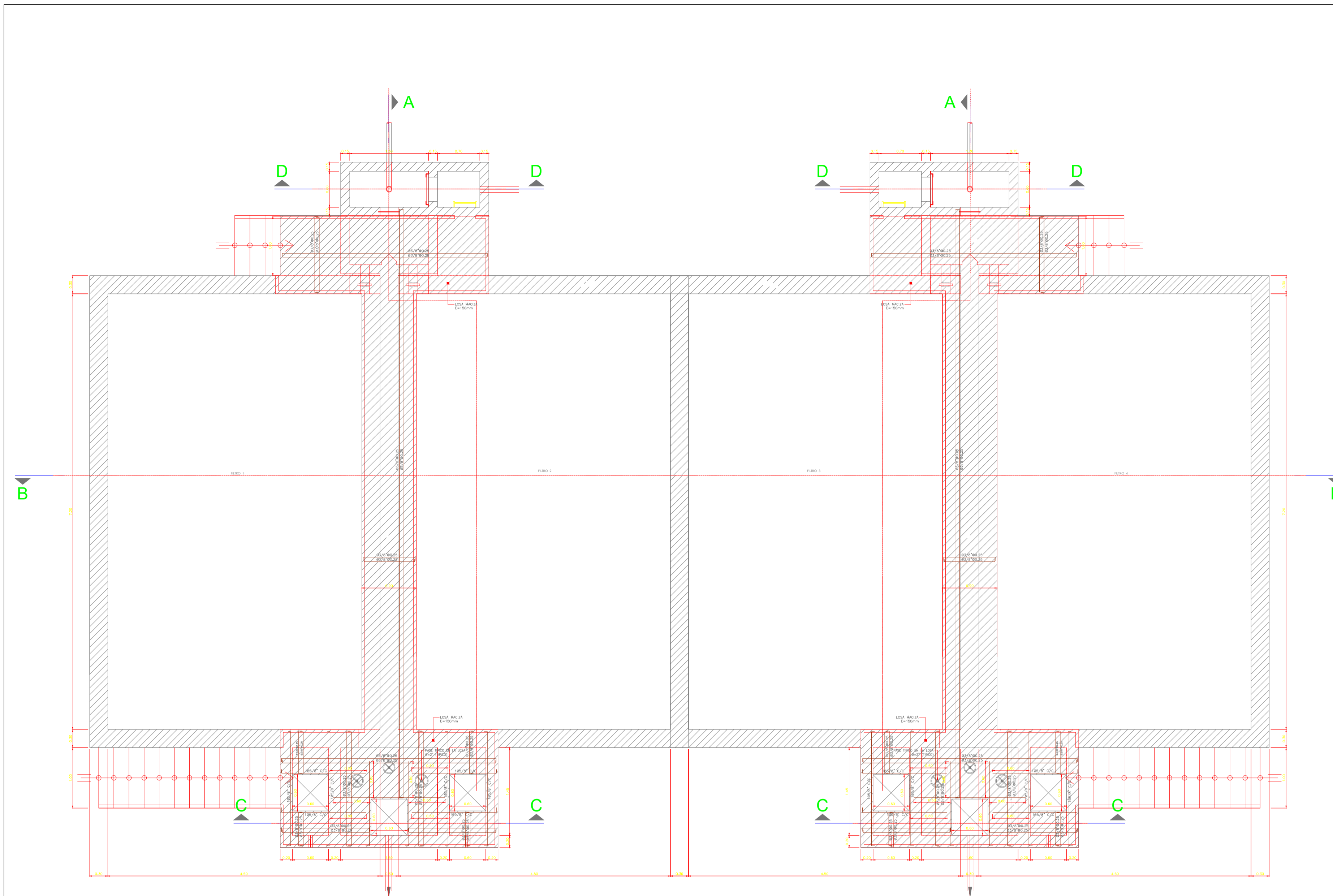
PLANTA NIVEL SUPERIOR
ESCALA 1:25

DETALLE 2 VERTEDERO DE ALIVIO
ESCALA 1:25



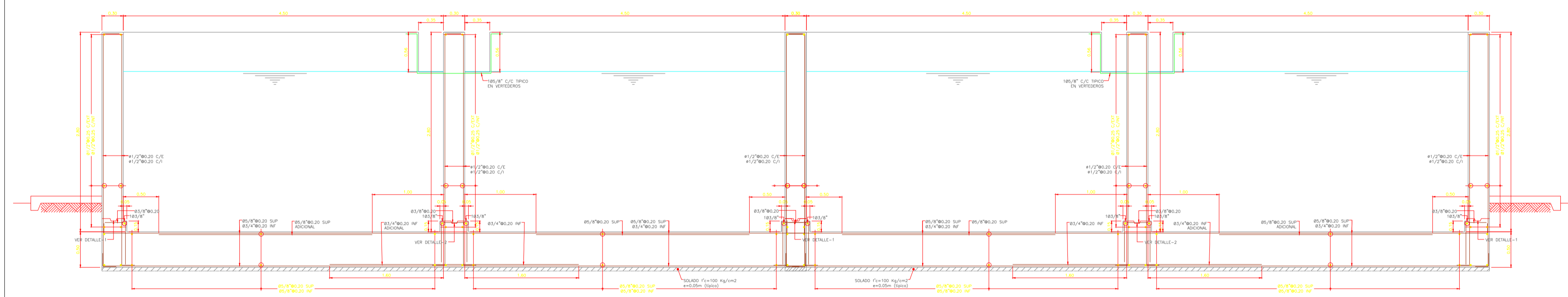
DETALLE 3 DETALLE CAJA DE MEDICION DEL CAUDAL
ESCALA 1:25

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO				TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021
	PLANO: FILTRO LENTO - INSTALACIONES SANITARIAS				
UBICACION: YAUTAN YAUTAN		DISTRITO: YAUTAN		PROVINCIA: CASMA	
DEPARTAMENTO: ANCASH		LAMINA Nº: FL-02		DIBUJADO: R.J.O.B.	
ESCALA: INDICADA		FECHA: DICIEMBRE 2021		REV: 7 APR 2021	

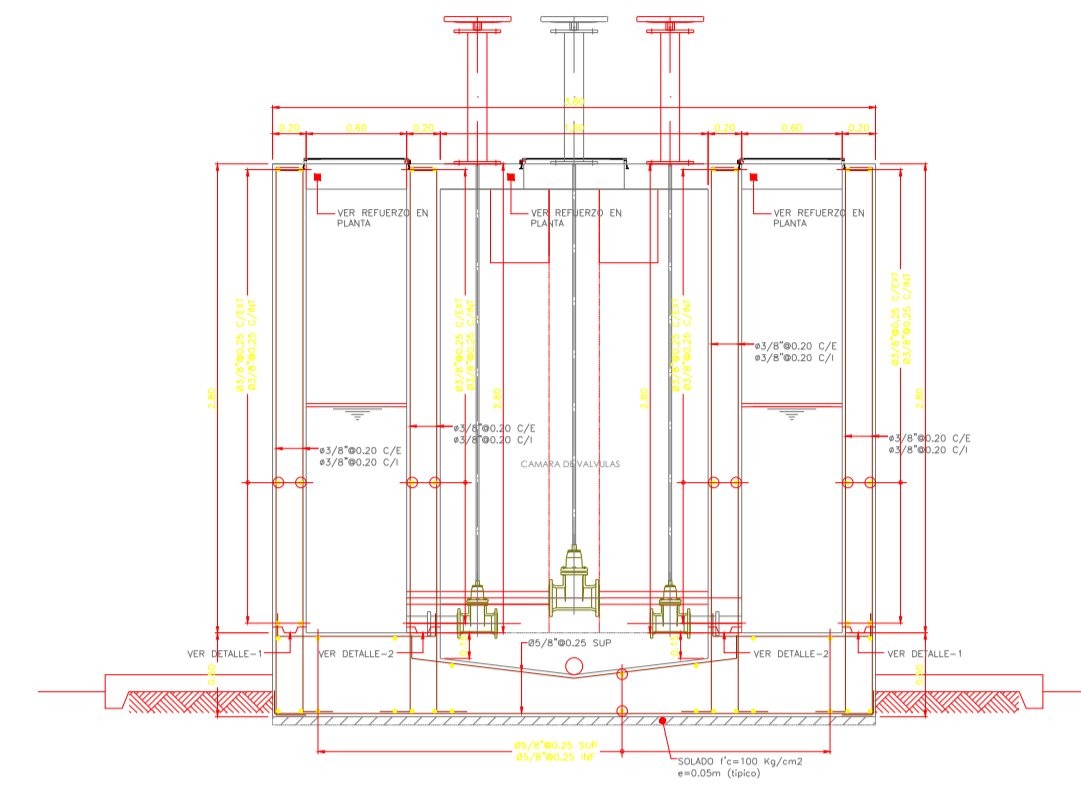


PLANTA - FILTRO LENTO - NIVEL DE OPERACIÓN
ESC: 1/25

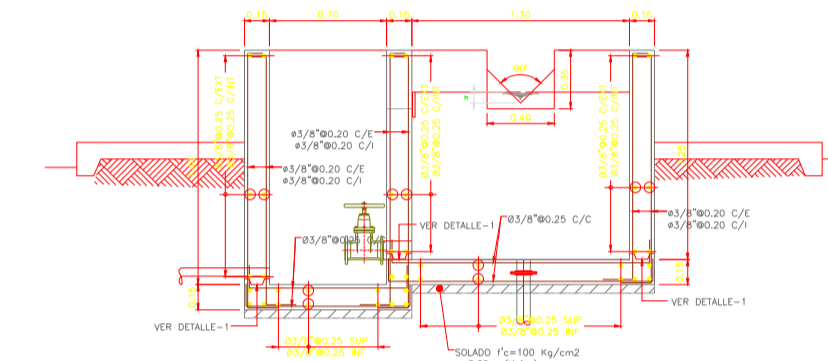
PLANTA - FILTRO LENTO - NIVEL DE OPERACIÓN
ESC: 1/25



CORTE B-B / FILTRO LENTO
ESC: 1/25



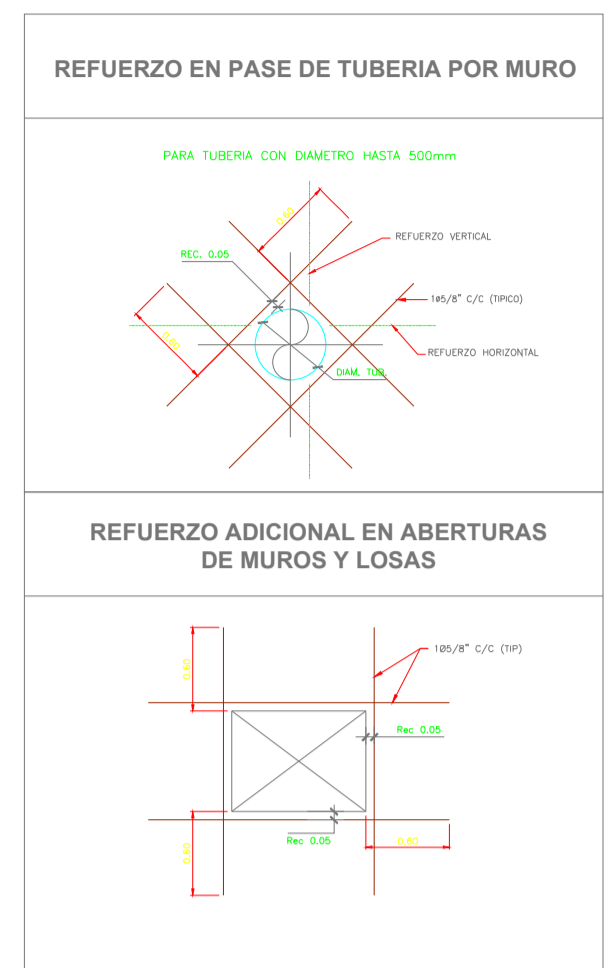
CORTE C-C / FILTRO LENTO
ESC: 1/25



CORTE D-D / FILTRO LENTO
ESC: 1/25

DES: GANCHO ESTÁNDAR DE 90° / 135° EN EXTREMOS DE VARRILLAS

VARILLA	Ø (mm)	LONG (mm)	Ø (mm)	LONG (mm)	Ø (mm)	LONG (mm)
1	10	100	10	100	10	100
2	10	150	10	150	10	150
3	10	200	10	200	10	200
4	10	250	10	250	10	250
5	10	300	10	300	10	300
6	10	350	10	350	10	350



REFUERZO EN PASE DE TUBERIA POR MURO

PARA TUBERIA CON DIAMETRO HASTA 500mm

REFUERZO ADICIONAL EN ABERTURAS DE MUROS Y LOSAS

NOTAS IMPORTANTES

- EL DISEÑO ESTRUCTURAL MOSTRADO ESTÁ REFERIDO A LA CONDICIÓN DE DISEÑO HIDRÁULICO DE MAYOR CAUDAL. PARA MEJOR CAUDAL, DE DISEÑO PODRÁ REDUCIRSE EL REFORZO PERO NUNCA MENOR QUE UNA CUANTÍA MENOR DE 0.003.
- EL DISEÑO HIDRÁULICO ESTÁ CONDICIONADO PARA LAS SIGUIENTES PARÁMETROS (CORMA E.033 INE):
 - CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO ASUMIDO: 1 kg/cm²
 - PARÁMETROS SOMOS:
 - Z = 0.45 (ZONA 4)
 - C = 2.0
 - W = 1.0
 - T₀ = 1.0 (S=3)
 - R = 6 (MARGEN ESTRUCTURALES)

EN CASO LAS UNIDADES SEAN DISEÑADAS EN ZONAS DISTINTAS AL ASUMIDO, DEBERÁ VERIFICARSE INTEGRALMENTE.

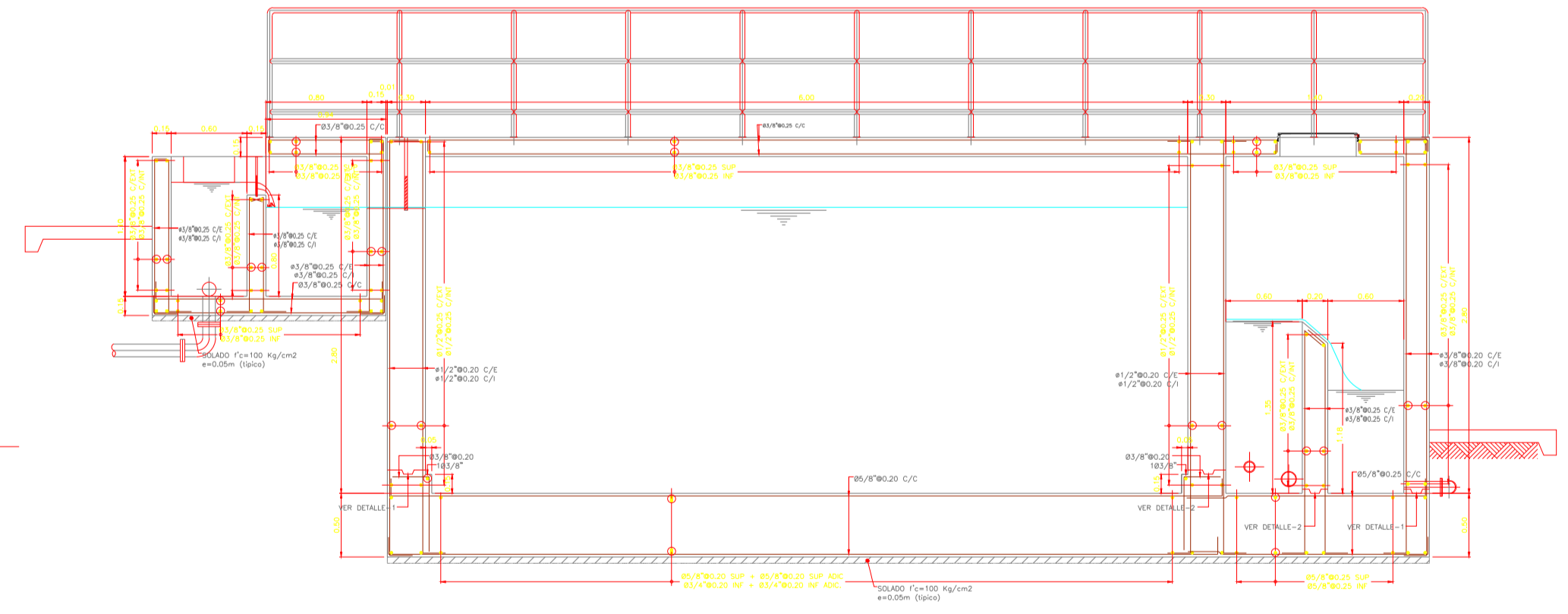
- CEMENTO = PORTLAND TPO V, ASTM 150
- AGUA: Superf. agresiva, en caso contrario usar CEMENTO PORTLAND TPO I
- RESISTENCIA DEL CONCRETO
 - f_c = 280 kg/cm² CONCRETO ESTRUCTURAL
 - f_c = 100 kg/cm² CONCRETO SÓLIDO
- RESISTENCIA ACERO DE REFORZO: f_y = 4200 kg/cm²

3.- PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE LA UNIDAD HIDRÁULICA SE UTILIZARÁ SIEMPRE ACTIVO IMPERMEABILIZANTE HIDRÓFUGO DE CASADO RECONOCIDA.

4.- TODAS LAS UNIDADES HIDRÁULICAS TENDRÁN UN ACABADO SUPERFICIAL ACABADO Y UN REVESTIMIENTO DE MORTERO, USAR ENCINTADO GARIBAY.

NOTAS JUNTA HORSERESPANVA

- LA SUPERFICIE DE LOS LUGARES DONDE SE INSTALARA JUNTA HORSERESPANVA, DEBE SER LIGERAMENTE INCLINADA CON UNA LANA SE DEBERÁ REMOVER LOS RESIDUOS Y LAMPAR LA SUPERFICIE ANTES DE LA INSTALACIÓN.
- QUITAR EL PAPEL ADHESIVO POR LA PUNTA DEL ROLLO Y SAMPLEMENTE SE COLOCARÁ SOBRE LA SUPERFICIE DE CONCRETO PUNTEADO CON CLAVOS SIMPLES CADA METRO.



CORTE A-A / FILTRO LENTO
ESC: 1/25



DETALLE-1: COLOCACIÓN DE JUNTA HIDRO EXPANSIVA EN ENCUENTRO DE LOSA DE FONDO Y MURO PERIMETRICO

DETALLE-2: COLOCACIÓN DE JUNTA HIDRO EXPANSIVA EN ENCUENTRO DE LOSA DE FONDO Y MURO INTERIOR

CUADRO DE LONGITUDES DE TRASLAPES
SECCION AC-350-01 (f_c=280 kg/cm², f_y=4200 kg/cm²)

VARILLA	Ø (mm)	AREA (cm ²)	LONGITUD DE TRASLAPES ACERO HORIZONTAL (LH)	LONGITUD DE TRASLAPES ACERO VERTICAL (LV)
#10	10	78.5	350	400
#12	12	110.7	400	450
#14	14	153.9	450	500
#16	16	201.1	500	550
#18	18	254.3	550	600
#20	20	314.2	600	650
#22	22	380.1	650	700
#24	24	452.4	700	750
#28	28	615.8	850	900
#32	32	804.2	1000	1050

NOTAS

- CUANDO SE UTILIZAN VARILLAS DE DIFERENTE TAMAÑO LA LONGITUD DE TRASLAPES PARA TODAS LAS VARILLAS DEBERÁ SER LA LONGITUD PARA LA VARILLA DE MAYOR TAMAÑO.
- NO SE DEBERÁ EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL REFORZO HORIZONTAL EN LA MISMA SECCIÓN DEL MURO O CONCRETO.
- LA UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE EMPALME, DEBERÁ SER DEFINIDAS EN OBRAS Y ESTAR DE ACUERDO LA PRODUCCIÓN DE ACERO TRABAJADO.

CUADRO DE LONGITUDES DE TRASLAPES
SECCION AC-350-01 (f_c=280 kg/cm², f_y=4200 kg/cm²)

VARILLA	Ø (mm)	AREA (cm ²)	LONGITUD DE TRASLAPES ACERO HORIZONTAL (LH)	LONGITUD DE TRASLAPES ACERO VERTICAL (LV)
#10	10	78.5	350	400
#12	12	110.7	400	450
#14	14	153.9	450	500
#16	16	201.1	500	550
#18	18	254.3	550	600
#20	20	314.2	600	650
#22	22	380.1	650	700
#24	24	452.4	700	750
#28	28	615.8	850	900
#32	32	804.2	1000	1050

NOTAS

- CUANDO SE UTILIZAN VARILLAS DE DIFERENTE TAMAÑO LA LONGITUD DE TRASLAPES PARA TODAS LAS VARILLAS DEBERÁ SER LA LONGITUD PARA LA VARILLA DE MAYOR TAMAÑO.
- NO SE DEBERÁ EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL REFORZO HORIZONTAL EN LA MISMA SECCIÓN DEL MURO O CONCRETO.
- LA UBICACIÓN DE LAS ZONAS DE EMPALME, DEBERÁ SER DEFINIDAS EN OBRAS Y ESTAR DE ACUERDO LA PRODUCCIÓN DE ACERO TRABAJADO.

PRINCIPALES ABBREVIACIONES

MARCA	DESCRIPCION
SUP	EN CARA SUPERIOR
INF	EN CARA INTERIOR
C/S	EN CADA SENTIDO
C/E	EN CADA CARA
C/E	EN CARA EXTERIOR
C/I	EN CARA INTERIOR
ALT	ALTERNADO
TP	TIPO
N.F.	NIVEL DE FONDO
J.C.	JUNTA DE CONTRACCION
J.B.	JUNTA DE DILATACION
C.	CENTRO DE LOSA

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021

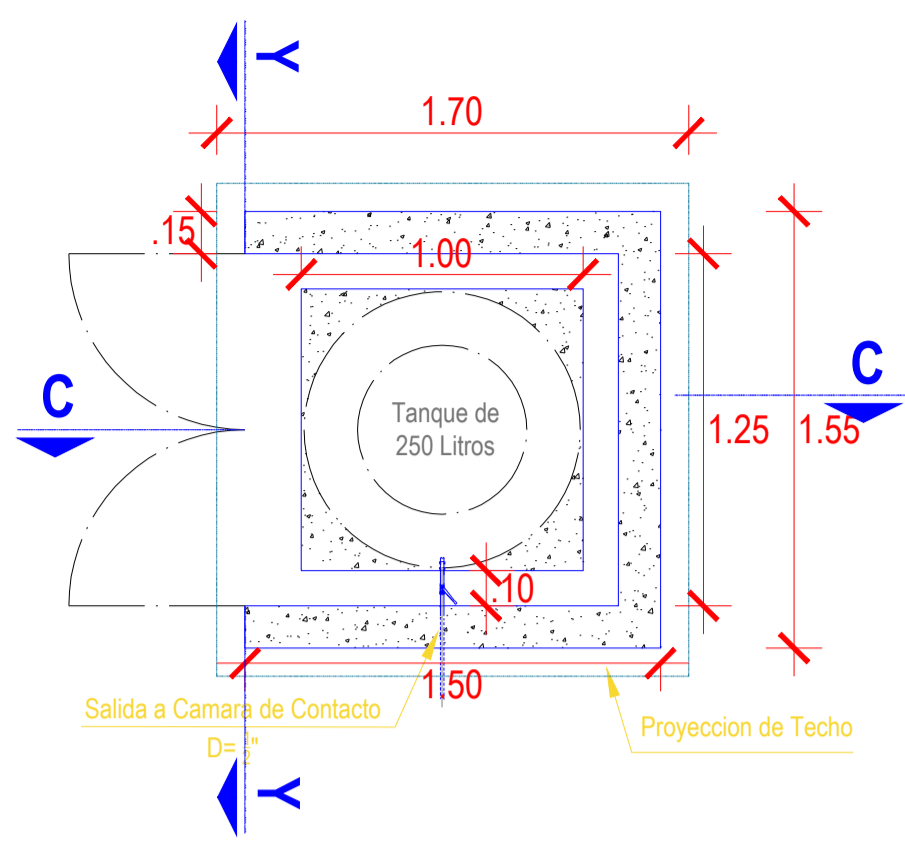
PLANT: **FILTRO LENTO - ESTRUCTURAS**

UBICACIÓN LOCALIDAD: **YAUTAN** PROVINCIA: **YAUTAN** DEPARTAM.: **CASMA** ANCAH: **ANCASH**

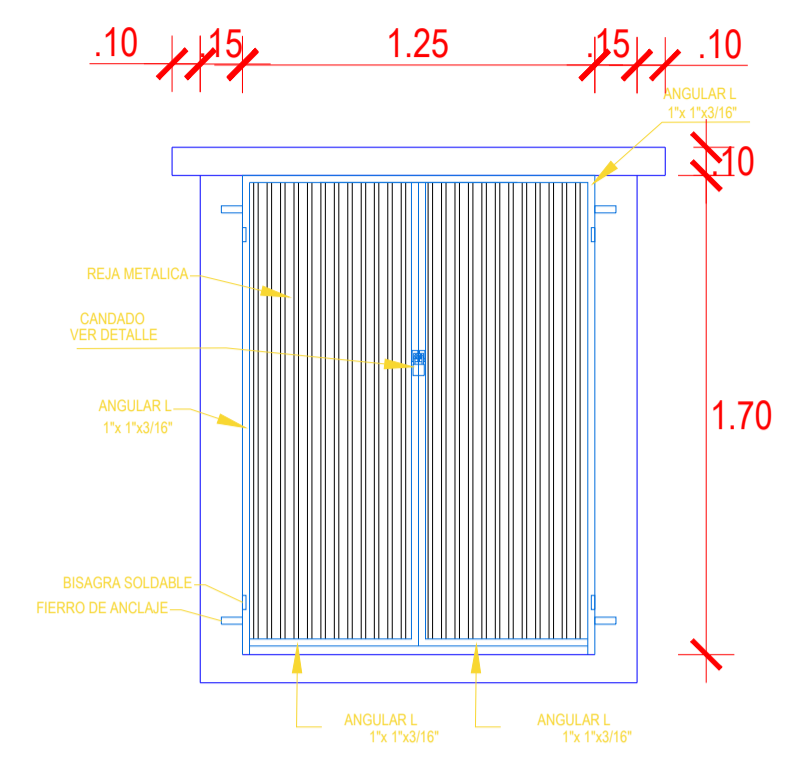
DIBUJO: **R.J.O.B.** ESCALA: **INDICADA** FECHA: **DICIEMBRE 2021**

LAMINA Nº: **FL-03**

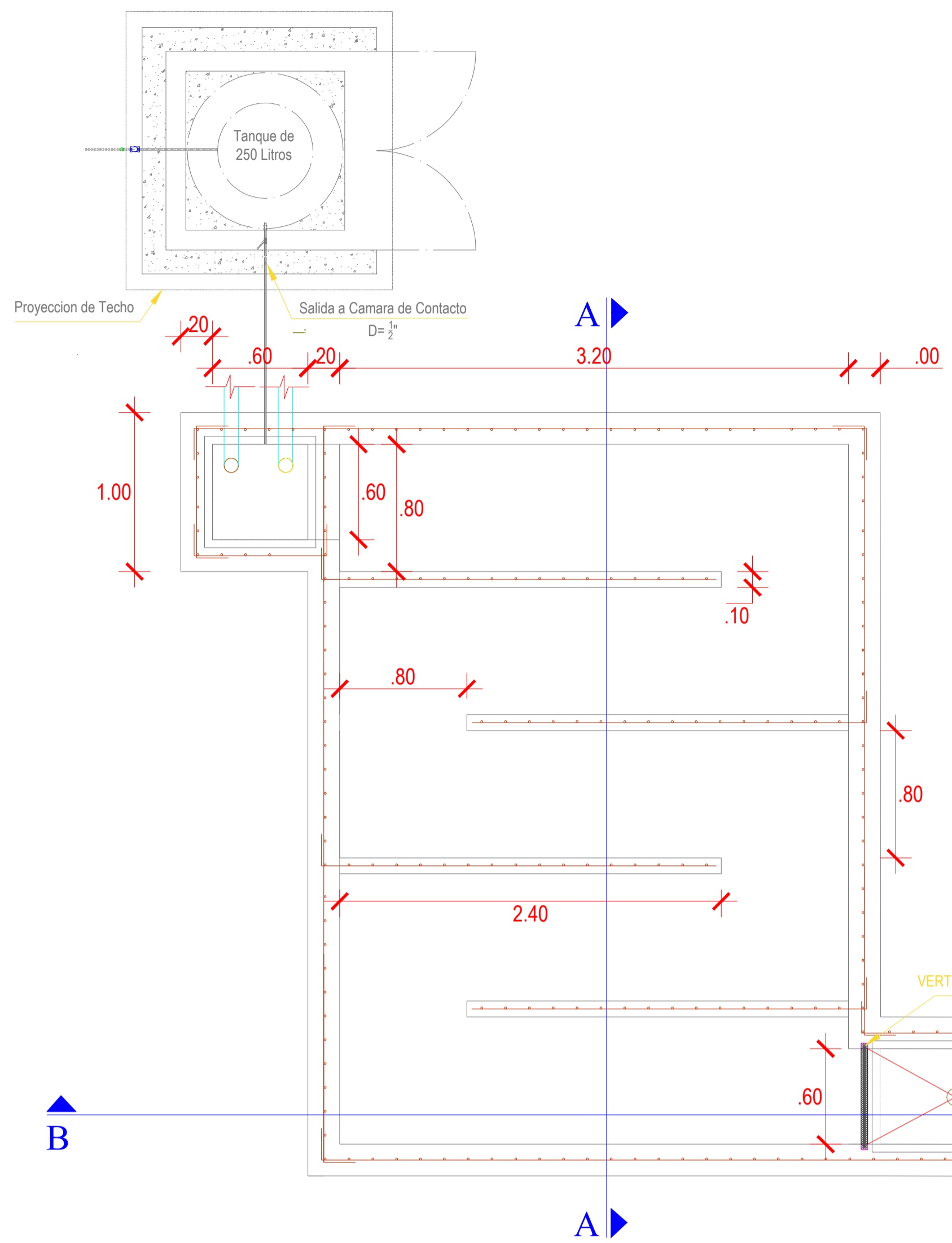
REV. / APROB.:



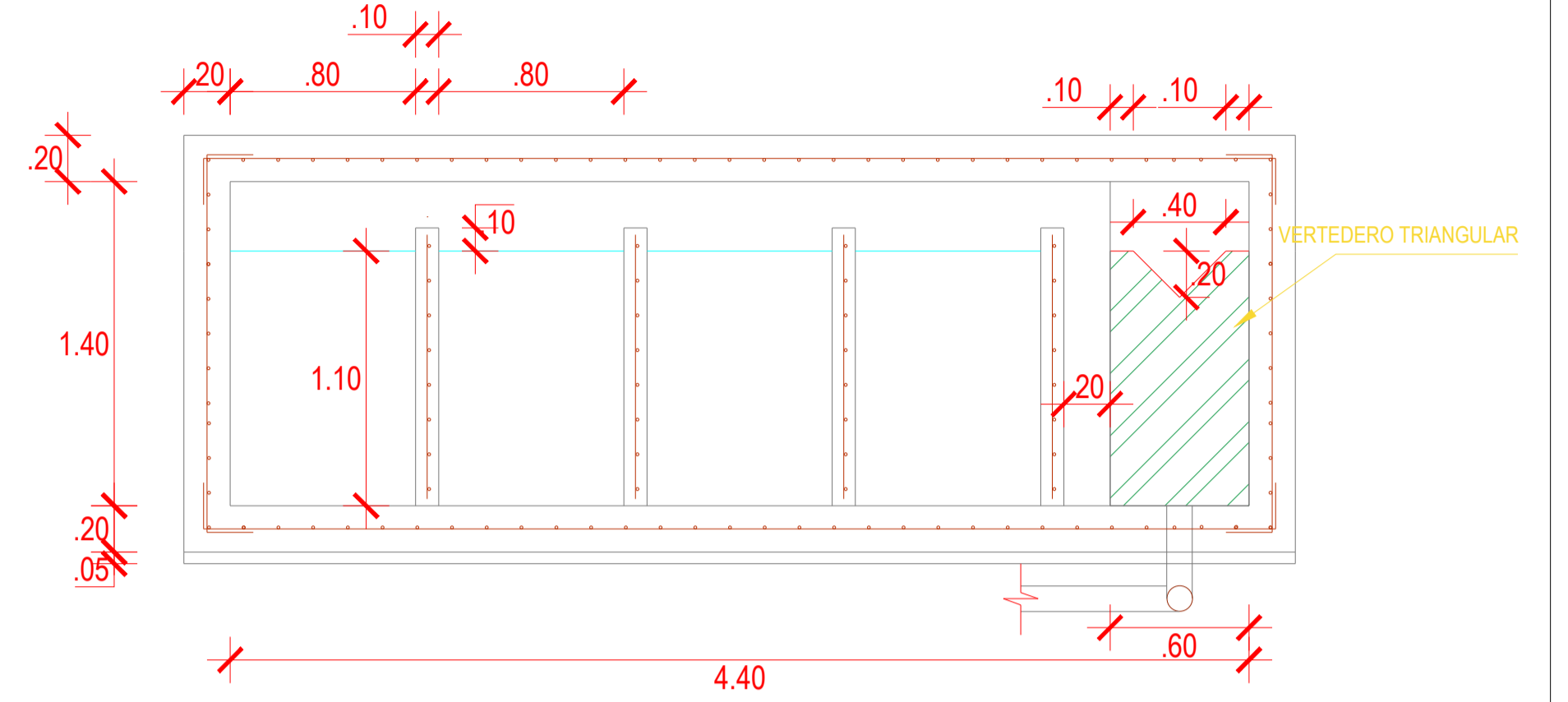
VISTA DE PLANTA DE TANQUE PARA DOSIFICAR CLORO
ESC. 1:25



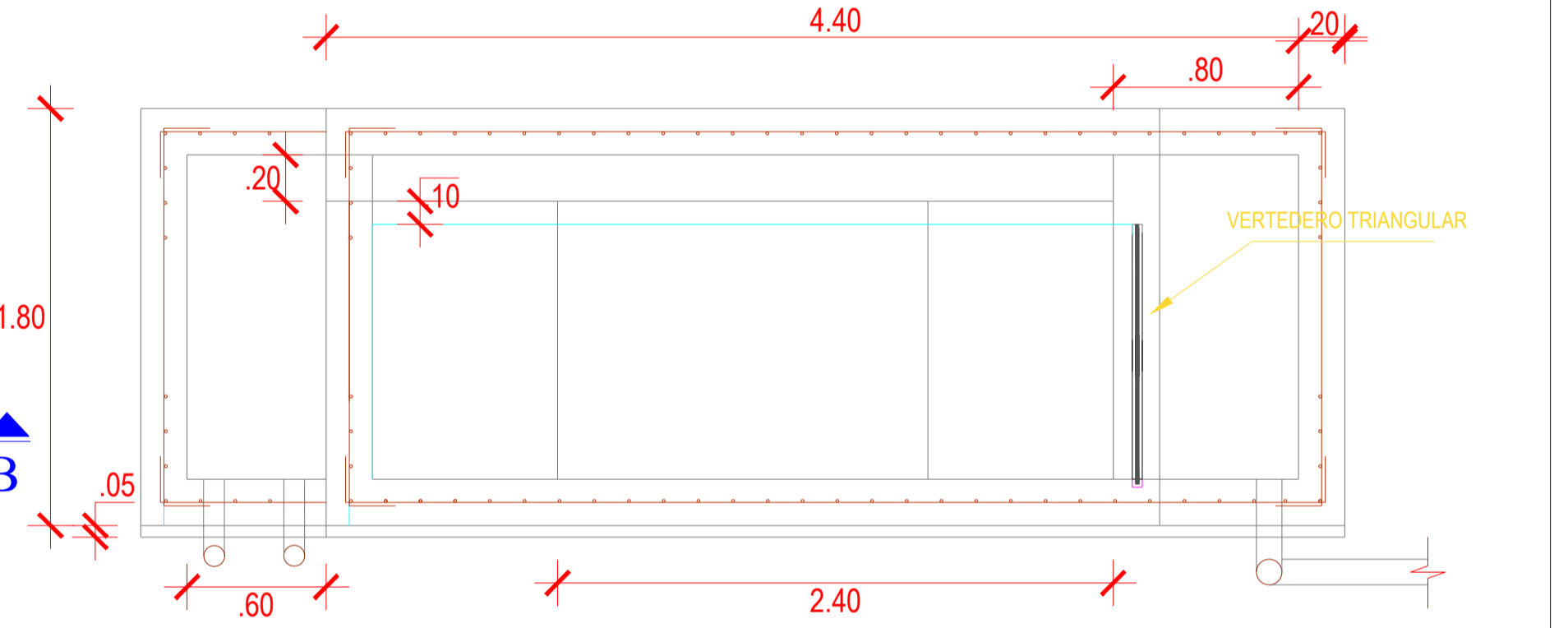
CORTE (Y-Y) DETALLE DE PUERTA METALICA
ESC. 1:25



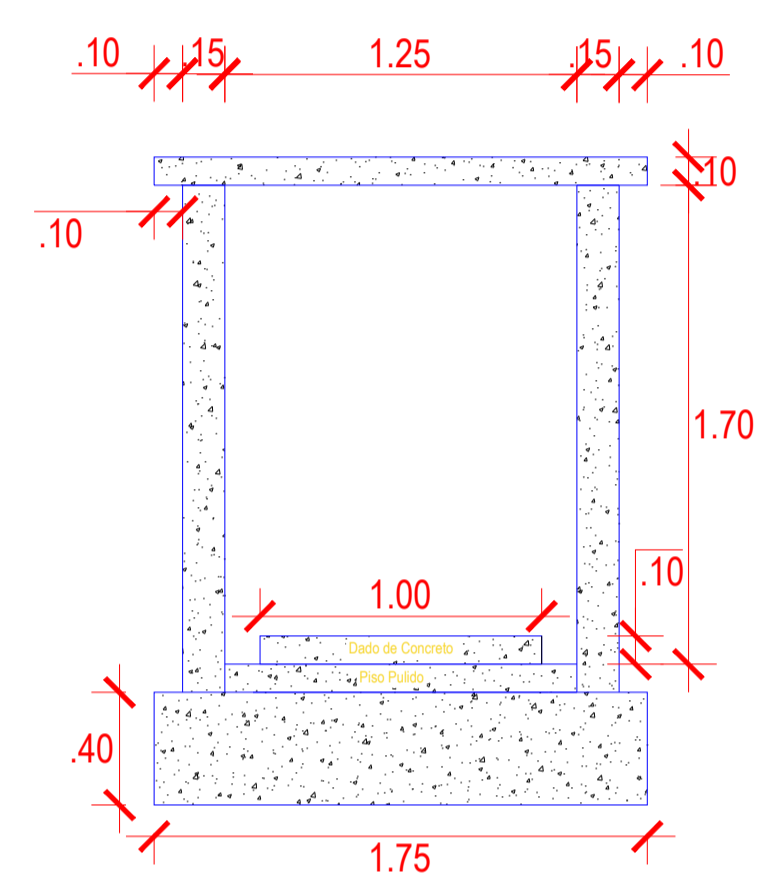
PLANTA GENERAL - CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO
ESCALA 1 : 20



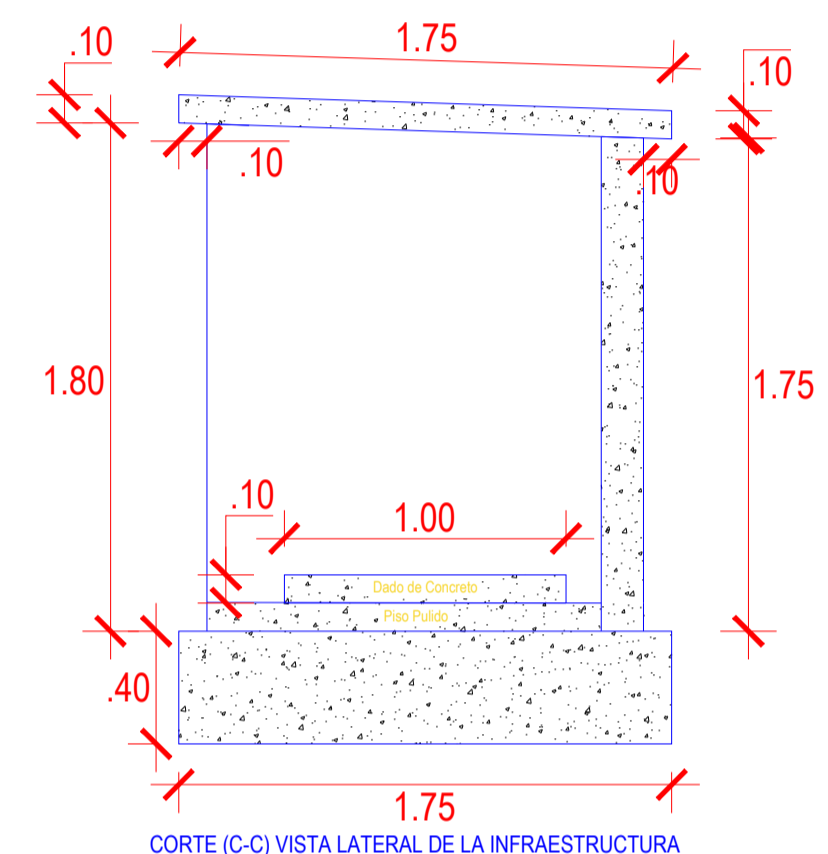
CORTE A - A - CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO
ESCALA 1 : 20



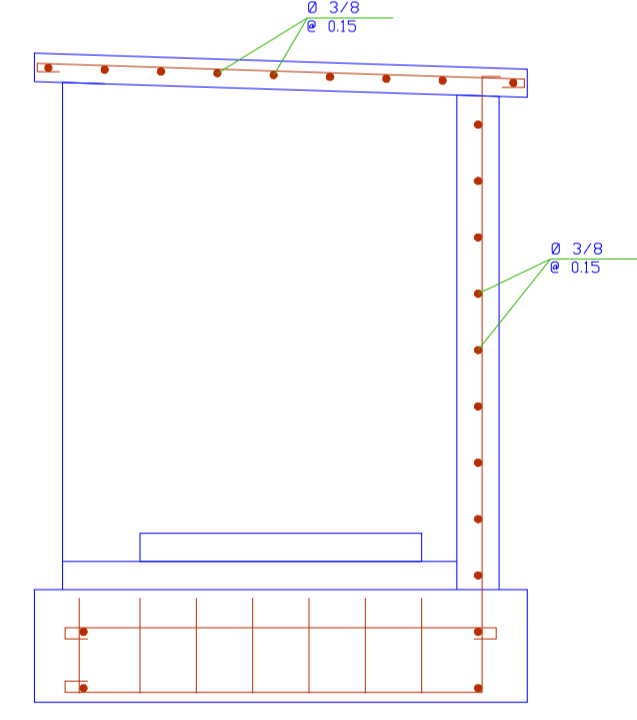
CORTE B - B - CÁMARA DE CONTACTO DE CLORO
ESCALA 1 : 20



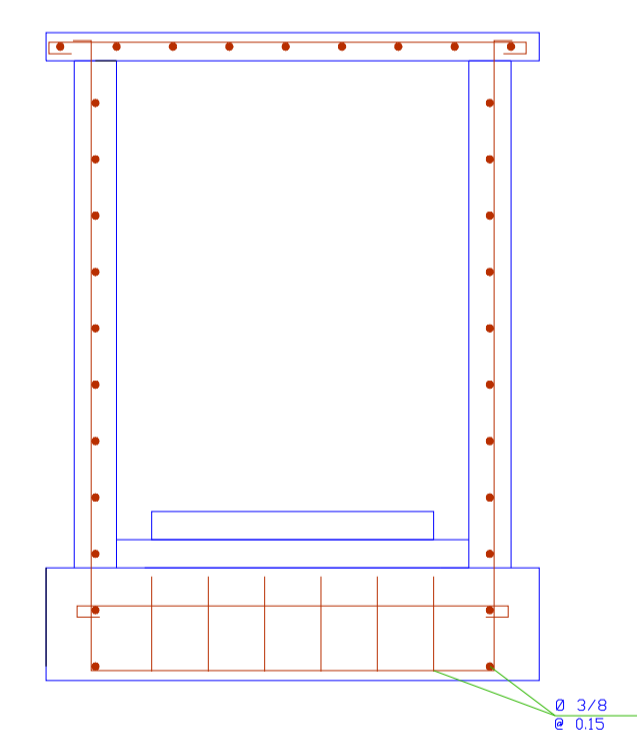
CORTE (Y-Y) VISTA FRONTAL DE LA INFRAESTRUCTURA
ESC. 1:25



CORTE (C-C) VISTA LATERAL DE LA INFRAESTRUCTURA
ESC. 1:25



CORTE (C-C) VISTA LATERAL DE LA INFRAESTRUCTURA
ESC. 1:25



CORTE (Y-Y) VISTA FRONTAL DE LA INFRAESTRUCTURA
ESC. 1:25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

MATERIALES:
 ACERO EN GENERAL: S-285 kg/m²
 CEMENTO PORTLAND (OP):
 LADRILLO DE ARCILLA O CEMENTO: TIPO ROJO O SIMILAR

CONCRETO ARMADO:
 EN GENERAL: F'cd = 100 kg/cm²
 LIMITAR LA RELACION AGUA CEMENTO: 0.45 PARA EL FONDO, ZAPATA, MUROS, VIGAS Y COLUMNAS.

CONCRETO SIMPLE:
 RESISTENCIA CARBONATA: F'cd = 100 kg/cm²

REQUERIMIENTOS:
 ZAPATA Y LOSA DE FONDO: 15 cm
 MURO: 4.0 cm
 VIGAS PERALTEADAS: 4.0 cm
 VIGAS CANTERA Y OTROS: 2.5 cm
 COLUMNAS: 4.5 cm

VACADO DEL CONCRETO: (MAYOR LA ALTURA MAXIMA PARA EL VACADO DEL CONCRETO SEA DE 1.50 METROS)

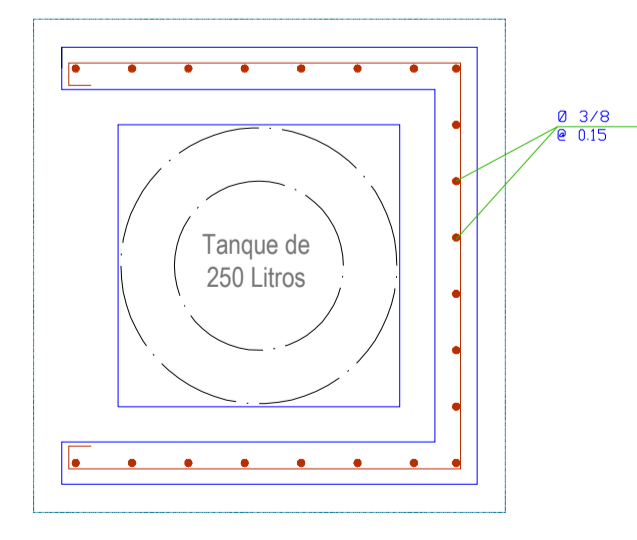
NOTAS:
 SE RECOMIENDA TENER CUIDADO DE CONTROLAR EN EL DISEÑO EL EQUILIBRIO DE CUALQUIER FILTRACION DE AGUA QUE AFERE EL EQUILIBRIO POTENCIAL DEL SUELO.

REVESTIMIENTOS PARA SUPERFICIES EN CONTACTO CON EL AGUA:
 1ra. CAPA: MEZCLA CEMENTO ARENA 1:3 ESPESOR: 1.5 cm. ACABADO BRANCO
 2da. CAPA: A LA JALAJA HORAL, MEZCLA CEMENTO ARENA 1:3 ESPESOR: 0.5 cm.
 ACABADO FROTADO

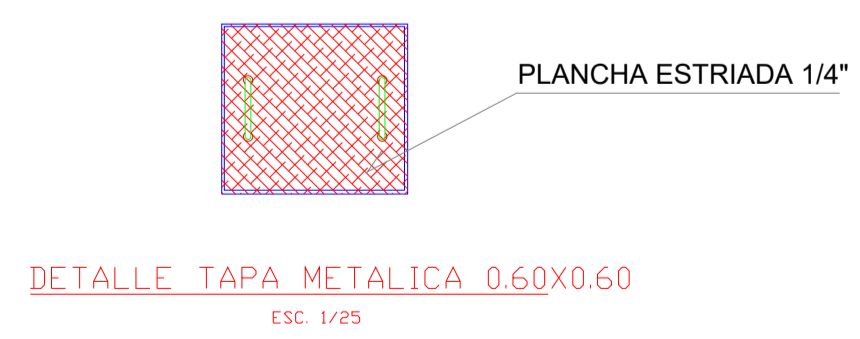
EN AMBAS CAPAS SE UTILIZARA APTIVO IMPERMEABILIZANTE EN PROPORCION DE ACERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL FABRICANTE.

CAPACIDAD PORTANTE SUELO:
 1.97 kg/cm²

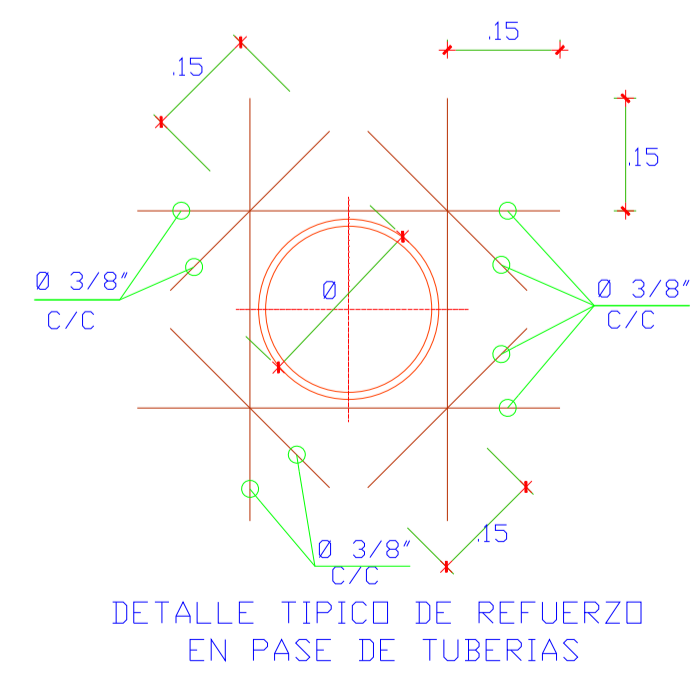
REGULAMENTO:
 REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - RNE



VISTA DE PLANTA DE TANQUE PARA DOSIFICAR CLORO
ESC. 1:25



DETALLE TAPA METALICA 0.60X0.60
ESC. 1/25



DETALLE TIPICO DE REFUERZO EN PASE DE TUBERIAS

VERTEDERO TRIANGULAR PARED DELGADA Y LISA - FORMULA DE THOMSON
 $Q = 1.4H^{3/2}$

ALTIMA (H)	CAUDAL (Q)
(m)	(l/s)
0.03	0.22
0.04	0.45
0.05	0.78
0.06	1.23
0.07	1.81
0.08	2.53
0.09	3.40
0.10	4.43
0.11	5.62
0.12	6.98
0.13	8.53
0.14	10.27
0.15	12.20
0.16	14.34
0.17	16.68
0.18	19.24
0.19	22.03
0.20	25.04

* Q es el caudal en m³/s, H es la carga en m.
 Fuente: MANUAL DE HIDRAULICA, J.M. de azavedo, Guillermo Costa A. Edición 1973, São Paulo, Brasil

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021

PLANO: UNIDAD DE DESINFECTACION

UBICACION: LOCALIDAD: YAUTAN, DISTRITO: YAUTAN, PROVINCIA: CASMA, DEPARTAM: ANCASH

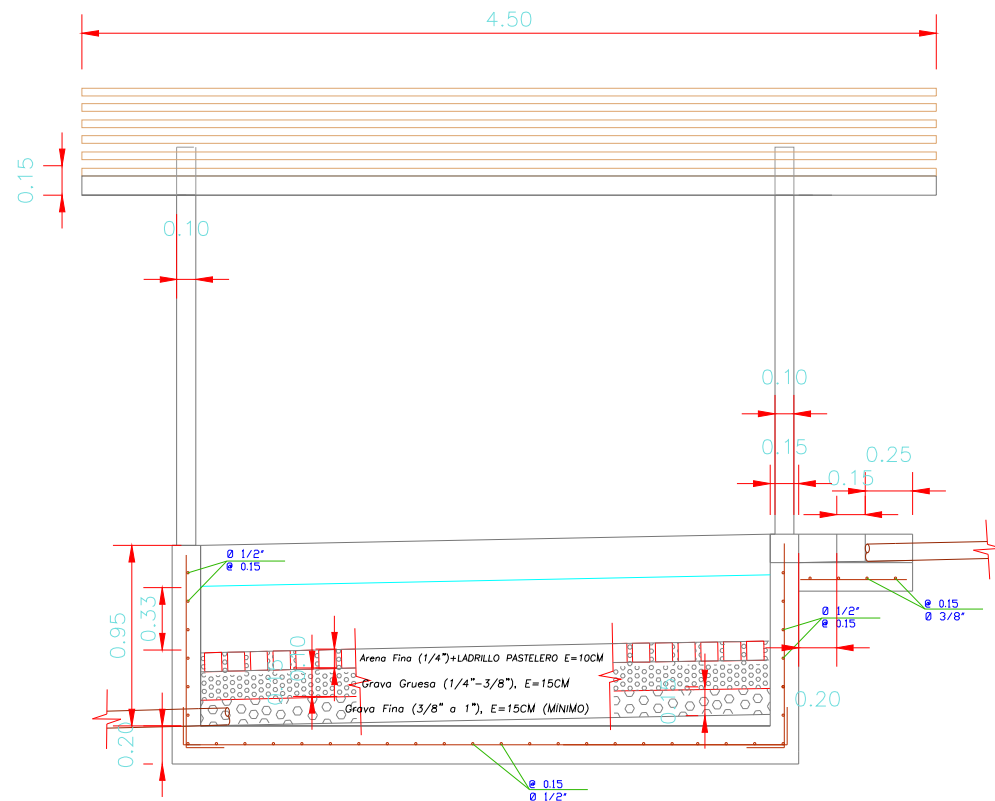
TITULO: R.J.O.B.

ESCALA: INDICADA

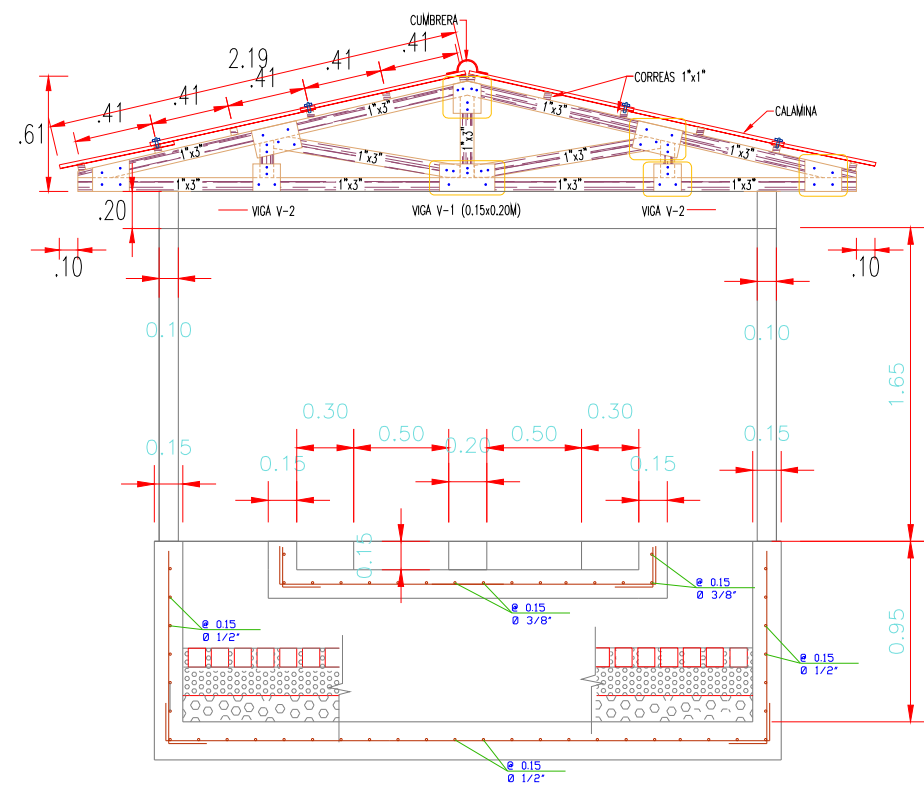
FECHA: DICIEMBRE 2021

REV. / APROB.:

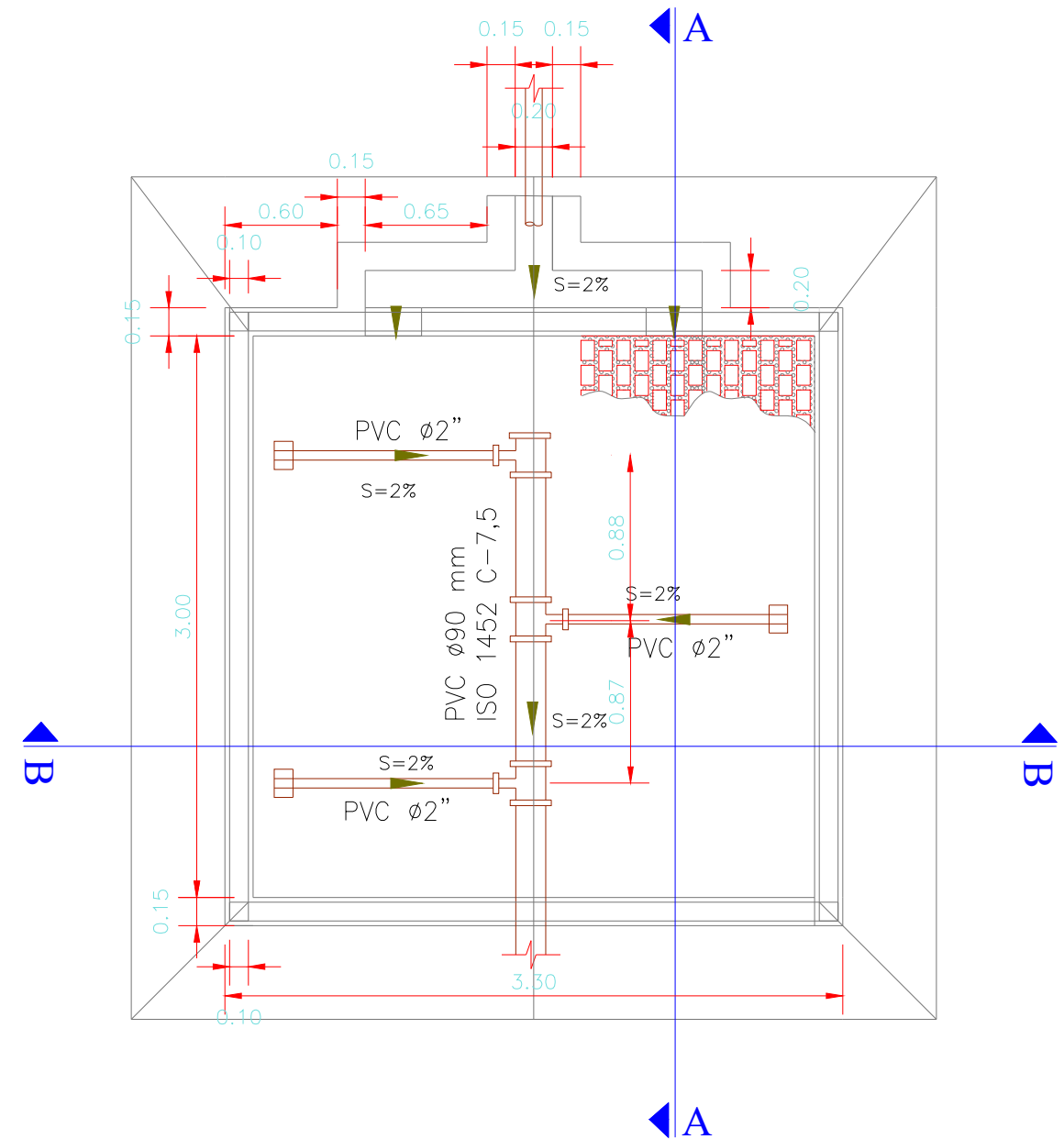
LAMINA N°: UD-01



CORTE A - A - LECHO DE SECADO
ESCALA 1 : 20

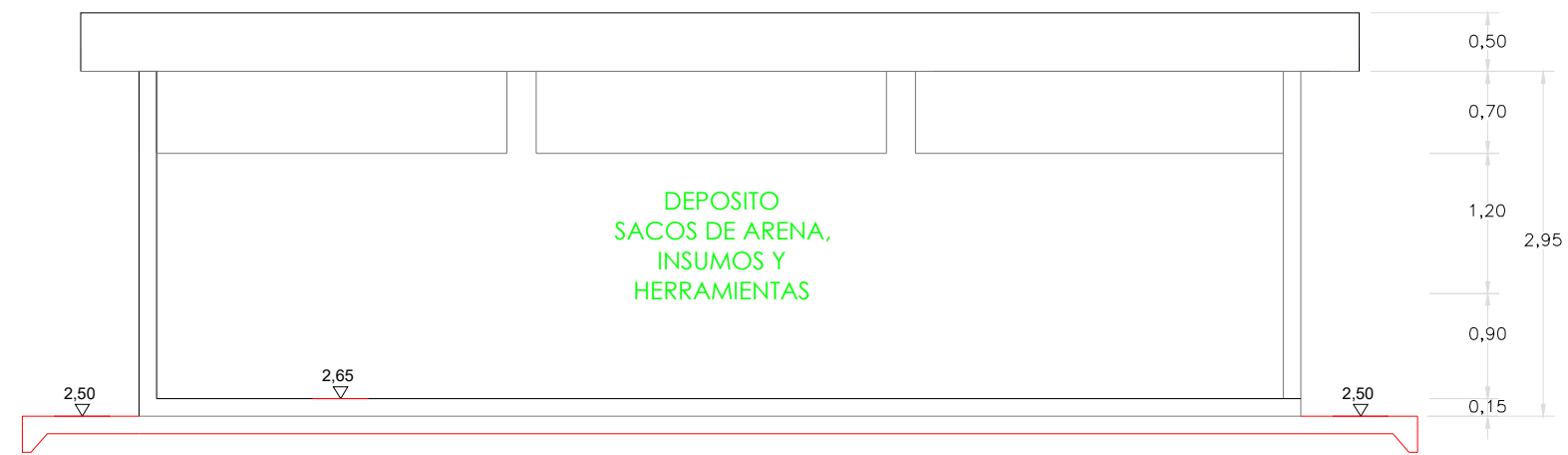
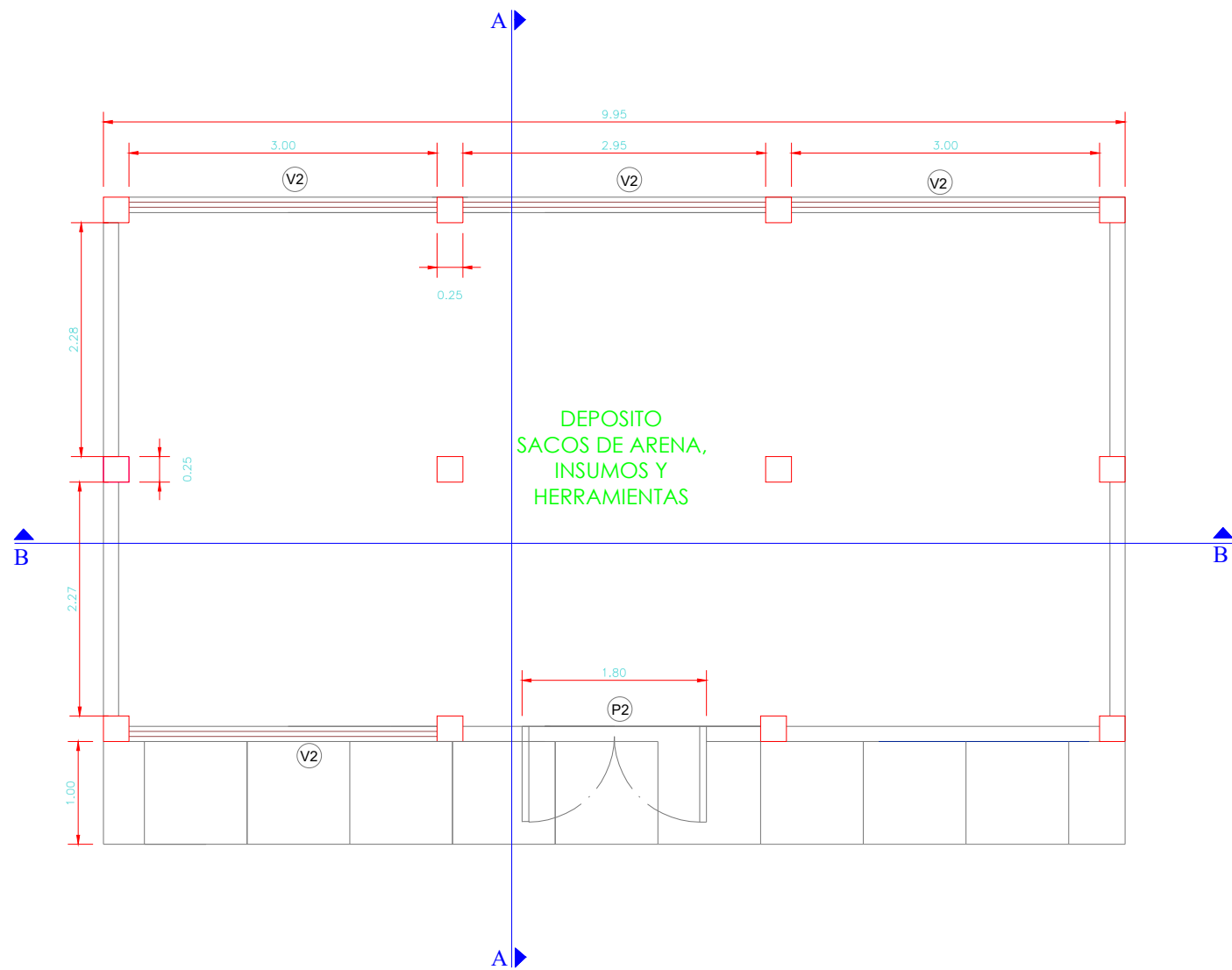


CORTE B - B - LECHO DE SECADO

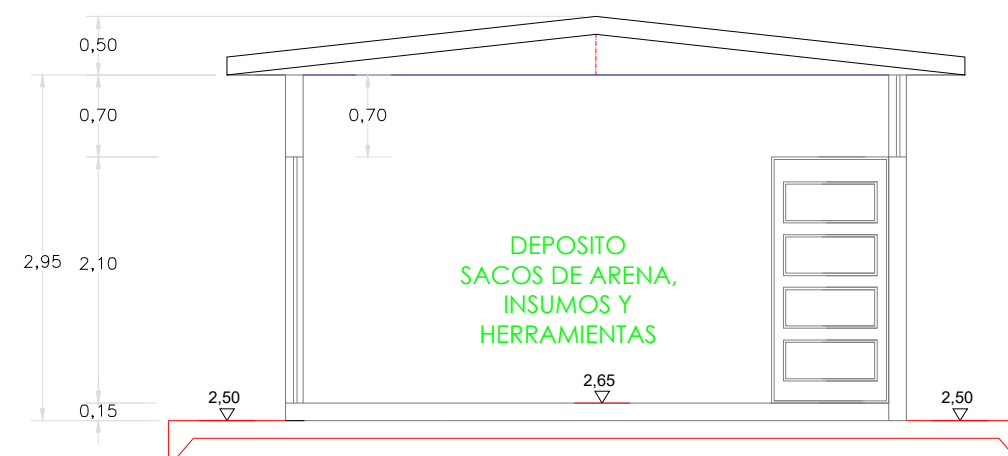


PLANTA GENERAL - LECHO DE SECADO
ESCALA 1 : 20

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021		
	PLANO: LECHO DE SECADO					
	UBICACION: LOCALIDAD YAUTAN YAUTAN CASMA ANCASH				LAMINA Nº: LS-01	
	DIBUJÓ: R.J.O.B.		ESCALA: INDICADA FECHA: DICIEMBRE 2021 REV. / APROB. :			



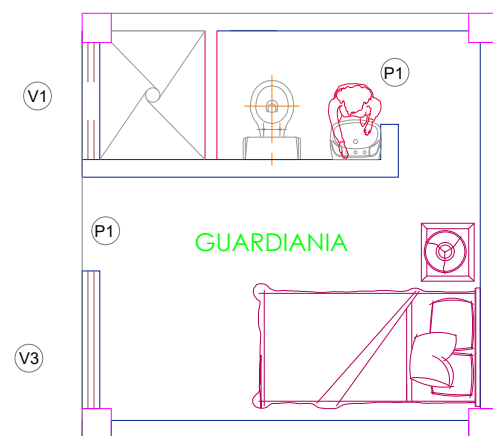
CORTE B-B
ESCALA: 1/50



CORTE A-A
ESCALA: 1/50

CUADRO DE PUERTAS				
Nº	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	MATERIAL
P1	0.80	2.10	1	Metálica
P2	1.80	2.10	1	Metálica

CUADRO DE VENTANAS					
Nº	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	CANTIDAD	MATERIAL
V1	1.10	0.30	1.80	1	Metálico
V2	3.00	0.70	2.10	1	Metálico
V3	1.10	0.80	1.50	1	Metálico



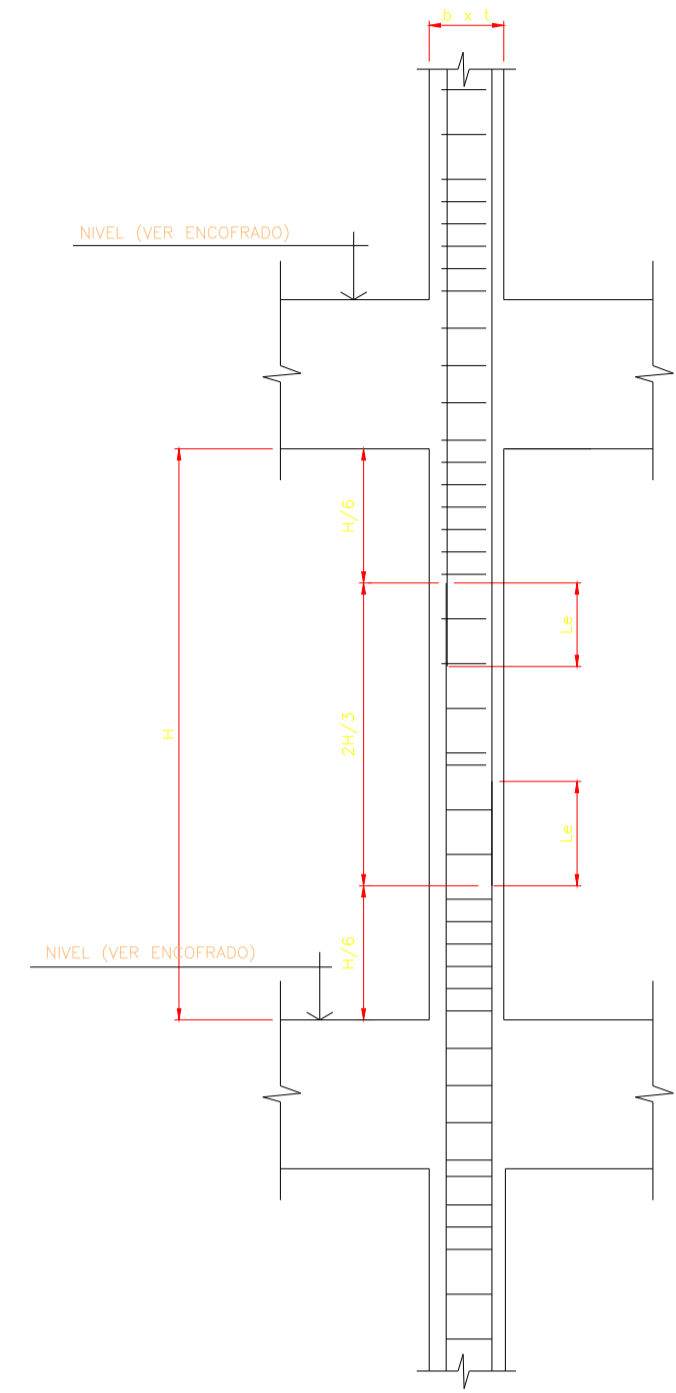
TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021

PLANO: DEPOSITO Y GUARDIANÍA - ARQUITECTURA

UBICACION: LOCALID. DISTRITO PROVINCIA DEPARTAM.
YAUTAN YAUTAN CASMA ANCASH

DIBUJO: R.J.O.B. ESCALA: INDICADA
FECHA: DICIEMBRE 2021
REV. / APROB. :

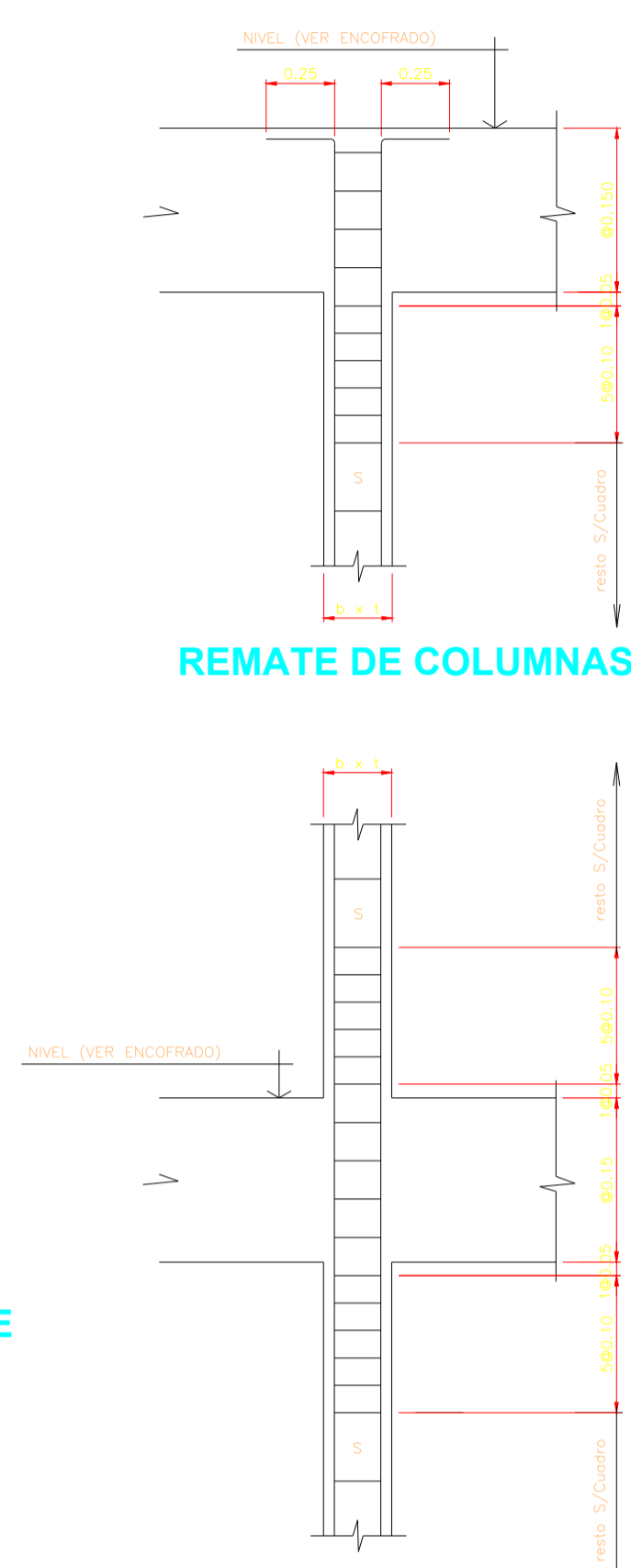
LAMINA Nº:
AR-01



DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS

CUADRO DE COLUMNAS

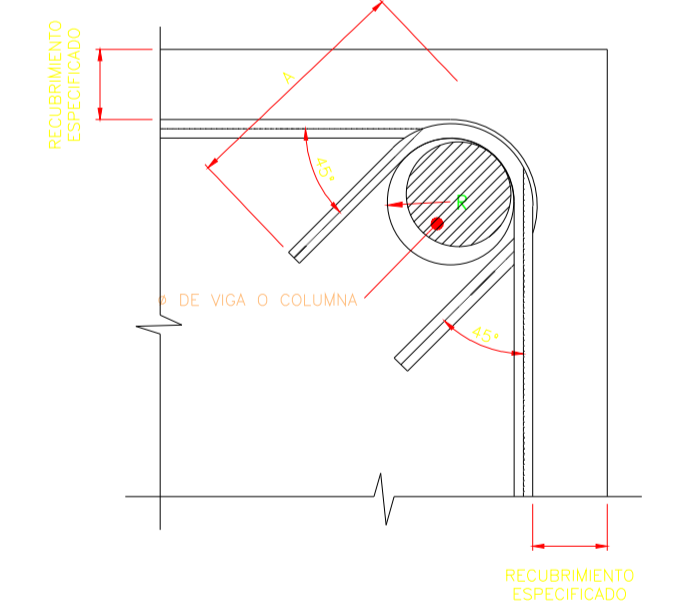
NIVEL	CARACTERIST.	TIPO	C-1
TODOS	DIMENSIONES		
	As		6Ø5/5"
	ESTRIBADO		1 [] Ø3/8", 1Ø0.05 5Ø0.10, 1Ø0.25



REMATO DE COLUMNAS

REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS

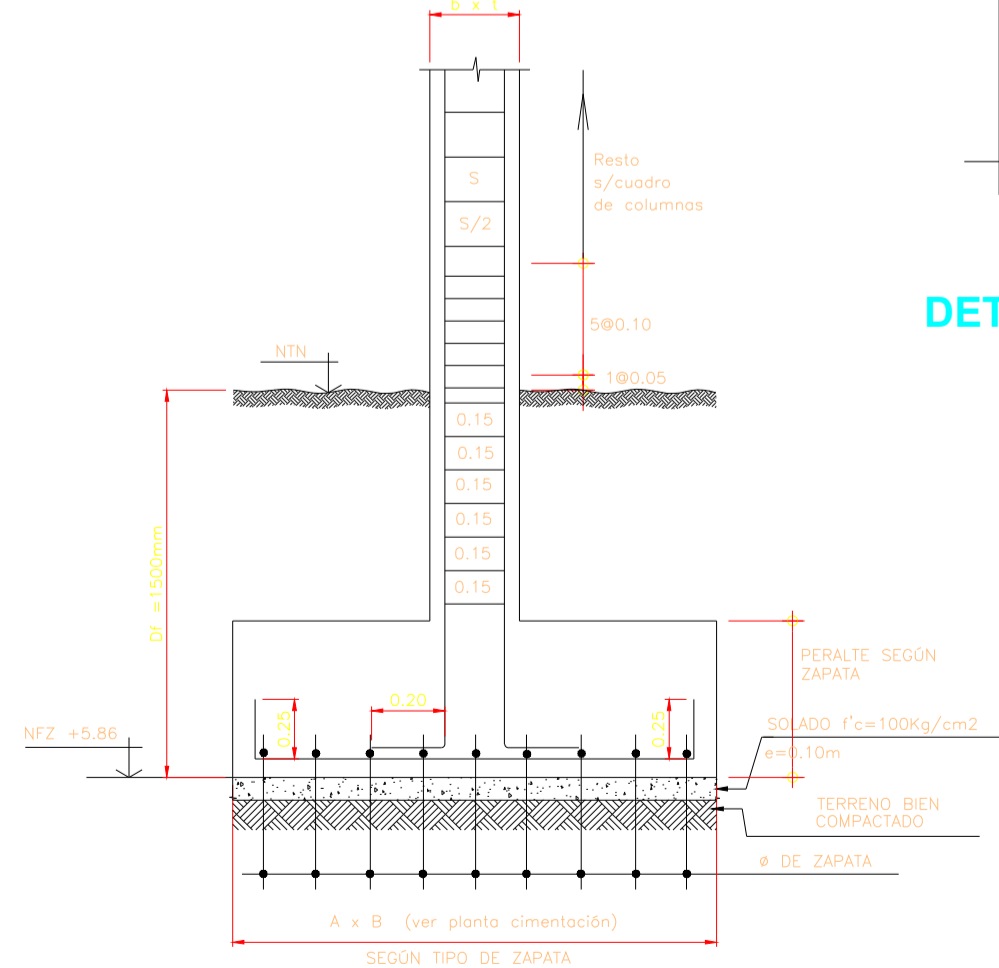
Ø	R	A
1/4"	20 mm	80 mm
3/8"	30 mm	120 mm



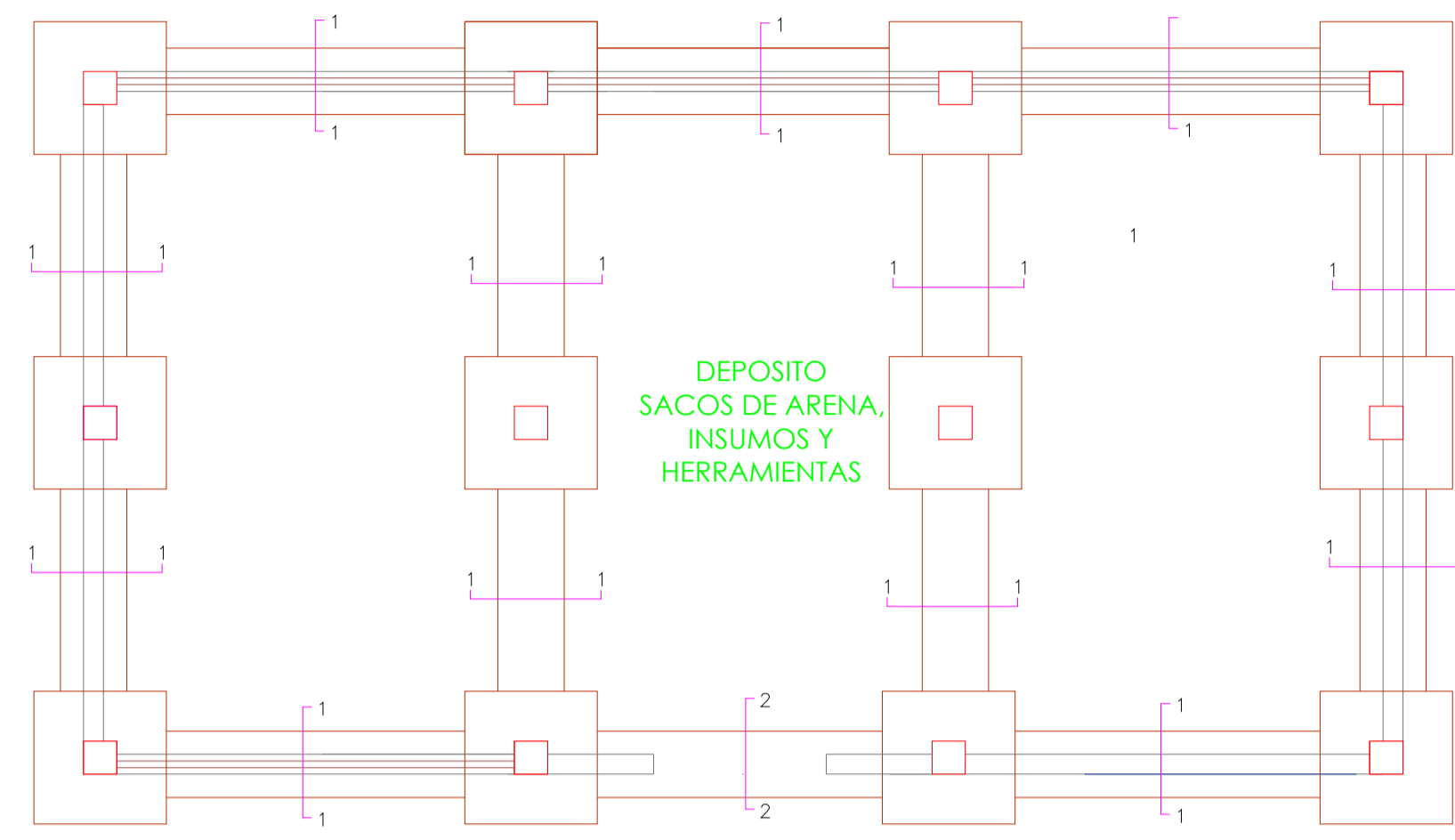
DETALLE TÍPICO DE GANCHO EN ESTRIBOS

Ø	Le (m)
3/8"	0.40
1/2"	0.45
5/8"	0.60
3/4"	0.80
1"	1.20

EMPALMAR EN DIFERENTES PARTES TRATANDO DE HACER LOS EMPALMES FUERA DE LA ZONA DE CONFINAMIENTO

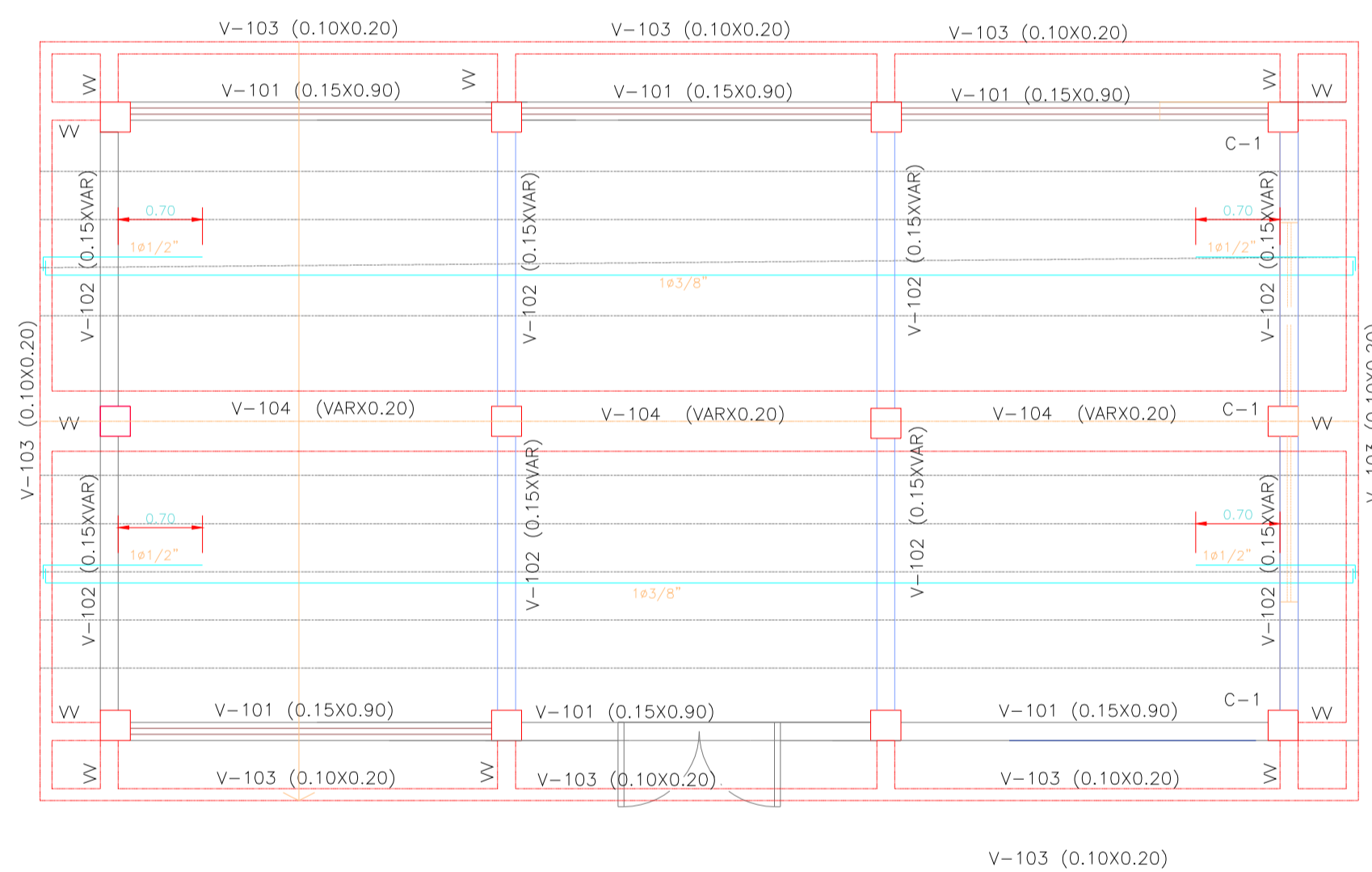


DETALLE TÍPICO DE ZAPATA

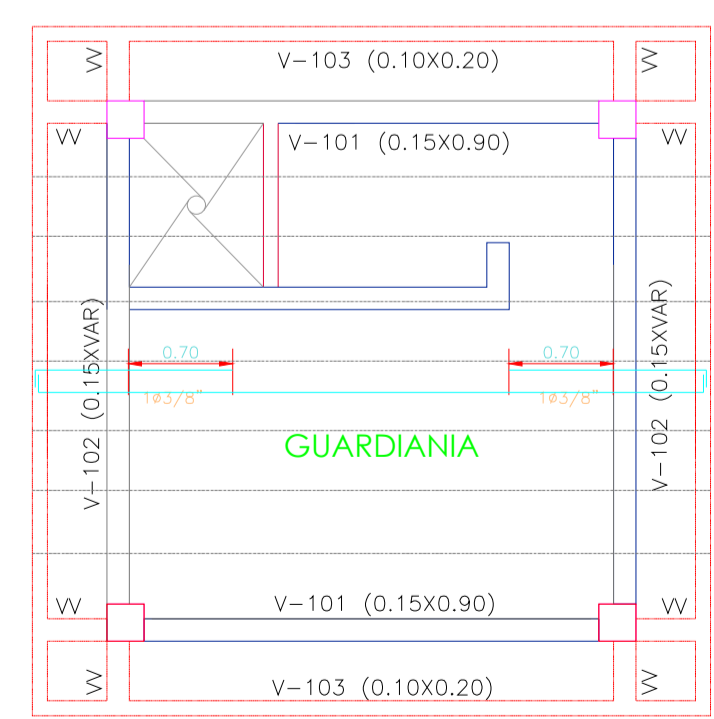


PLANTA CIMENTACIÓN

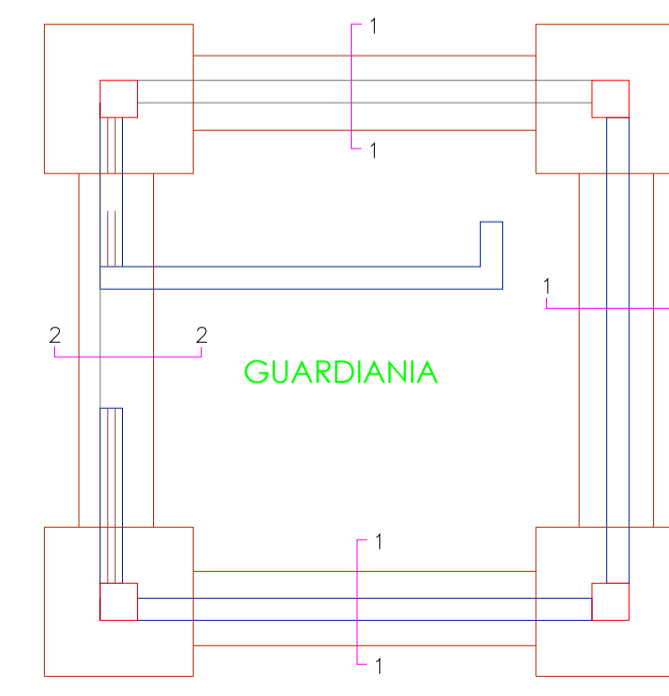
ESCALA: 1/50
NOTA: PISO DE CONCRETO SIMPLE f'c=140 Kg/cm2, e=100mm, SOBRE UNA CAPA DE AFIRMADO COMPACTADO e=200mm, ACABADO SEMIPULIDO



PLANTA ENCOFRADO LOSA ALIGERADA - DEPÓSITO
H=200mm ESC=1/50 S/C=100Kg/m2

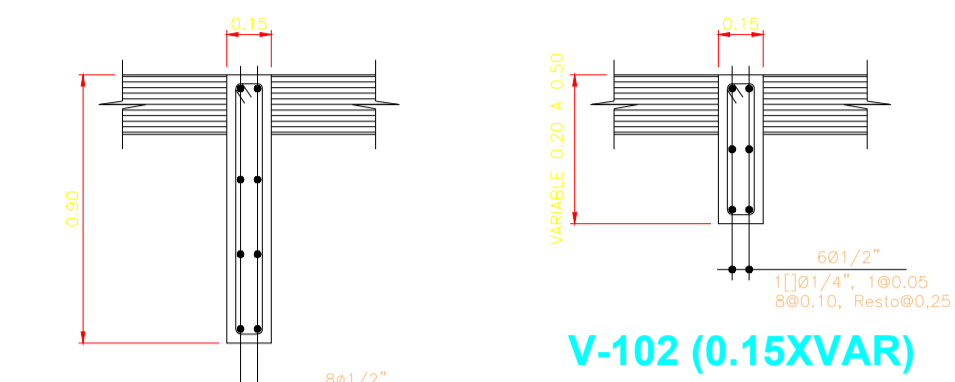


PLANTA ENCOFRADO LOSA ALIGERADA - DEPÓSITO
ESC=1/50 S/C=100Kg/m2



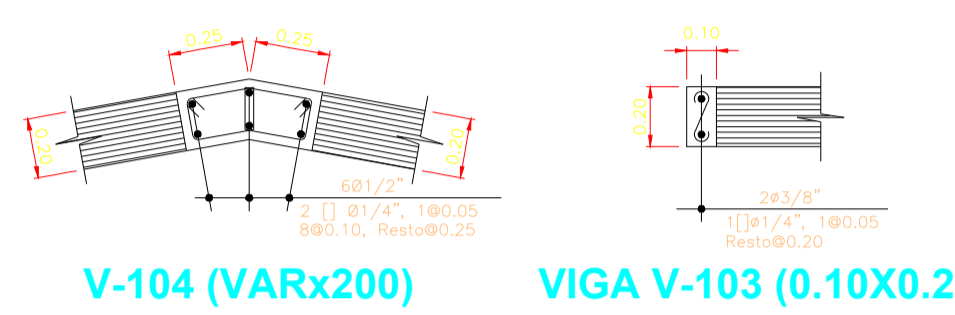
PLANTA CIMENTACIÓN

ESCALA: 1/50



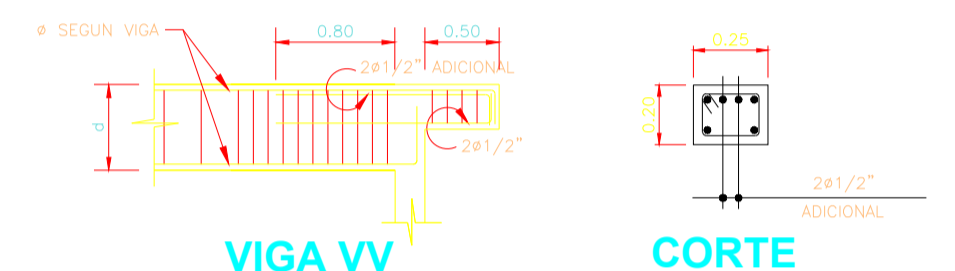
V-101 (0.15X0.90)

V-102 (0.15XVAR)



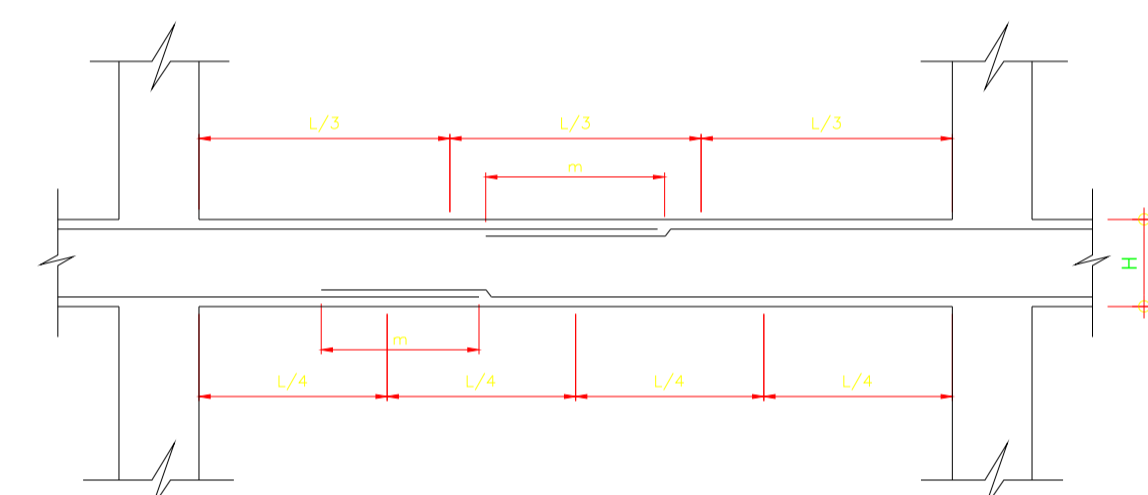
V-104 (VARx200)

VIGA V-103 (0.10X0.20)

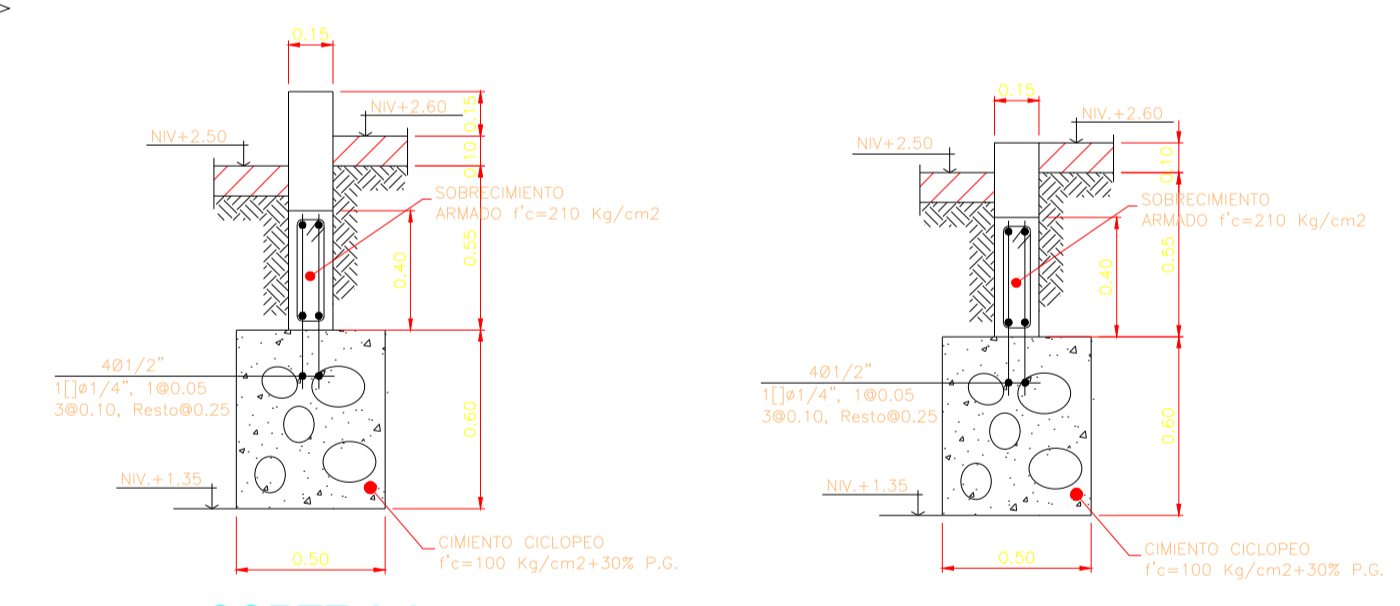


VIGA WV

CORTE



EMPALMES TRASLAPADOS PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS



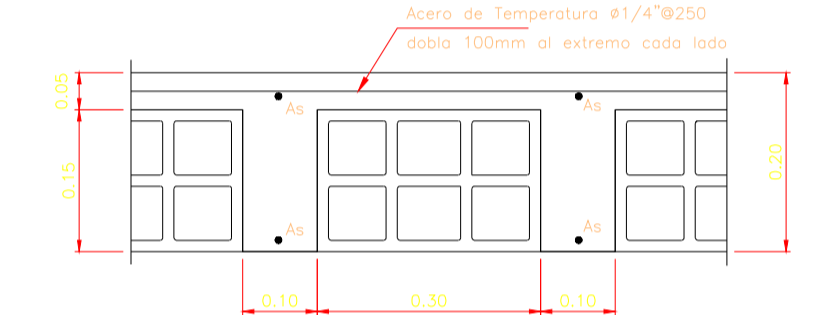
CORTE 1-1

CORTE 2-2

UNIDAD DE ALBAÑILERIA
LADRILLO = Macizo tipo IV
f'm = 65 Kg/cm2
f'b = 130 Kg/cm2
DIMENSIÓN = 130 x 240 x 90mm
JUNTA = 15 mm máx.
MORTERO = 1:4 c/o (TIPO P2)

NOTAS IMPORTANTES

EL DISEÑO ESTRUCTURAL ESTA CONDICIONADO PARA LOS SIGUIENTES PARÁMETROS (NORMA E.030 RNE):
a) CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO ASUMIDO : 1 Kg/cm2
b) PARÁMETROS SÍSMICOS:
Z = 0.45 (ZONA 4)
U = 1.5
C = 2.5
S = 1.10
Tp = 1.0 (S=3)
R = 8 (PORTICOS)
EN CASO LAS UNIDADES SEAN DISEÑADOS EN ZONAS DISTINTAS AL ASUMIDO, DEBERA VERIFICARSE INTEGRAMENTE.
c) CEMENTO : PORTLAND TIPO V. (ASTM 150) PARA SUELOS AGRESIVOS, EN CASO CONTRARIO USAR CEMENTO PORTLAND TIPO I.
d) RESISTENCIA DEL CONCRETO
f'c = 210 Kg/cm2 CONCRETO ESTRUCTURAL
f'c = 100 Kg/cm2 CONCRETO SOLADO
e) RESISTENCIA ACERO DE REFUERZO : fy=4,200 Kg/cm2



DETALLE TÍPICO DE ALIGERADO H=0.20m

VALORES DE "m"

Ø	REFUERZO INFERIOR		REFUERZO SUPERIOR	
	H CUALQUIERA	H < 300mm	H < 300mm	H > 300mm
3/8"	400	400	400	450
1/2"	400	400	400	500
5/8"	500	450	450	600
3/4"	600	550	550	750

NOTAS:
a) NO EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL ÁREA TOTAL EN UNA MISMA SECCIÓN.
b) EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS VALORES ESPECIFICADOS, AUMENTAR EN UN 70% O CONSULTAR AL PROYECTISTA.
c) PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARÁ SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 250mm PARA FIERRO DE 3/8" Y 350mm PARA 1/2" Y 5/8".

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: Evaluación y propuesta de mejoramiento de la planta de tratamiento de Agua Potable de la localidad de Yaután, provincia de Casma, Ancash - 2021

PLANO: DEPOSITO Y GUARDIANÍA - ESTRUCTURAS

UBICACIÓN: LOCALIDAD DISTRITO PROVINCIA DEPARTAM. YAUTAN YAUTAN CASMA ANCASH

DIBUJÓ: R.J.O.B.

ESCALA INDICADA: FECHA: DICIEMBRE 2021

LÁMINA Nº: AR-02

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

01 SISTEMA DE AGUA POTABLE

01.01 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

01.01.01 UNIDADES DE AQUIETAMIENTO

01.01.01.01 TRABAJOS PRELIMINARES

01.01.01.01.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL

										5.19	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	ÁREA DE CÁMARA DE AMORTIGUAMIENTO		1	1	1.70	1.70					2.89	2.89
	ÁREA DE CÁMARA DE CARGA		1	1	1.35	1.70					2.295	2.295

01.01.01.01.02 TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR

										5.19	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	ÁREA DE CÁMARA DE AMORTIGUAMIENTO		1	1	1.70	1.70					2.89	2.89
	ÁREA DE CÁMARA DE CARGA		1	1	1.35	1.70					2.295	2.295

01.01.01.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

01.01.01.02.01 EXCAVACIÓN MANUAL

										1.82	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	VOLUMEN DE TIERRA DE CÁMARA DE AMORTIGUAMIENTO		1	1	1.50	1.50	0.6				1.35	1.35
	VOLUMEN DE TIERRA DE CÁMARA DE CARGA		1	1	1.25	1.50	0.25				0.4688	0.46875

01.01.01.02.02 REFINE Y NIVELACIÓN DE FONDO

										3.19	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	CÁMARA DE AMORTIGUAMIENTO		1	1	1.30	1.30					1.69	1.69
	CÁMARA DE CARGA		1	1	1.30	1.15					1.495	1.495

01.01.01.02.03 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30 M

										1.82	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	VOLUMEN DE TIERRA DE CÁMARA DE AMORTIGUAMIENTO		1	1	1.50	1.50	0.6				1.35	1.35
	VOLUMEN DE TIERRA DE CÁMARA DE CARGA		1	1	1.25	1.50	0.25				0.4688	0.46875

01.01.01.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE

01.01.01.03.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

										1.01	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	SOLADO DE CÁMARA DE AMORTIGUAMIENTO		1	2	2.60		0.1				0.52	0.52
	SOLADO DE CÁMARA DE CARGA		1	2	2.45		0.1				0.49	0.49

01.01.01.03.02 SOLADO DE CONCRETO F'C = 100 kg/cm2, E = 0.10 m

										0.32	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

	CAMARA AMORTIGUADORA	1	1	1.30	1.30	0.15					0.2535	0.2535
	CAMARA DE CARGA	1	1	1.30	1.15	0.15					0.2243	0.22425
2	MUROS DE CAMARA AMORTIGUADORA											
	MUROS LONGITUDINALES	1	2	1.25	1.30	0.15					0.4875	0.4875
	MUROS TRANSVERSALES	1	2	1.25	1.00	0.15					0.375	0.375
3	MUROS DE CAMARA DE CARGA											
	MUROS LONGITUDINALES	1	1	1.30	0.85	0.15					0.1665	0.166491
	MUROS TRANSVERSALES	1	2	1.00	0.85	0.15					0.2561	0.25614
4	VERTEDEROS DE PASO											
	CAMARA AMORTIGUADORA - CAMARA DE CARGA	1	1	0.50	0.33	0.15					-1	-0.0249
	CAMARA DE CARGA - CAMARA DE REJAS	1	2	0.40	0.45	0.15					-1	-0.0543

01.01.01.05 REBOQUES Y ENLUCIDOS

01.01.01.05.01 TARRAJEO EN MUROS INTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:1

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
1	LOSA DE FONDO											
	CAMARA AMORTIGUADORA		1	1	1.00	1.00					1	1
	CAMARA DE CARGA		1	1	1.00	1.00					1	1
2	MUROS DE CAMARA AMORTIGUADORA											
	MUROS LONGITUDINALES		1	2	1.25	1.00					2.5	2.5
	MUROS TRANSVERSALES		1	2	1.25	1.00					2.5	2.5
3	MUROS DE CAMARA DE CARGA											
	MUROS LONGITUDINALES		1	2	0.85	1.00					1.7076	1.7076
	MUROS TRANSVERSALES		1	2	0.85	1.00					1.7076	1.7076
4	VERTEDEROS DE PASO											
	CAMARA AMORTIGUADORA - CAMARA DE CARGA		1	2	0.50	0.33					-1	-0.3323
	CAMARA DE CARGA - CAMARA DE REJAS		1	1	0.40	0.45					-1	-0.1812

01.01.01.05.02 TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:5

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
1	MUROS DE CAMARA AMORTIGUADORA											
	MUROS LONGITUDINALES		1	1	1.40	1.30					1.82	1.82
	MUROS TRANSVERSALES		1	2	1.40	1.30					3.64	3.64
2	MUROS DE CAMARA DE CARGA											
	MUROS LONGITUDINALES		1	2	0.30	1.00					0.6023	0.60228
	MUROS TRANSVERSALES		1	2	1.15	1.00					2.3087	2.30874

01.01.01.06 PINTURA

01.01.01.06.01 PINTURA EN MUROS EXTERIORES CON ESMALTE (2 MANOS)

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
1	MUROS DE CAMARA AMORTIGUADORA											
	MUROS LONGITUDINALES		1	1	1.40	1.30					1.82	1.82
	MUROS TRANSVERSALES		1	2	1.40	1.30					3.64	3.64
2	MUROS DE CAMARA DE CARGA											
	MUROS LONGITUDINALES		1	2	0.30	1.00					0.6023	0.60228
	MUROS TRANSVERSALES		1	2	1.15	1.00					2.3087	2.30874

01.01.01.07 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

	LOSA DE FONDO TRANSICION	1	2	1.03		0.15				0.3075	0.3075
	INGRESO A LA TRANSICION LONGITUDINAL	1	2	0.40	0.10					0.08	0.08
		1	2	0.20	0.10					0.04	0.04
	INGRESO A LA TRANSICION TRANSVERSAL	1	2	0.35		0.4				0.28	0.28
		1	2	0.20		0.2				0.08	0.08
	TRANSICION TRANSVERSAL	2	2				0.95			1.9	3.8
2	DESARENADOR										
	LOSA DE FONDO CANAL	1	2	1.70		0.15				0.51	0.51
	CANAL DE FONDO	2	2	0.45		0.20				0.18	0.36
	LOSA DE FONDO DESARENADOR	1	2	4.45		0.15				1.335	1.335
	MURO LONGITUDINAL EN LA SALIDA	1	2		0.45	1.21				1.089	1.089
	MUROS TRANSVERSALES DEL DESARENADOR	1	6				5.968			35.805	35.80502
	LOSA DE LA SALIDA DEL DESARENADOR	1	1	2.05		0.1				0.205	0.205
	MUROS LONGITUDINALES DE LA SALIDA DEL DESARENADOR	1	2	0.35		0.8				0.56	0.56
		1	2	0.20		0.8				0.32	0.32
	MUROS TRANSVERSALES DE LA SALIDA DEL DESARENADOR	1	2	1.05		0.8				1.68	1.68
		1	1	1.35		0.8				1.08	1.08
3	CAJAS DE EXTRACCION DE LODOS										
	LOSA DE FONDO	2	2	2.25		0.1				0.45	0.9
	MUROS LONGITUDINALES	2	1	1.45	1.17					1.6965	3.393
		2	1	1.23	1.17					1.4391	2.8782
	TECHO DE CAJA	2	1	0.60	0.60					0.36	0.72
	TAPA SANITARIA	2	1	0.50	0.50				-1	-0.25	-0.5
	COLLARIN DE TAPA SANITARIA	2	4	0.50	0.10					0.2	0.4
	LOSA DE TECHO	2	1	2.25	0.10					0.225	0.45
4	CAJA DE SALIDA DE AGUA										
	MUROS INTERNOS	1	1	2.10		0.8				1.68	1.68
	MUROS EXTERNOS	1	1	2.50		0.8				2	2
	LOSA DE TECHO EXTERNO	1	1	2.50		0.1				0.25	0.25
	LOSA TECHO BASE	1	1	0.70	0.70					0.49	0.49
	TAPA SANITARIA	1	1	0.60	0.60				-1	-0.36	-0.36
	COLLARIN DE TAPA SANITARIA	1	1	2.10	0.10					0.21	0.21

01.01.03.04.02 ACERO CORRUGADO Fy=4200 kg/cm2 GRADO 60

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	1/4" (ml)	3/8" (ml)	1/2" (ml)	5/8" (ml)	1" (ml)			
		KG			0.25	0.57	1.00	1.56	4.00			632.79
1	TRANSICION LOSA											
	ACERO LONGITUDINAL ENTRADA TRANSICION		1	6		0.75					4.5	4.5
	ACERO LONGITUDINAL		1	10		1.00					10	10
	ACERO TRANSVERSAL		1	9		2.30					20.7	20.7
	ACERO EN RESALTO EN LOSA DE FONDO		1	5		0.40					2	2
2	TRANSICION MUROS											
	ACERO HORIZONTAL ENTRADA TRANSICION		2	3		1.20					3.6	7.2
	ACERO HORIZONTAL TRANSICION		2	1		7.03					7.03	14.06
	ACERO VERTICAL TRANSICION		2	1		11.80					11.8	23.6
3	DESARENADOR LOSA DE FONDO											
	ACERO TRANSVERSAL		1	9		6.56					58.995	58.995
	ACERO LONGITUDINAL		1	44		1.40					61.6	61.6
4	DESARENADOR MUROS											
	ACERO VERTICAL TRANSVERSAL		3	31		2.05					63.55	190.65
	ACERO HORIZONTAL LONGITUDINAL		3	10		4.60					46	138
	ACERO MURO SUPERIOR DE COMPUERTAS LONGITUDINAL		1	1		2.03					2.03	2.03
5	DESARENADOR MUROS VERTEDERO DE SALIDA											
	ACERO HORIZONTAL LONGITUDINAL		1	7		1.40					9.8	9.8
	ACERO HORIZONTAL TRANSVERSAL		1	9		1.85					16.65	16.65

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

6	CAJAS DE EXTRACCION DE LODOS										
	ACERO HORIZONTAL LONGITUDINAL	2	8		1.10					8.8	17.6
	ACERO HORIZONTAL LONGITUDINAL	2	5		2.55					12.75	25.5
	TAPA	2	4		0.85					3.4	6.8
7	CAJA DE SALIDA DE AGUA										
	ACERO HORIZONTAL TRANSVERSAL	1	8		1.05					8.4	8.4
	ACERO HORIZONTAL LONGITUDINAL	2	7		1.05					7.35	14.7

01.01.03.04.03 CONCRETO F`c=210 kg/cm2										6.13	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
1	ENTRADA DEL DESARENADOR											
	LOSA ENTRADA	1	1	0.90	0.35	0.15				0.0473	0.04725	
	MURO ENTRADA	1	2	0.30	0.15	0.25				0.0225	0.0225	
2	TRANSICION											
	LOSA TRANSICION	1	1			0.15	1.125			0.1688	0.16875	
	MUROS TRANSICION	1	2		0.15		0.81			0.243	0.243	
3	DESARENADOR											
	LOSA DESARENADOR	1	1	6.35	1.35	0.15				1.2859	1.285875	
	MUROS DESARENADOR	1	3		0.15		6.11			2.7495	2.7495	
4	VERTEDERO DE SALIDA											
	VERTEDERO	1	2	0.45	0.15	0.236				-1	-0.0318	
	LOSA SALIDA	1	1	0.35	1.35	0.15				0.0709	0.070875	
	MUROS SALIDA TRANSVERSAL	1	2	0.35	0.15	0.8				0.084	0.084	
	MUROS SALIDA LONGITUDINAL	1	1	1.05	0.80	0.15				0.126	0.126	
5	CAJAS DE EXTRACCION DE LODOS											
	LOSA FONDO	2	1			0.15	0.566			0.0849	0.1698	
	MUROS	2	1	2.05	0.15	1.17				0.3598	0.71955	
	LOSA DE TECHO	2	1			0.15	0.566			0.0849	0.1698	
	TAPA SANITARIA	2	1	0.50	0.50	0.15				-1	-0.0375	
6	CAJA DE SALIDA DE AGUA											
	MUROS	1	1	2.30	0.15	0.8				0.276	0.276	
	LOSA DE TECHO	2	1	0.90	0.80	0.15				0.108	0.216	
	TAPA SANITARIA	2	1	0.60	0.60	0.15				-1	-0.054	

01.01.03.05 REBOQUES Y ENLUCIDOS

01.01.03.05.01 TARRAJEO EN MUROS INTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:1										39.53	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
1	ENTRADA A LA TRANSICION											
	LOSA DE FONDO	1	1	0.60	0.20					0.12	0.12	
	MUROS INTERNOS	1	2	0.25	0.20					0.1	0.1	
2	TRANSICION											
	LOSA DE FONDO	1	1				0.825			0.825	0.825	
	MUROS INTERNOS	1	2				0.81			1.62	1.62	
3	DESARENADOR											
	LOSA DE FONDO	1	2	4.50						9	9	
	MUROS TRANSVERSALES DEL DESARENADOR	1	4				6.04			24.162	24.1616	
	MUROS LONGITUDINALES DEL DESARENADOR	1	2	1.21	0.45					1.089	1.089	
4	VERTEDERO DE SALIDA											
	LOSA VERTEDERO DE SALIDA	1	1	1.05	0.20					0.21	0.21	
	MUROS TRANSVERSALES	1	2	1.50		0.8				2.4	2.4	

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

01.01.03.05.02 TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES E:1.5 cm MEZCLA 1:5										29.86	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
1	TRANSICION											
	MURO LONGITUDINAL		1	2	0.40			0.1			0.08	0.08
	MURO TRANSVERSAL		1	2					1.223		2.4454	2.4454
2	DESARENADOR											
	MUROS EXTERNOS LATERALES		1	2					6.881		13.762	13.762
	MURO BAJO TRANSVERSAL		1	1	1.35			0.402			0.5427	0.5427
	MURO SOBRE COMPUERTAS		1	2	1.35			0.13			0.351	0.351
3	VERTEDERO SALIDA											
	MURO TRANSVERSAL		1	2	1.35			0.8			2.16	2.16
4	CAJA DE EXTRACCION DE LODOS											
	MURO EXTERNO		2	1	2.25			1.37			3.0825	6.165
5	CAJA DE SALIDA DE AGUA											
	MURO EXTERNO		2	1	2.50			0.87			2.175	4.35

01.01.03.06 PINTURA										29.86	M2	
01.01.03.06.01 PINTURA EN MUROS EXTERIORES CON ESMALTE (2 MANOS)										29.86	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
1	TRANSICION											
	MURO LONGITUDINAL		1	2	0.40			0.1			0.08	0.08
	MURO TRANSVERSAL		1	2					1.223		2.4454	2.4454
2	DESARENADOR											
	MUROS EXTERNOS LATERALES		1	2					6.881		13.762	13.762
	MURO BAJO TRANSVERSAL		1	1	1.35			0.402			0.5427	0.5427
	MURO SOBRE COMPUERTAS		1	2	1.35			0.13			0.351	0.351
3	VERTEDERO SALIDA											
	MURO TRANSVERSAL		1	2	1.35			0.8			2.16	2.16
4	CAJA DE EXTRACCION DE LODOS											
	MURO EXTERNO		2	1	2.25			1.37			3.0825	6.165
5	CAJA DE SALIDA DE AGUA											
	MURO EXTERNO		2	1	2.50			0.87			2.175	4.35

01.01.03.07 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS DEL DESARENADOR										6.00	UND	
01.01.03.07.01 SUMINISTRO E INSTALACION DE BALDOSAS EN EL DESARENADOR										6.00	UND	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	BALDOSAS DE 22 X 22 X 3 CM		1	6							6	6

01.01.03.08 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COMPUERTA METALICA DE CONTROL										2.00	UND	
01.01.03.08.01 TIMON DE FIERRO DE 1/2"										2.00	UND	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	TIMON DE FIERRO DE 1/2"		1	2							2	2

01.01.03.08.02 FIERRO ROSCADO DE 1/2"										1.20	ML
---------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	----

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

01.01.03.10 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN LA CAMARA DE SALIDA DE AGUA

										2.00	UND	
										FACTOR	Parc.	sub- total
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS										
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	ADAPTADOR PVC SAP Ø=2" (63mm)		1	2							2	2

										2.00	UND	
										FACTOR	Parc.	sub- total
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS										
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	UNION UNIVERSAL PVC SAP Ø=4" (110mm)		1	2							2	2

										2.00	UND	
										FACTOR	Parc.	sub- total
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS										
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	NIPLE PVC SAP Ø=4" (110mm)		1	2							2	2

										1.00	UND	
										FACTOR	Parc.	sub- total
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS										
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	VALVULA DE COMPUERTA PVC SAP Ø=4" (110mm)		1	1							1	1

										1.00	UND	
										FACTOR	Parc.	sub- total
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS										
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	TEE PVC SAP Ø=4" (110mm)		1	1							1	1

										1.00	UND	
										FACTOR	Parc.	sub- total
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS										
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	TAPA SANITARIA METALICA 0.60 M X 0.60 M		1	1							1	1

01.01.04 FILTRO LENTO

01.01.04.01 TRABAJOS PRELIMINARES

										236.01	M2	
										FACTOR	Parc.	sub- total
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS										
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	FILTRO LENTO		1	1	21.50	7.81					167.92	167.915
	ESTRUCTURA DE ENTRADA		2	1	2.47	1.85					4.5695	9.139
	ESTRUCTURA DE SALIDA		2	1	3.60	1.95					7.02	14.04
	FILTRO LENTO		1	1	7.95	5.65					44.918	44.9175

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

01.01.04.01.02 TRAZOS Y REPLANTEOS INICIALES DEL PROYECTO DE OBRA										236.01	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	FILTRO LENTO		1	1	21.50	7.81					167.92	167.915
	ESTRUCTURA DE ENTRADA		2	1	2.47	1.85					4.5695	9.139
	ESTRUCTURA DE SALIDA		2	1	3.60	1.95					7.02	14.04
	LOSA DE LAVADO DE ARENA		1	1	7.95	5.65					44.918	44.9175

01.01.04.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS										455.34	M3	
01.01.04.02.01 EXCAVACION EN TERRENO NORMAL										455.34	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	FILTRO LENTO		1	1	7.81	21.50	2.5				419.79	419.7875
	ESTRUCTURA DE ENTRADA		2	1	3.47	2.85	0.7				6.9227	13.8453
	ESTRUCTURA DE SALIDA		2	1	4.60	2.95	0.8				10.856	21.712

01.01.04.02.02 RELLENO COMPACTADO EN TERRENO NORMAL										176.66	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	FILTRO LENTO		1	1	59.00		2.5				147.5	147.5
	ESTRUCTURA DE ENTRADA		2	1	5.32		0.7				3.724	7.448
	ESTRUCTURA DE SALIDA		2	1	13.57		0.8				10.856	21.712

01.01.04.02.03 REFINE NIVELACION Y COMPACTADO										191.09	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	FILTRO LENTO		1	1	7.81	21.50					167.92	167.915
	ESTRUCTURA DE ENTRADA		2	1	2.47	1.85					4.5695	9.139
	ESTRUCTURA DE SALIDA		2	1	3.60	1.95					7.02	14.04

01.01.04.02.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE										278.68	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	MATERIAL EXCEDENTE		1	1						278.68	278.68	278.6848

01.01.04.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE										9.55	M3	
01.01.04.03.01 CONCRETO F'C=100 KG/CM2. PARA SOLADOS Y/O SUB BASES (Cemento P-I)										9.55	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	FILTRO LENTO		1	1	21.50	7.81	0.05				8.3958	8.39575
	ESTRUCTURA DE ENTRADA		2	1	2.47	1.85	0.05				0.2285	0.45695
	ESTRUCTURA DE SALIDA		2	1	3.60	1.95	0.05				0.351	0.702

01.01.04.04 OBRAS DE CONCRETO ARMADO

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Muros Longitudinales	2	1	3.60	0.20	2.8					2.016	4.032
Muros Transversales	2	4	1.45	0.20	2.8					3.248	6.496
	2	2	1.00	0.20	1.85					0.74	1.48

01.01.04.04.03.02 ENCOFRADO (INCL.HABILIT. MADERA) PARA MUROS REFORZADOS, TIPO CARAVISTA										593.72	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
1	FILTROS LENTOS											
	Muros Longitudinales		1	10	7.80			2.8			218.4	218.4
	Muros Transversales		1	16	4.80			2.8			215.04	215.04
2	ESTRUCTURA DE ENTRADA											
	Muros Longitudinales		2	4	1.80			1.25			9	18
			2	2	0.90			1.25			2.25	4.5
	Muros Transversales		2	4	2.45			1.25			12.25	24.5
			2	2	1.60			1.25			4	8
3	ESTRUCTURA DE SALIDA											
	Muros Longitudinales		2	2	3.60			2.8			20.16	40.32
	Muros Transversales		2	8	1.45			2.8			32.48	64.96

01.01.04.04.04 OTROS										60.00	UND	
01.01.04.04.04.01 PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO										60.00	UND	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	PRUEBA DE CALIDAD DE CONCRETO		1	60							60	60

01.01.04.04.05 ACERO ESTRUCTURAL EN FILTROS LENTOS										4933.75	KG	
01.01.04.04.05.01 ACERO ESTRUCT. TRABAJADO P/LOSA DE FONDO PISO										4933.75	KG	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	1/4" (ml)	3/8" (ml)	1/2" (ml)	5/8" (ml)	3/4" (ml)			
		KG			0.25	0.57	1.00	1.56	2.24			4933.75
1	FILTROS LENTOS											
	Acero Longitudinal		4	49				6.9		1.56	527.44	2109.744
	Acero Transversal		1	33				12.12		1.56	623.94	623.9376
			4	33				3		1.56	154.44	617.76
			1	33					12.12	2.24	895.91	895.9104
			1	33					3.5	2.24	258.72	258.72
2	ESTRUCTURA DE ENTRADA											
	Acero Longitudinal		4	6		1.95				0.57	6.669	26.676
			4	4		1.10				0.57	2.508	10.032
	Acero Transversal		4	7		1.70				0.57	6.783	27.132
			4	4		1.10				0.57	2.508	10.032
3	ESTRUCTURA DE SALIDA											
	Acero Longitudinal		4	14				2.05		1.56	44.772	179.088
			2	7				3.7		1.56	40.404	80.808
	Acero Transversal		4	7				1.1		1.56	12.012	48.048
			2	7				2.1		1.56	22.932	45.864

01.01.04.04.05.02 ACERO ESTRUCT. TRABAJADO P/LOSA MACIZA (COSTO PROM. INCL. DESPERDICIOS)										362.63	KG	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	1/4" (ml)	3/8" (ml)	1/2" (ml)	5/8" (ml)	3/4" (ml)			

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

		KG			0.25	0.57	1.00	1.56	4.00			362.63
1	PASARELA											
	Acero Longitudinal	4	3			8.78				0.57	15.014	60.0552
	Acero Transversal	4	24			1.10				0.57	15.048	60.192
2	PLATAFORMA DE OPERACIÓN - ESTRUCTURA DE INGRESO											
	Acero Longitudinal	4	13			1.50				0.57	11.115	44.46
	Acero Transversal	4	5			3.65				0.57	10.403	41.61
3	PLATAFORMA DE OPERACIÓN - ESTRUCTURA DE SALIDA											
	Acero Longitudinal	4	3			3.80				0.57	6.498	25.992
		2	5					1.6		1.56	12.48	24.96
	Acero Transversal	8	3			1.70				0.57	2.907	23.256
		16	3			0.95				0.57	1.6245	25.992
		8	2			2.15				0.57	2.451	19.608
		2	4					2.15		1.56	13.416	26.832
		2	2					1.55		1.56	4.836	9.672

01.01.04.04.05.03 ACERO ESTRUCT. TRABAJADO P/MURO REFORZADO (COSTO PROM. INCL. DESPERDICIOS)

4643.87 KG

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	1/4" (ml)	3/8" (ml)	1/2" (ml)	5/8" (ml)	3/4" (ml)			
		KG			0.25	0.57	1.00	1.56	4.00			4643.87
1	FILTROS LENTOS											
	MUROS LONGITUDINALES											
	Acero Vertical		12	33			3.5			1.00	115.5	1386
	Acero Horizontal		12	13			6.8			1.00	88.4	1060.8
	MUROS TRANSVERSALES											
	Acero Vertical		4	49			3.5			1.00	171.5	686
	Acero Horizontal		4	13			10.1			1.00	131.3	525.2
	MUROS TRANSVERSALES											
	Acero Vertical		4	6		2.00				0.57	6.84	27.36
	Acero Horizontal		4	9		1.50				0.57	7.695	30.78
2	ESTRUCTURA DE ENTRADA											
	MUROS LONGITUDINALES											
	Acero Vertical		8	9		1.60				0.57	8.208	65.664
			4	4		1.75				0.57	3.99	15.96
	Acero Horizontal		8	5		2.05				0.57	5.8425	46.74
			4	6		1.10				0.57	3.762	15.048
	MUROS TRANSVERSALES											
	Acero Vertical		8	9		1.45				0.57	7.4385	59.508
			4	6		1.60				0.57	5.472	21.888
	Acero Horizontal		8	5		2.65				0.57	7.5525	60.42
			4	5		1.80				0.57	5.13	20.52
3	ESTRUCTURA DE SALIDA											
	MUROS LONGITUDINALES											
	Acero Vertical		16	5		3.50				0.57	9.975	159.6
	Acero Horizontal		16	13		1.20				0.57	8.892	142.272
	MUROS TRANSVERSALES											
	Acero Vertical		4	18		3.50				0.57	35.91	143.64
			4	4		2.05				0.57	4.674	18.696
	Acero Horizontal		4	16		3.80				0.57	34.656	138.624
			4	7		1.20				0.57	4.788	19.152

01.01.04.05 REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS

01.01.04.05.01 INTERIOR

01.01.04.05.01.01 APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE, C:A; 1:3 LOSA DE FONDO CPI

152.78 M2

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº	Cant.	Largo	Ancho (m)	Alto	Área	Vol.			

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

	UND	Veces	Cant.	(m)	(m)	(m2)	(m3)	Factor		
	M2									
FILTRO LENTO		1	1			129.6			129.6	129.6
ESTRUCTURA DE ENTRADA		2	1			4.57			4.57	9.14
ESTRUCTURA DE SALIDA		2	1			7.02			7.02	14.04

01.01.04.05.01.02 APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE, C:A; 1:3 MUROS INTERIORES CPI **293.20** **M2**

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
1	FILTROS LENTOS											
	Muros Longitudinales		1	6	7.20		2.8				120.96	120.96
	Muros Transversales		1	8	4.50		2.8				100.8	100.8
2	ESTRUCTURA DE ENTRADA											
	Muros Longitudinales		2	2	1.50		1.25				3.75	7.5
			2	1	0.60		1.25				0.75	1.5
	Muros Transversales		2	2	2.15		1.25				5.375	10.75
			2	1	1.30		1.25				1.625	3.25
3	ESTRUCTURA DE SALIDA											
	Muros Longitudinales		2	1	3.45		2.8				9.66	19.32
	Muros Transversales		2	4	1.30		2.8				14.56	29.12

01.01.04.05.02 INTERIOR

01.01.04.05.02.01 APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE, C:A; 1:3 LOSA DE FONDO CPI Y MUROS **445.98** **M2**

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	LOSA DE FONDO CPI Y MUROS		1	1				445.98			445.98	445.98

01.01.04.06 VARIOS

01.01.04.06.01 PROVISION DE ARENA PARA FILTRACION LENTA Te=0.20mm CU=2 **103.68** **M3**

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	PROVISION DE ARENA PARA FILTRACION LENTA Te=0.20mm		4	1	7.20	4.50	0.8				25.92	103.68

01.01.04.06.02 PROVISION DE GRAVA **32.40** **M3**

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	PROVISION DE GRAVA		1	4	7.20	4.50	0.25				32.4	32.4

01.01.04.06.03 PROVISION DE LADRILLOS TIPO KING KONG **UND** **UND**

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		UND										
	PROVISION DE LADRILLOS TIPO KING KONG		1	4	7.20						3.333	96

01.01.05 UNIDAD DE LAVADO DE ARENA

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

01.01.05.01 TRABAJOS PRELIMINARES

01.01.05.01.01 TRAZOS Y REPLANTEOS INICIALES DEL PROYECTO DE OBRA										42.03	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	UNIDAD DE LAVADO - LOSA PARA SECADO		1	1	9.34	4.50					42.03	42.03

01.01.05.01.02 TRAZOS Y REPLANTEOS FINALES DEL PROYECTO DE OBRA										36.00	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	UNIDAD DE LAVADO - LOSA PARA SECADO		1	1	8.00	4.50					36	36

01.01.05.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

01.01.05.02.01 EXCAVACIONES TERRENO NORMAL										7.45	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	UNIDAD DE LAVADO		1	1	2.30	0.90	0.15				0.3105	0.3105
	LOSA PARA SECADO		1	1	7.93	4.50	0.2				7.137	7.137

01.01.05.02.02 RELLENO COMPACTADO EN TERRENO NORMAL										6.83	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	UNIDAD DE LAVADO		1	1	2.30	0.90	0.15			-1	-0.3105	-0.3105
	LOSA PARA SECADO		1	1	7.93	4.50	0.2				7.137	7.137

01.01.05.02.03 REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN EN TERRENO NORMAL										35.69	M2	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	UNIDAD DE LAVADO - LOSA PARA SECADO		1	1	7.93	4.50					35.685	35.685

01.01.05.02.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A PULSO										0.81	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A PULSO		1	1					0.62	1.3	0.806	0.806

01.01.05.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE

01.01.05.03.01 CONCRETO F'C=100 KG/CM2. PARA SOLADOS Y/O SUB BASES (Cemento P-I)										0.10	M3	
Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	UNIDAD DE LAVADO		1	1	2.30	0.90	0.05				0.1035	0.1035

01.01.05.04 OBRAS DE CONCRETO ARMADO

01.01.05.04.01 LOSA DE FONDO- PISO										0.31	M3
01.01.05.04.01.01 CONCRETO F'C=280 KG/CM2 P/LOSA DE FONDO PISO (Cemento P-V)										0.31	M3

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	UNIDAD DE LAVADO		1	1	2.30	0.90	0.15				0.3105	0.3105

01.01.05.04.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/FONDO DE LOSA - PISO

0.96 M2

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	UNIDAD DE LAVADO		1	1	6.40		0.15				0.96	0.96

01.01.05.04.02 MUROS

01.01.05.04.02.01 CONCRETO F'C=280 KG/CM2 P/MUROS REFORZADOS (Cemento P-V)

0.72 M3

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M3										
	MUROS LONGITUDINALES		1	2	2.30	0.80	0.15				0.552	0.552
	MUROS TRANSVERSALES		1	2	0.60	0.80	0.15				0.144	0.144
			1	1	0.60	0.45	0.1				0.027	0.027

01.01.05.04.02.02 ENCOFRADO (INCL.HABILIT. MADERA) PARA MUROS REFORZADOS

9.82 M2

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m2)	Vol. (m3)			
		M2										
	MUROS LONGITUDINALES		1	4	2.30	0.80					7.36	7.36
	MUROS TRANSVERSALES		1	4	0.60	0.80					1.92	1.92
			1	2	0.60	0.45					0.54	0.54

01.01.05.04.03 ACERO ESTRUCT. TRABAJADO

85.90 KG

Nº	DESCRIPCIÓN	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	1/4" (ml)	3/8" (ml)	1/2" (ml)	5/8" (ml)	3/4" (ml)			
		KG				0.25	0.57	1.00	1.56	4.00		85.90
1	LOSA FONDO - PISO											
	Acero longitudinal		1	4		2.50					0.57	5.7
			1	4		2.50					0.57	5.7
	Acero transversal		1	9		1.10					0.57	5.643
			1	9		1.10					0.57	5.643
2	MUROS											
	MUROS LONGITUDINALES											
	Acero longitudinal		2	3		2.50					0.57	4.275
			2	3		2.50					0.57	4.275
	Acero transversal		2	9		1.15					0.57	5.8995
			2	9		1.15					0.57	5.8995
	MUROS TRANSVERSALES											
	Acero longitudinal		2	4		1.15					0.57	2.622
			2	4		1.15					0.57	2.622
			1	2		1.10					0.57	1.254
	Acero transversal		2	4		1.10					0.57	2.508
			2	4		1.10					0.57	2.508
			1	2		0.65					0.57	0.741

01.01.05.04.04 OTROS

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

	Camara de Cloracion	1	1	3.60	4.80	1.40				24.192	24.192
	Infraestructura de Ingreso	2	1	1.00	0.80	1.9				1.52	3.04
	Caseta de Dosificacion de Cloro	1	1	2.25	2.25	0.5				2.53	2.53

01.01.06.02.02 NIVELACION Y COMPACTACION MANUAL DE TERRENO NORMAL **21.94** **M2**

Nº	DESCRIPCION	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Area (m2)	Vol (m3)			
		M2										
	Camara de Cloracion	1	1	4.80	3.60						17.28	17.28
	Infraestructura de Ingreso	2	1	1.00	0.80						0.80	1.60
	Caseta de Dosificacion de Cloro	1	1	1.75	1.75						3.06	3.06

01.01.06.02.03 RELLENO CON MATERIAL PROPIO **29.50** **M2**

Nº	DESCRIPCION	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Area (m2)	Vol (m3)			
		M2										
	Camara de Cloracion	2	1					4.10			4.10	8.20
		2	1					2.70			2.70	5.40
	Infraestructura de Ingreso	2	1					1.65			1.65	3.30
		2	1					1.80			1.80	3.60
	Caseta de Dosificacion de Cloro	2	1					2.25			2.25	4.50
		2	1					2.25			2.25	4.50

01.01.06.02.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA 30M **13.73** **M3**

Nº	DESCRIPCION	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Area (m2)	Vol (m3)			
		M3										
	De excavacion 20% Esponjamiento	1	1						29.76	1.20	35.72	35.72
	Del Relleno	1	-1			0.60		36.65			-21.99	-21.99

01.01.06.03 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE
01.01.06.03.01 SOLADO DE CONCRETO F' C=140 KG/CM2 CON EQUIPO, E:0.10 M **2.19** **M3**

Nº	DESCRIPCION	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Area (m2)	Vol (m3)			
		M3										
	Camara de Cloracion	1	1	4.80	3.60	0.10					1.728	1.728
	Infraestructura de Ingreso	2	1	1.00	0.80	0.10					0.08	0.16
	Caseta de Dosificacion de Cloro	1	1	1.75	1.75	0.10					0.31	0.31

01.01.06.04 OBRAS DE CONCRETO ARMADO
01.01.06.04.01 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO **66.90** **M2**

Nº	DESCRIPCION	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Area (m2)	Vol (m3)			
		M2										
1	Losa de Fondo (Piso)											4.44
	Camara de Cloracion	1	2	4.80		0.15					1.44	1.44
		1	2	3.60		0.15					1.08	1.08
	Estructura de Ingreso	1	2	1.00		0.15					0.30	0.30
		1	1	0.80		0.15					0.12	0.12
	Estructura de Egreso	1	2	1.00		0.15					0.30	0.30

ENTIDAD : **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE YAUTÁN**
 UBICACIÓN : Localidad: **YAUTÁN** Distrito: **YAUTÁN** Provincia: **CASMA** Departamento: **ANCASH**
 FECHA DE ELABORACIÓN : **lunes, 17 de enero de 2022**

METRADO DE SISTEMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

		1	1	8.00		0.15				1.20	1.20
2	Losa de Techo de Dosificador de Cloro										0.70
	Dosificador de Cloro	1	4	1.75		0.10				0.70	0.70
3	Muro de Camara de Cloracion										35.49
	Muros Longitudinales	1	2	6.60		1.05				13.86	13.86
		1	2	5.30		1.05				11.13	11.13
	Muros Transversales	1	2	3.60		1.05				7.56	7.56
		1	2	1.40		1.05				2.94	2.94
4	Muro de Estructura Ingreso										5.88
	Muros Longitudinales	2	2	1.00		0.60				1.20	2.40
		2	2	0.45		0.60				0.54	1.08
	Muros Transversales	2	2	0.80		0.60				0.96	1.92
		2	1	0.40		0.60				0.24	0.48
5	Dosificador de Cloro										20.39
	Cimientos de Concreto Armado	1	4	1.75		0.40				2.80	2.80
		1	4	0.95		0.40				1.52	1.52
	Muro Longitudinal	1	2	1.55		1.85				5.74	5.74
		1	2	1.25		1.85				4.63	4.63
	Muro Transversal	1	1	1.55		1.85				2.87	2.87
		1	1	1.25		1.85				2.31	2.31
	Piso de Concreto	1	1	1.25		0.10				0.13	0.13
	Dado de Concreto	1	4	1.00		0.10				0.40	0.40

01.01.06.04.02 ACERO CORRUGADO Fy=4200 kg/cm2 GRADO 60º

452.14 KG

Nº	DESCRIPCION	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	1/4" (ml)	3/8" (ml)	1/2" (ml)	5/8" (ml)	1" (ml)			
		KG			0.25	0.57	1.00	1.56	4.00			
1	Acero para Losa de Fondo Camara de Contacto											177.60
	Acero longitudinal		1	20		4.40					88.00	88.00
	Acero Transversal		1	28		3.20					89.60	89.60
2	Acero para Infraestructura de Ingreso - Egreso											17.80
	Acero longitudinal		1	5		1.40					7.00	7.00
	Acero Transversal		1	9		1.20					10.80	10.80
3	Acero para Techo de Dosificador de Cloro											42.90
	Acero longitudinal		1	11		1.95					21.45	21.45
	Acero Transversal		1	11		1.95					21.45	21.45
4	Acero para Muros de Camara de Contacto											262.40
	Acero Vertical para Muro Longitudinal		2	28		1.40					39.20	78.40
	Acero Horizontal para Muro Longitudinal		2	8		4.40					35.20	70.40
	Acero Vertical para Muro Transversal		2	20		1.40					28.00	56.00
	Acero Horizontal para Muro Transversal		2	8		3.60					28.80	57.60
5	Acero para Muros de Dosificador de Cloro											176.12
	Acero Vertical para Muro Longitudinal		2	9		2.52					22.68	45.36
	Acero Horizontal para Muro Longitudinal		2	14		1.50					21.00	42.00
	Acero Vertical para Muro Transversal		2	9		2.52					22.68	45.36
	Acero Horizontal para Muro Transversal		2	14		1.55					21.70	43.40
6	Acero para Muros de Infraestructura de Ingreso											116.40
	Acero Vertical para Muro Longitudinal		4	8		1.20					9.60	38.40
	Acero Horizontal para Muro Longitudinal		4	7		1.40					9.80	39.20
	Acero Vertical para Muro Transversal		2	8		1.20					9.60	19.20
	Acero Horizontal para Muro Transversal		2	7		1.40					9.80	19.60

01.01.06.04.03 CONCRETO F`c=210 kg/cm2

9.56 M3

Nº	DESCRIPCION	MEDIDAS								FACTOR	Parc.	sub- total
		UND	Nº Veces	Cant.	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Area (m2)	Vol (m3)			

