

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**Ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en
el Sector Juan Velasco Alvarado, distrito de Pimentel, Chiclayo,
Lambayeque, 2020**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Fabian Jhancarlo Santos Condoy

ASESOR

Ernesto Martin Centeno Ccanto

<https://orcid.org/0000-0002-7380-8153>

Chiclayo, 2024

**Ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado y
pavimentación en el Sector Juan Velasco Alvarado, distrito de
Pimentel, Chiclayo, Lambayeque, 2020**

PRESENTADA POR

Fabian Jhancarlo Santos Condoy

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR

Wilmer Moises Zelada Zamora

PRESIDENTE

Pedro Ramon Patazca Rojas

SECRETARIO

Ernesto Martin Centeno Ccanto

VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por la sabiduría y resiliencia, porque de cada tropiezo me ha ayudado a salir adelante, dándome la capacidad para tomar como experiencia de vida diversas situaciones presentadas.

A mis padres, Elmer y Gladys, por creer en mí y brindarme siempre su apoyo incondicional en toda esta etapa universitaria, siendo motivo e inspiración para poder sobrellevar cualquier situación difícil que se me presentó en el camino.

Agradecimientos

A Dios, por colmarme de salud a mí y a toda mi familia.

A mi asesor, por orientarme y resolver mis interrogantes con sus conocimientos y experiencia para llevar a cabo con éxito el desarrollo de la presente tesis.

A mi familia, por la confianza y el apoyo tanto emocional como económico.

A mis amigos, que me brindaron soporte para la realización de alguna actividad dispensable para la culminación del proyecto.

INFORME_TESIS_SANTOS_CONDOY_FABIAN

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
5	vsip.info Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	idoc.pub Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
Revisión de literatura	15
Antecedentes del problema	15
Bases teóricas	18
Marco Legal	38
Materiales y métodos	39
Tipo y nivel de investigación	39
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
Plan de procesamiento y análisis de datos	40
Procedimientos	41
Consideraciones éticas	43
Resultados y discusión	44
Resultados	44
Estudio de suelos	44
Estudio topográfico	47
Diseño de redes de distribución de agua potable	48
Diseño de redes de alcantarillado	54
Estudio de tráfico	57
Diseño de pavimentación	58
Evaluación de impacto ambiental	61

Discusión.....	61
Conclusiones	64
Recomendaciones.....	65
Referencias	66
Anexos.....	69

Lista de Figuras

Figura 1. Sección transversal de una cuneta	27
Figura 2. Sección típica con pavimento al mismo nivel de la cuneta lateral	27
Figura 3. Cálculo de Número Estructural, SN	34
Figura 4. Carta para la estimación del coeficiente de capa de Concreto Armado de Graduación Densa Basada en el Módulo Elástico (Resiliente)	35
Figura 5. Variación en el Coeficiente Estructural de Capa Base (a2) con diferentes parámetros de resistencia	35
Figura 6. Variaciones en el Coeficiente Estructural de Capa de Subbase Granular (a3) con diferentes parámetros de subbase (Resiliente)	36
Figura 7. Esquema para trabajos de fotogrametría.....	47
Figura 8. Topografía de la zona de estudio	48
Figura 9. Crecimiento poblacional Pimentel.....	49
Figura 10. Crecimiento poblacional del sector Juan Velasco Alvarado	50
Figura 11. Espesores iniciales	59
Figura 12. Espesores finales.....	59

Lista de Tablas

Tabla 1. Relaciones Hidráulicas.....	23
Tabla 2. Coeficientes de duración de lluvias entre 48 horas y una hora	26
Tabla 3. Inclinaciones máximas del talud (V:H) interior.....	26
Tabla 4. Pesos y medidas de vehículos	30
Tabla 5. Factor de carga	31
Tabla 6. Carril de diseño	31
Tabla 7. Variación de serviciabilidad.....	33
Tabla 8. Categorías de subrasante	33
Tabla 9. Calidad de drenaje.....	36
Tabla 10. Valores de coef. drenaje para bases y subbases	37

Tabla 11. Requisitos mínimos de diseño de pavimentos urbanos.....	37
Tabla 12. Descripción de la clasificación del suelo	44
Tabla 13. Ensayo corte directo.....	45
Tabla 14. Capacidad admisible del terreno	45
Tabla 15. Densidad máxima.....	46
Tabla 16. Resultados de la subrasante.....	46
Tabla 17. Ensayos químicos.....	47
Tabla 18. Población futura del sector Juan Velasco Alvarado.....	50
Tabla 19. Consumo no doméstico	51
Tabla 20. Consumo Doméstico	52
Tabla 21. Resumen demanda de agua potable	52
Tabla 22. Datos en los nodos	53
Tabla 23. Datos tuberías.....	54
Tabla 24. Cálculo de Caudales.....	55
Tabla 25. Cálculo hidráulico Red de Alcantarillado	56
Tabla 26. Conteo de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo	57
Tabla 27. Demanda proyectada.....	57
Tabla 28. Estimación de ESAL	58
Tabla 29. Datos de entrada para uso de Guía AASHTO 93.....	58
Tabla 30. Datos previos al diseño de pavimentación	58
Tabla 32. Dimensiones de cunetas	60

Resumen

El presente proyecto contempla la ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en el sector Juan Velasco Alvarado, distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, el cual fue reconocido oficialmente como pueblo joven en el año 2008 y cuenta con 14 años de antigüedad, y los servicios ya mencionados en el área de proyecto son inexistentes. Es por tal motivo, que se realizó el diseño de estos sistemas para brindar una solución a la población de satisfacer sus necesidades básicas, estar menos propensa a sufrir algún tipo de enfermedades de naturaleza hídrica y brindar un servicio eficiente que permita mejorar la calidad de vida de sus habitantes. El proyecto se realizó en diferentes etapas, se inició por una previa recopilación de información, se revisó la normativa vigente y se usó bibliografía de primera mano, se diseñó los sistemas de agua potable, alcantarillado, pavimentación, con un previo estudio hidrológico y, asimismo, se elaboró posteriormente la evaluación del impacto ambiental y analizó los resultados obtenidos de campo.

Palabras clave: Ampliación, agua potable, alcantarillado, pavimentación.

Abstract

This project contemplates the expansion of the drinking water, sewage and paving system in the Juan Velasco Alvarado sector, Pimentel district, Chiclayo province, Lambayeque department, which was officially recognized as a young town in 2008 and has 14 years old, and the services already mentioned in the project area are non-existent. It is for this reason that the design of these systems was carried out to provide a solution to the population to satisfy their basic needs, be less prone to suffering from some type of water-related diseases and provide an efficient service that allows improving the quality of life. of its inhabitants. The project was carried out in different stages, it began with a prior collection of information, the current regulations were reviewed and first-hand bibliography was used, the drinking water, sewage, paving systems were designed, with a prior hydrological study and, also, the environmental impact assessment was subsequently prepared and the results obtained from the field were analyzed.

Keywords: expansion, drinking water, sewerage, paving.

Introducción

El agua constituye un bien fundamental para la vida en la Tierra y ha jugado un rol importante en todas las civilizaciones a través de la historia, por tanto, este recurso es la base esencial de todo lo que existe a nuestro alrededor, porque que permite la creación y subsistencia de la vida ya sea animal o vegetal, y además contribuye a la estabilidad del ecosistema. [1] Es por eso, que todos lo requerimos, y no solo para el consumo, sino también para el uso en diferentes actividades como la agricultura, ganadería, energía, limpieza o para producir alimentos, para ello se debe usar un agua de buena calidad, con el fin de no ocasionar ciertos problemas de salud.

Ahora bien, para descargar las aguas servidas producto de las actividades diarias realizadas a los sistemas de alcantarillado, es necesario un tratamiento previo, ya que un sistema de desagüe inadecuado, o la carencia de éste, trae consigo también enfermedades perjudiciales a la salud y la vida; la gran afectada son las poblaciones ubicada en áreas rurales, donde el conocimiento sobre los riesgos que provoca el arrojar las aguas residuales de origen doméstico sin tratamiento a un cuerpo de agua es nulo y por ende, los hace muy vulnerables a cualquier aparición de enfermedades de origen diarreicas, por cualquier bacterias o parásitos, que se encuentran en la aguas residuales; y además del gran impacto que generan en el mar ya que llega a alterar la flora y fauna del mismo. [2]

Asimismo, el contar con vías de pavimentación en los sectores, no solo dará comodidad y seguridad a sus habitantes, sino también permitirá reducir los tiempos de traslado, ya que tanto peatones como vehículos podrán transitar de forma sencilla y rápida hacia zonas aledañas.

En el mundo, haciendo una estadística se sabe que 3 de cada 10 personas y 6 de cada 10 personas de la población mundial carecen de acceso a agua potable y de instalaciones de saneamiento, siendo un aproximado de 220 millones de personas a nivel mundial, respectivamente. Mientras que, en América Latina y el Caribe, un aproximado del 35% de su población no contaba con acceso a servicios hídricos y solo el 78% de ésta tenían servicios de saneamiento precarios. [3]

En el Perú, según la data del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del año 2017 - 2018, se conoce que el 10.6% de la población total del país, no tuvo acceso a agua por red pública, y las formas de abastecimiento era mediante camión cisterna, pozos tubulares, río, acequias, entre otros. [4] Y el distrito de Pimentel no es ajeno a esta problemática, ya que la cobertura de servicio del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario en la localidad de Pimentel donde la empresa EPSEL S.A. es la administradora de estos servicios, según INDECI, para el año 2003 existían 3,310 conexiones reales logrando abastecer de agua potable a 81.6%

de la población, mientras que para alcantarillado se lograba satisfacer a 76.2.6% de la misma con 3,087 conexiones, cabe resaltar que para ese año la población estimada era de 14,186 habitantes, por debajo de la población actual, que la supera en un 31.8% a la de ese año, por tanto, la carencia de estos servicios afecta a gran parte de la población y no permite que mejore sus condiciones de vida. [5]

El sector en estudio donde se realizó el proyecto aplicativo cuenta con una población actual de 1203 habitantes y tiene una densidad de 5 habitantes por vivienda. La accesibilidad física al área de proyecto, partiendo de la Ciudad de Chiclayo, hacia la zona de proyecto a la altura del km 2+300 de la carretera San José, perteneciente al distrito de Pimentel es de 7.5 Km, y todo el viaje tiene un tiempo de duración de 11 minutos aproximada según Google Maps. Esta zona alberga a 335 viviendas de las cuales solo 263 están habitados, una institución educativa nivel inicial, un comedor popular y un área de recreación. Según, la ficha SCALE se encuentra catalogada como un área geográfica de tipo rural, asimismo, cuenta con energía eléctrica por red pública.

Según la información brindada por el ingeniero José Carlos Yafac Risco, jefe de Departamento de Distribución EPSEL S.A, señala que efectivamente el sector Juan Velasco Alvarado no cuenta con el sistema de abastecimiento de agua, y que la fuente de abastecimiento será la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Ciudad de Chiclayo, y una vez ejecutada brindará al sector una continuidad de 8 horas del servicio y con una presión en la red de distribución de 12 mca, en cuanto a la calidad del agua, cumplirá con los parámetros exigidos para un agua potable. La línea de conducción de agua potable de diámetro de 6" se inicia en el reservorio apoyado de 5000 m³ y llega hasta Ciudad de Dios a través de una tubería ubicada en la margen derecha de la carretera Chiclayo-San José y a la cual posteriormente se hará un empalme para abastecer al sector en estudio, Juan Velasco Alvarado, sin afectar el normal abastecimiento de agua para Ciudad de Dios, debido al bajo caudal de diseño. Con respecto al sistema de alcantarillado el punto de descarga de las aguas residuales más cercano será el Colector Ciudad de Dios el que posteriormente realiza su descarga a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad de Dios.

Este sector carece del servicio básico de saneamiento y pavimentación, y son consideradas en el SISFOH como pobre y pobre extremo, cuyo material predominante en las edificaciones resalta el adobe y ladrillo en un porcentaje menor. Para la obtención del recurso hídrico pagan un valor de S./3.00 diario por 4 baldes de agua de 20 litros, gastando mensualmente un aproximado de s./90.00, y en cuanto al alcantarillado, la solución que han tomado los moradores es construir pozos ciegos para así poder evacuar sus deposiciones; lo que causa un grave

problema a su salud, ya que según el Repositorio Único Nacional de Información en Salud en Pimentel las que resaltan son las enfermedades infecciosas intestinales, anemias nutricionales, infecciones de las vías respiratorias y las enfermedades bucales, como la caries dental, afectando en mayor porcentaje a la población infante, seguido de jóvenes entre 18 y 29 años, y por último a la población de 30 a 59 años de edad. [6] Y en cuanto a las calles, ninguna se encuentra pavimentada, generando exposición y vulnerabilidad de los moradores a las partículas en suspensión como consecuencia de la circulación de vehículos a diario, ocasionando efectos adversos sobre la salud de éstos.

Por consiguiente, desde el **criterio técnico**, el Estado reconoce que a todo individuo le corresponde como derecho el acceso al agua mediante la ley la Ley 30588 de Reforma Constitucional y se debe dar prioridad el consumo humano sobre otros usos. [7] Por otro lado, contribuir con estos servicios se cumple además con uno de los objetivos del desarrollo sostenible de las Naciones Unidas que garantiza la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, reduciendo el alto índice de enfermedades gastrointestinales, parasitarias y dérmicas. [8]

Ahora bien, en el **ámbito social**, el acceso al agua potable y al saneamiento permite elevar el nivel y calidad de vida de 1988 habitantes proyectados a futuro, creando condiciones y asegurando estos servicios a la población más necesitada, y no tengan que recurrir a la compra de un agua de dudosa procedencia, y/o tener que ir a otros lugares a buscar y transportar este recurso, caminando hasta sus viviendas, o recurrir a la informalidad de instalar redes clandestinas sin ningún criterio técnico; de esta manera se tendrá más tiempo para realizar sus diferentes actividades, y no sufrir las penurias que vienen afrontando. Y con respecto al saneamiento, permitiría que sus deposiciones sean evacuadas correctamente. El agua y el alcantarillado son uno de los principales impulsores de la salud público y, si se garantiza estos servicios de manera adecuada se habrá ganado una importante lucha contra las enfermedades. [9]

En cuanto al **ámbito económico**, este proyecto va a ser beneficioso para los habitantes ya que el pago que realizan para obtener este recurso hídrico se verá reducido, y contarán con un agua de calidad y apta para el consumo. Además, con el estudio, la evaluación y toda la información recopilada en campo, se podrá ayudar a esta población para que en un futuro puedan elaborar su expediente técnico ya que no cuentan con los recursos y medios económicos por ser una zona de pobreza extrema y así la municipalidad de Pimentel pueda incluirlo en los proyectos a ejecutar.

Al mismo tiempo, para el **ámbito ambiental**, este proyecto permitirá que las personas puedan evacuar de manera adecuada sus excretas, y dejen de darle funcionamiento a los pozos ciegos que son un problema de contaminación para el suelo, así también como el agua usada para sus diferentes actividades del día a día que es vertida afuera de sus viviendas generando acumulación de residuos y mal olor, siendo perjudicados la población misma. Por ello, mediante la evaluación de impacto ambiental, se ayudará tanto a la comunidad, como a las entidades a interiorizar e implementar medidas de mitigación que minimicen los impactos ambientales negativos y así propiciar la mejora de su salud y bienestar.

Por tanto, el objetivo principal de la presente tesis es diseñar la ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación del Sector Juan Velasco Alvarado; y para alcanzarlo se determinará los parámetros del suelo necesarios a través del estudio de mecánica de suelos, la topografía del sector en estudio, para realizar el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado, posteriormente se hará el estudio del IMDA y se diseñará la pavimentación de la zona del proyecto; por último, se elaborará la evaluación de impacto ambiental del sector en proyecto.

Revisión de literatura

Antecedentes del problema

Para dar alternativas de solución a los problemas en cuestión, son diversos los proyectos que se realizaron, tanto a nivel internacional, nacional y local, a continuación, se mencionarán algunos de ellos.

Almestar y Ravines, en su tesis “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque” sustentaron la importancia de realizar este proyecto en el área señalada porque continuamente presentaban fallas en el abastecimiento de agua, como también en el alcantarillado, reportando varios buzones colapsados, asimismo, señalaron el precario funcionamiento de la laguna natural sin ningún previo tratamiento. En efecto, plantearon rediseñar las redes de tuberías tanto de agua y alcantarillado, obteniendo diámetros de tubería de 4” - 6” y 6” – 8”, respectivamente. Simultáneamente, optaron por diseñar dos lagunas facultativas por su bajo costo y la disponibilidad de área. [10]

Linares y Vásquez en su tesis “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el sector Las Palmeras -Lambayeque” señalaron que en el sector Las Palmeras -Lambayeque se elaboró un estudio previo con la finalidad de mejorar las deficiencias en cuanto a las necesidades básicas; para emprenderlo se hizo un estudio de población, seguido de un estudio topográfico, mecánica de suelos y se recopiló una data del terreno para realizar el diseño estructural del reservorio elevado con mayor facilidad generándose así un diseño de red abierta con un sistema de impulsión mediante cisterna y tanque elevado, que permite acceder agua potable, además el cálculo de alcantarillado se realizó con diámetros nominales de 160mm y 200 mm para, una red colectora y un emisor empalmado a un buzón existente, respectivamente; mientras que las redes de para llevar el agua a la cisterna se consideró una tubería de impulsión con un diámetro de 100 mm, además de accesorios como 2 electrobombas, y una cisterna de dimensiones de 6.00 m x 4m x 2m. [11]

Cueva y Saavedra en su tesis “Diseño, ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado en El Mirador II, La Esperanza, Trujillo, La Libertad” indicaron que el servicio de agua potable y alcantarillado fue rediseñado y se hizo un mejoramiento de la línea de conducción y la instalación de agua potable para cada domicilio mediante programas de simulación hidráulica como la versión 16 del WaterCAD y la versión 18 del CivilCad, los cuales necesitarán de algunos estudios previos como la topografía y una evaluación de impacto ambiental para conocer las ventajas y desventajas que este proyecto generaría. [12]

Alvarado y Rosero en su tesis “Estudio y Diseño Integral del Sistema de Distribución de Agua Potable, Tratamiento y Aprovechamiento de Aguas Residuales Domesticas en los Recintos: San Gregorio, El Salto, Sabana Grande, La vuelta, Rio Nuevo; de la Parroquia Laurel del Cantón Daule Provincia del Guayas” evidenciaron que debido a el excesivo crecimiento poblacional de los seis recintos de la parroquia Laurel, ubicado en Cantón Daule, provincia del Guayas, no permitía un adecuado suministro de abastecimiento de agua potable, se desarrolló un sistema integral que comprende el servicio de agua potable, tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales con el fin de mejorar la calidad de vida de sus moradores. Por ello, para asegurar la demanda solicitada de agua potable y con la calidad debida, se necesitó de un censo poblacional para tener un dato actualizado del número habitantes, una topografía exacta y un análisis físico – químico del agua, para posteriormente diseñar el sistema de tratamiento de aguas residuales, con la finalidad de aprovecharlas como agua de riego, disminuir la contaminación generada en el río Pula. [13]

Ospina Janette, en su tesis “Diseño estructural de pavimento rígido de las vías urbanas en el municipio del Espinal – departamento del Tolima” resaltó la dificultad para circular con los vehículos en épocas de lluvia en El Espinal, Colombia, fue uno de los motivos para diseñar una estructura de pavimento rígido para el cual se realizaron dos métodos, el PCA y el método planteado por el Instituto Nacional de Vías INVIAS; resultando el método PCA como el más conveniente para este sector, ya que influye el tipo de vehículo que circula por la vía y las características de la zona de estudio. [14]

Torres y Abad en su proyecto de investigación “Evaluación del costo y tiempo de ejecución entre los pavimentos: rígidos, flexibles y semirrígidos en el distrito de Shapaja, provincia y departamento de San Martín” analizaron un tramo de un sector de la región de San Martín bajo el método ASSTHO 93 con la finalidad de determinar la evaluación del costo y tiempo de ejecución entre los pavimentos rígidos, flexibles y semirrígidos, y concluyeron que el pavimento flexible resalta por encima del pavimento rígido resultando más económico y ejecutándose en menor tiempo. [15] Así mismo el software para ingeniería denominado **Generador de Precios Perú – CYPE Ingenieros, S.A** en su portal web indicó que un m² de pavimento asfáltico resultó 50% más económico que un m² de pavimento semirrígido. [16]

Dolores Romano en su artículo “Medio ambiente, construcción y PVC” concluyó la importancia y la peligrosidad cuando se trabaja con tuberías PVC por su alto contenido de compuestos químicos tóxicos, como por ejemplo el plomo y el cadmio, recomendando reducir el uso de este material contaminante, incluso después de su vida útil. [17]

El artículo “Social cost in construction projects” hace hincapié en una disminución de impacto ambiental si se emplea la tecnología sin zanja, indicando que al no evaluarse el proyecto en toda su extensión los costos de planificación e impacto ambiental pueden llegar a representar el 400% de los costos de construcción. Además, clasifica a los costos sociales según el enfoque público como el tráfico, desviación, efectos en la ruta, ruido, vibración, contaminación de aire, polvo y suciedad, desorden, intrusión social, seguridad, ecosistema y materiales. [18]

En el artículo “An Optimal Maintenance and Replacement Strategy for Deteriorating Water Mains” se evidenció la división del impacto de la tecnología sin zanjas en cuatro categorías; impacto a la comunidad, economía, medio ambiente y propiedad pública; además, señala que a su vez estas categorías se subdividen en costos sociales como costo por daño a la salud, costo de los derechos de daños civiles, costos de transporte, pérdida de productividad, pérdida de ingresos, costo de contaminación, costo por efecto de construcción colindante y daño a la propiedad. [19]

En el artículo “Social cost impact assessment of pipeline infrastructure projects” se analizó un impacto social de construcción sin zanja en oleoductos, identificando ocho categorías de costos sociales. El retraso en el viaje, costo de operación del vehículo, reducción del valor de superficie de carretera, ingresos comerciales perdidos, pérdida de ingreso por estacionamiento, costo de control de polvo, costo de contaminación acústica y la seguridad fue comparada con el método a cielo abierto. Concluyéndose que las tecnologías sin zanja son más ventajosas sobre todo para zonas urbanas con densidad media, siendo el retraso de viaje el costo más importante representando el 55% de los costos sociales totales. [20]

Bases teóricas

Agua potable

- **Población**

La población es un parámetro básico importante para hallar el caudal de diseño de una determinada zona, que crece y decrece ya sea por los nacimientos, conformación de nuevas concentraciones humanas, migración e inmigración y muertes, es decir, por las características de la zona, el aspecto socioeconómico y desarrollo. Para determinar su proyección a futuro se utilizarán diversos modelos matemáticos basados en los datos censales del INEI el cual se proyecta para un periodo de 20 años garantizando un funcionamiento óptimo. [21]

- **Métodos de proyección poblacional**

En la literatura existente encontramos diferentes metodologías para proyectar la población, y utilizan las tasas anuales del crecimiento poblacional obtenidas de los censos realizados en los últimos años y los distintos criterios adoptados según el tipo de crecimiento que experimenta la zona en estudio. [21]

- a. **Método de interés simple**

Este método es el más empleado para estimar la población futura (P_f) en zonas rurales, y viene expresado por la siguiente ecuación [22]:

$$P_f = P_o * (1 + r * t)$$

Donde P_o es la población censada, r es la tasa de crecimiento anual expresada en porcentaje; y t el tiempo en años.

- b. **Método interés compuesto**

Este método puede ser usado cuando el crecimiento de la población sea proporcional al tamaño de ésta. [21]:

$$P_f = P_o * (1 + r)^t$$

Donde r es la tasa de crecimiento anual y t el tiempo en años.

- c. **Método parábola de segundo grado**

Conforma uno de los métodos analíticos que ajusta el cálculo de la población a una curva matemática y se precisa de la siguiente manera:

$$P_f = P_o + B * t + C * t^2$$

Donde, el tiempo (t) viene expresado en años; B, C son constantes; Po y Pf, son la población del último censo y población futura, respectivamente.

d. Método aritmético

Resulta algo complicado que una población experimente un crecimiento lineal ya que supone que el aumento de la población es constante e independiente del tamaño de esta. Este método está definido por la siguiente expresión lineal [21]:

$$P_f = P_o + k (T_f - T_o)$$

Donde Po es la población del último censo, K es el promedio entre los censos o el cociente del primer y el último censo, y (Tf-To) es la diferencia del año de proyección y el último año del último censo.

- **Densidad Poblacional**

Se expresa en función de la relación del total de habitantes y el número de viviendas.

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{\text{Población (Hab)}}{\text{Número de viviendas}}$$

- **Consumo**

El consumo normalmente se expresa en unidades de litros por habitantes por día y se define como la cantidad de agua potable que una persona utilizará y va a depender de distintos factores como por ejemplo la calidad adecuada para no sufrir enfermedades o la temperatura, mientras más elevada sea, mayor será el consumo. [21] y [23]

Se distinguen diferentes tipos entre ellos tenemos el consumo doméstico, producto de las actividades diarias de las personas en su vivienda, el consumo social realizado por usuarios a través de piletas públicas y albergues. También existen otra tipología que no dependen del número de habitantes, como es el consumo efectuado en locales de servicio como restaurantes, hoteles, en locales industriales y locales estatales, como pueden ser colegios, centros de salud, entre otros. Y, por tanto, al hacer la sumatoria de todos estos consumos obtenemos como resultado el consumo neto.

- **Dotación**

Es la cantidad de agua en promedio que una persona necesita en un día para satisfacer sus necesidades en las diferentes actividades que realiza cotidianamente y está expresado en lt/hab.día. [23]

La normativa en el Perú mediante el DM-192-2018-VIVIENDA y la Norma IS.010 establecen dotaciones mínimas para zonas rurales y dependen de la región y el tipo de tecnología usar. [24]

- Para sistemas con arrastre hidráulico en la costa la dotación es 90lt/hab.día.
- Para local educacional a nivel primario sin residencia, es 20L por persona.
- Para restaurantes de 41 a 100m² es de 50L m².
- Para áreas verdes es de 2 L/d por m²
- Para oficinas la dotación es de 6 L/d por m² de área útil. [25]

- **Demanda**

Es el total de agua que una población necesita para realizar sus actividades esenciales bajo las condiciones de calidad del servicio, tarifa, ingreso, entre otros y se expresa en m³/año.

- **Variaciones de consumo**

Para abastecer conexiones domiciliarias el valor de los coeficientes de variaciones de consumo, con respecto al consumo promedio diario anual de la población, según el RNE se pueden tomar como k₁ entre 1.3 y 1.8, mientras que el k₂ estará en el rango de 1.8 a 2.5. Donde, k₁ y k₂ representa el coeficiente de variación diaria y el coeficiente de variación horaria, respectivamente. [26]

- **Caudales de diseño**

- a. **Caudal medio**

Es el caudal promedio obtenido de un año de registros expresado en litros por segundo y servirá para la posterior deducción del caudal máximo diario y del máximo horario. [26]

$$Q_{\text{promedio}} = \frac{\text{Consumo} \left(\frac{\text{L}}{\text{hab.d}} \right) * \text{Población (hab)}}{86400}$$

- b. **Caudal máximo diario**

Este caudal representa el día de mayor consumo en el año y está expresado como el producto del caudal promedio por el coeficiente de variación diarias, k₁. [26]

$$Q_{\text{máximo diario}} = k_1 * Q_{\text{promedio}}$$

- c. **Caudal máximo horario**

Corresponde a la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo durante un año, y se determina por el producto del caudal promedio con el coeficiente de variación horaria, k₂. [26]

$$Q_{\text{máximo diario}} = k_2 * Q_{\text{promedio}}$$

- **Tipos de redes**

- a. **Las redes ramificadas** son un conjunto tuberías y accesorios que se constituyen a partir de la tubería principal y su aplicación radica para localidades con un máximo de 30 conexiones domiciliarias. El diseño hidráulico se realiza por medio de métodos probabilísticos tomando como referencia el número de conexiones domiciliarias y posterior a ello, encontrar un coeficiente de simultaneidad que oscila entre 0.2 y 1 para efectuar el cálculo. [24]
- b. **Las redes malladas** son sistemas que no deben abarcar más de 6 x 6 manzanas, caso contrario presentarían mayor pérdida de carga. Cada tubería que una dos nodos debe garantizar la realización de alguna futura reparación de la misma sin afectar al resto de la malla. El método de Hardy Cross es usado para el cálculo hidráulico de redes de distribución cerradas [24]; sin embargo, para simplificar el cálculo manual, se pueden determinar caudales mediante el Método de los Polígonos de Tiessen, previamente habiendo delimitado un área de influencia para procesarla en el ArcGis y posteriormente en el software de simulación hidráulica, WaterGEMS.

Alcantarillado

- **Caudales de diseño de alcantarillado**

- a. Caudal promedio diario

Este caudal hace referencia a la contribución durante un período de 24 horas, obtenida como el promedio durante un año. [26]

$$Q \text{ prom} = \frac{\text{Población Servida} * \text{Dotación} * \text{coeficiente de retorno}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{d}}}$$

- b. Caudal máximo diario

$$Q \text{ máximo diario} = k1 * Q \text{ promedio} + Q \text{ inf} + Q \text{ lluvia}$$

- c. Caudal máximo horario

$$Q \text{ máximo diario} = k2 * Q \text{ promedio} + Q \text{ inf} + Q \text{ lluvia}$$

- **Contribuciones de aguas residuales**

- a. Coeficiente de retorno

El coeficiente de retorno adoptado para proyectos de agua residuales es de 0.80, puede variar entre el rango de 0.70 y 1.30 teniendo en cuenta todos los tipos de abastecimiento. [26]

b. Caudal de infiltración de agua subterránea

El aporte de este caudal va a depender de la permeabilidad del suelo donde se proyectará la red alcantarillado sanitario, dependerá del nivel de aguas subterráneas; siempre y cuando el nivel freático sea alto ese nivel freático y esté por encima de las tuberías.

La norma OS.070 indica un coeficiente de infiltración entre 0.05 – 1 l/s/km. [26]

c. Contribuciones por conexiones ilícitas

La contribución por conexiones ilícitas es variable de una localidad a otra, depende del número de conexiones domiciliarias en las que el sistema de recolección de aguas de lluvia está conectados a las instalaciones interiores del domicilio, al sistema de recolección de aguas pluviales en la vía pública a las redes colectoras del sistema de alcantarillado sanitario. [26]

• **Cálculo Hidráulico**

a. Caudal

Se debe garantizar un caudal mínimo de 1.5 l/seg para el diseño de cada tramo de red de tuberías. El caudal inicial se dimensiona a partir de la siguiente expresión:

$$Q_0 = \frac{0.312 * D^{8/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q₀: Caudal (lt/seg)

D: Diámetro interno (m)

S: Pendiente de la tubería (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad (n= 0.013)

b. Diámetro mínimo

Corresponde a la medida del diámetro nominal de una tubería, cuyo valor mínimo para el dimensionamiento es de 100 mm.

c. Pendiente mínima

Valor mínimo de la pendiente de tal manera que garantice la autolimpieza de la tubería cumpliendo el criterio mínimo de 1 Pa de tensión tractiva.

$$S_{o \text{ min}} = 0.0055 Q_i^{-0.47}$$

Donde:

S_{o min}: Pendiente mínima de la tubería (m/m)

Q_i : Caudal inicial del tramo (lt/seg)

d. Relaciones hidráulicas

Se admite un régimen de flujo uniforme y permanente en las tuberías.

Tabla 1. Relaciones Hidráulicas

RELACIONES HIDRÁULICAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTOS CIRCULARES			0.48	0.48	0.99
Q/Qo	y/D	V/Vo	0.49	0.49	1.00
0.02	0.09	0.38	0.50	0.50	1.00
0.03	0.12	0.43	0.51	0.51	1.01
0.04	0.14	0.49	0.52	0.51	1.01
0.05	0.16	0.53	0.53	0.52	1.02
0.06	0.17	0.57	0.54	0.52	1.02
0.07	0.18	0.58	0.55	0.53	1.02
0.08	0.19	0.60	0.56	0.54	1.03
0.09	0.20	0.61	0.57	0.54	1.03
0.10	0.22	0.63	0.58	0.55	1.03
0.11	0.23	0.66	0.59	0.55	1.03
0.12	0.24	0.67	0.60	0.56	1.04
0.13	0.25	0.69	0.61	0.56	1.05
0.14	0.25	0.70	0.62	0.57	1.06
0.15	0.26	0.72	0.63	0.57	1.06
0.16	0.27	0.73	0.64	0.58	1.06
0.17	0.28	0.75	0.64	0.58	1.06
0.18	0.28	0.75	0.65	0.59	1.07
0.19	0.29	0.76	0.66	0.60	1.07
0.20	0.30	0.78	0.67	0.60	1.07
0.21	0.31	0.79	0.68	0.61	1.08
0.22	0.32	0.80	0.69	0.61	1.08
0.23	0.33	0.81	0.70	0.62	1.08
0.24	0.34	0.82	0.71	0.62	1.08
0.25	0.35	0.83	0.72	0.63	1.09
0.26	0.35	0.84	0.73	0.63	1.09
0.27	0.36	0.85	0.74	0.64	1.09
0.28	0.37	0.86	0.75	0.64	1.09
0.29	0.37	0.87	0.76	0.65	1.10
0.30	0.38	0.88	0.77	0.65	1.10
0.31	0.39	0.89	0.78	0.66	1.10
0.32	0.39	0.89	0.79	0.67	1.11
0.33	0.40	0.90	0.80	0.68	1.11
0.34	0.40	0.90	0.81	0.68	1.11
0.35	0.41	0.91	0.82	0.69	1.11
0.36	0.42	0.92	0.83	0.69	1.12
0.37	0.43	0.93	0.84	0.70	1.12
0.38	0.43	0.93	0.85	0.70	1.12
0.39	0.44	0.94	0.86	0.71	1.12
0.40	0.44	0.95	0.87	0.72	1.13
0.41	0.45	0.96	0.88	0.72	1.13
0.42	0.45	0.96	0.89	0.73	1.13
0.43	0.46	0.97	0.90	0.74	1.13
0.44	0.46	0.97	0.91	0.74	1.13
0.45	0.47	0.98	0.92	0.75	1.13
0.46	0.47	0.98	0.93	0.76	1.14
0.47	0.48	0.99	0.94	0.77	1.14
			0.95	0.78	1.14
			0.96	0.78	1.14
			0.97	0.79	1.14
			0.98	0.79	1.14
			0.99	0.80	1.14
			1.00	0.81	1.14

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje

e. Velocidad

El valor de la **velocidad inicial** se obtiene a partir de la Fórmula de Manning y la ecuación de continuidad; se expresa de la siguiente manera:

$$V_o = \frac{0.397 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Vo: Velocidad inicial (m/s)

D: Diámetro interno (m)

S: Pendiente de la tubería (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad (n= 0.013)

Por tanto, la velocidad final o real viene determinada en función de la relación hidráulica:

$$V_f = V_o * \frac{V}{V_o}$$

Donde:

V_f : Velocidad final (m/seg)

V_o : Velocidad inicial (m/seg)

$\frac{V}{V_o}$: Coeficiente adimensional de la relación hidráulica

La **velocidad crítica** está expresada en función del radio hidráulico y la gravedad, viene dado por la siguiente expresión.

$$V_c = 6\sqrt{g R}$$

Donde:

V_c : velocidad crítica (m/seg)

g : gravedad (m/seg²)

R : radio hidráulico (m)

$$R = \left[\frac{V_f}{\frac{1}{S^2}} \right]^{\frac{3}{2}}$$

Donde:

R : radio hidráulico (m)

V_f : velocidad final (m/seg)

S : Pendiente de la tubería (m/m)

f. Tensión tractiva

$$\sigma = \gamma * R * S$$

Donde:

σ : Tensión tractiva (Pa)

γ : Peso específico del líquido (N/m³)

R : Radio hidráulico (m)

S : Pendiente de la tubería (m/m)

Hidrología

- **Periodo de retorno**

Se le denomina periodo de retorno a aquel tiempo promedio, en años, en que el máximo caudal es igualado o superado una vez cada “T” años. La normativa señala que para drenaje se considera un periodo de retorno igual a 10 años. [27]

- **Intensidad de la lluvia**

Para hallar este valor se necesita de un previo estudio de hidrología de la zona, y los parámetros a considerar son la intensidad, duración y frecuencia, siendo la intensidad inversamente proporcional a la duración y directamente proporcional a la frecuencia de la lluvia. [21]

- **Duración de la lluvia**

El caudal producido llegará a ser el máximo si la duración de la lluvia es igual al tiempo de concentración del área drenada, dicho tiempo es el que tarda el agua en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el colector o también se le puede definir como el tiempo requerido desde el comienzo de la lluvia, y va a depender de las características de la superficie como la pendiente, el tipo de superficie, y oscila entre 10 y 20 minutos, mientras que el tiempo de recorrido en el colector dependerá de la velocidad y longitud del colector entre buzones. [21]

- **Tiempo de Concentración**

Este parámetro representa el tiempo que demora en recorrer una gota desde el punto más extremo hasta la salida de la cuenca, y es inversamente proporcional a la duración de una tormenta y su intensidad, ya que mientras más alta sea la duración más baja será la intensidad, entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración t_c , cabe resaltar que las fórmulas más comunes para estimar este parámetro solo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor. [27]

$$t_c = t_o + t_f$$

Este parámetro en un sistema de drenaje pluvial viene dado por la anterior expresión.

- **Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia**

Dado que la información pluviométrica en el Perú es escasa, es difícil elaborarse estas curvas, ya que normalmente solo se cuenta con lluvias máximas en 24 horas, por ello, este valor se mayor o se corrige por un factor de duración. [27]

Tabla 2. Coeficientes de duración de lluvias entre 48 horas y una hora

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje

- **Sistema de drenaje de agua superficial**

Dentro de los elementos de drenaje que tenemos para controlar el agua superficial, como el agua de lluvia que cae sobre el pavimento, tenemos las siguientes:

El bombeo consiste en la pendiente transversal de la plataforma del pavimento ya sea para un lado o hacia ambos y de esta manera retirar el agua precipitada hacia un lado o hacia uno o ambos lados de la plataforma. [28]

La cuneta por lo general, van en dirección de la rasante; y conducen el agua hacia una caja de recolección, en la que es captada para llevarla hacia un curso natural mediante una alcantarilla. Para su diseño geométrico se deberá tener en cuenta la zona de estudio, si es seca la profundidad de la cuneta será de 20 cm, sin embargo, su aplicación no es la ideal por el Fenómeno del Niño, para regiones lluviosas, la profundidad será de 30 centímetros, y para muy lluviosas 50 centímetros de profundidad; además se debe diseñar para un talud interior como lo indica la tabla siguiente. [28] y [29]

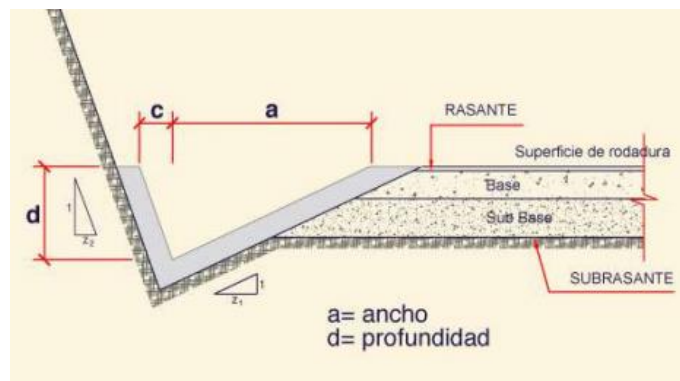
Tabla 3. Inclinationes máximas del talud (V:H) interior

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
<70	1:2 (*) 1:3	1:3
> 70	1:3	1:4

(*) Sólo en casos muy especiales

Fuente: Reglamento - DG 2018

Figura 1. Sección transversal de una cuneta



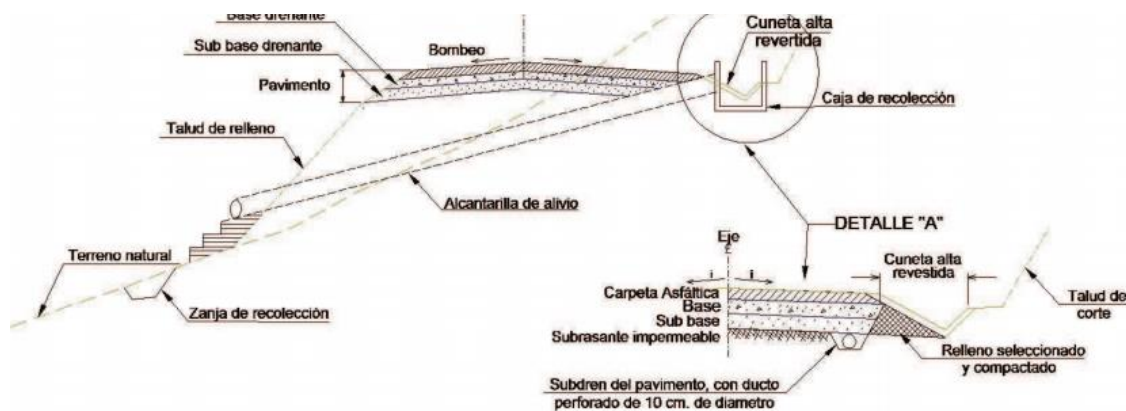
Fuente: Reglamento - DG 2018

Las alcantarillas conducen el agua hacia cursos de agua existentes.

Otra característica drenante para tomar en cuenta son **las capas de base y la subbase** ya que a través de éstas se filtra parte del agua de origen pluvial y siguen la inclinación transversal de la subrasante hasta ser recolectado por las cunetas laterales; sin embargo, si debajo de la subbase el material de la subrasante tenemos características permeables, no es necesaria esta recolección porque el agua drena verticalmente. [28]

Para casos donde la subrasante es impermeable y se proyecta el diseño de una cuneta alta revestida, es necesario tomar en cuenta que el revestimiento de la cuneta va a impedir el drenaje lateral de la base y subbase, por ello, se diseña subdrenes para evitar que se acumule agua infiltrada en estas capas y evitar el deterioro del pavimento y el brote del agua hacia arriba.

Figura 2. Sección típica con pavimento al mismo nivel de la cuneta lateral



Fuente: MTC

- **Estimación de caudales**

- a) Caudal de aporte

El método racional es usado para áreas menores a 10 Km², donde la descarga máxima de diseño (Q) se obtiene a partir de la siguiente expresión [27]:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q: Caudal de aporte (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia (mm/hora)

A: Área de aporte de la longitud de cuneta (km²)

- b) Capacidad de cunetas

Para el diseño hidráulico de las cunetas se utiliza el principio de la ecuación de Manning. [27]

$$Q = A * V = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

V: Velocidad media (m/s)

A: Área de la sección (m²)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

Para una sección de cuneta triangular cuyo talud interior es 1:1.5 y su talud exterior es 1:1.5, se sigue el siguiente procedimiento simplificado para determinar la máxima capacidad de ésta a distintas pendientes. [27]

- Radio Hidráulico (R)

Elijo una altura (H), que sea menor a 0.60 metros.

$$R = \frac{H * \sqrt{13}}{10}, (m)$$

- Sección mojada

$$A = \frac{13 * H^2}{12}, (m^2)$$

Por último, se verifica que el caudal hallado con la ecuación de Manning sea superior al caudal de aporte (método racional) para dar por terminado el diseño, caso contrario se repetiría el procedimiento cambiando la altura de cuneta (H). [27]

Pavimentación

- **Pavimento flexible**

Está constituido por una carpeta asfáltica que tiene materiales bituminosos como aglomerantes y consta de una base, subbase y una subrasante compuesta de agregados. Este tipo de pavimentos ofrece ventajas como una fácil colocación, impermeabilidad y resistente a la abrasión debida al tránsito. [28]

- **Método Guía AASHTO 93 de diseño**

a. Periodo de diseño

Es el periodo para el cual el pavimento será diseñado y podrá soportar el efecto del tránsito, minimizando costos de operación y mantenimiento durante dicho periodo. Normalmente, para pavimentos asfálticos se diseña para 10 y 20 años, mientras que los pavimentos rígidos se diseñan para períodos de 20 años. [30]

b. Índice Medio Diario (IMD)

Es un parámetro que representa el promedio de vehículos que pasan por un punto durante un periodo de tiempo ya sea un periodo anual, mensual o semanal. [30]

c. Peso Vehicular

Es el peso máximo permitido por eje o grupo de ejes que cada tipo de vehículo debe considerar para circular en el Perú y está establecido en el Reglamento Nacional de Vehículos. [30]

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C2		12,30	7	11	—	—	—	18
C3		13,20	7	18	—	—	—	25
C4		13,20	7	23 ⁽³⁾	—	—	—	30
B2		13,20	7	11	—	—	—	18
B3-1		14,00	7	16	—	—	—	23

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

d. Tipos de eje

Los vehículos van a tener una clasificación de ejes, como el eje simple, que básicamente se constituye de un solo eje sencillo de dos ruedas en los extremos, el eje tándem que está constituido por dos ejes articulados y el eje trídem que comprende tres ejes articulados separados a una distancia determinada. [30]

e. Factor de equivalencia de carga

Algunos resultados experimentales que brinda el ASSHTO está expresado en la siguiente tabla. [30]

Tabla 5. Factor de carga

Carga bruta por eje		Factores de equivalencia de Carga		
KN	lb	Ejes Simples	Ejes Tandem	Ejes Tridem
4.45	1,000	0.00002		
8.9	2,000	0.00018		
17.8	4,000	0.00209	0.0003	
26.7	6,000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8,000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10,000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12,000	0.189	0.014	0.003
62.3	14,000	0.360	0.027	0.006
71.2	16,000	0.623	0.047	0.011
80.0	18,000	1.000	0.077	0.017
89.0	20,000	1.51	0.121	0.027
97.9	22,000	2.18	0.180	0.040
106.8	24,000	3.03	0.260	0.057
115.6	26,000	4.09	0.364	0.080
124.5	28,000	5.39	0.495	0.109
133.4	30,000	6.97	0.658	0.145
142.3	32,000	8.88	0.857	0.191
151.2	34,000	11.18	1.095	0.246
160.1	36,000	13.93	1.38	0.313
169.0	38,000	17.20	1.70	0.393
178.0	40,000	21.08	2.08	0.487
187.0	42,000	25.64	2.51	0.597
195.7	44,000	31.00	3.00	0.723
204.5	46,000	37.24	3.55	0.868
213.5	48,000	44.50	4.17	1.033
222.4	50,000	52.88	4.86	1.22
231.3	52,000		5.63	1.43
240.2	54,000		6.47	1.66
249.0	56,000		7.41	1.91
258.0	58,000		8.45	2.20
267.0	60,000		9.59	2.51
275.8	62,000		10.84	2.85
284.5	64,000		12.22	3.22
293.5	66,000		13.73	3.62
302.5	68,000		15.38	4.05
311.5	70,000		17.19	4.52
320.0	72,000		19.16	5.03
329.0	74,000		21.32	5.57
338.0	76,000		23.66	6.15
347.0	78,000		26.22	6.78
356.0	80,000		29.0	7.45
364.7	82,000		32.0	8.20
373.6	84,000		35.3	8.90
382.5	86,000		38.8	9.80
391.4	88,000		42.6	10.6
400.3	90,000		46.8	11.6

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

f. Factor camión

El factor camión va definido por la conversión del peso de cada eje a kN o Lb, y cuyo valor deberá ser ingresado en la tabla de factor de carga, para posteriormente realizar una interpolación y obtener el factor equivalente de camión para cada vehículo. [30]

g. Carril de diseño

Es probable que el mayor tránsito vehicular se de en un carril externo y en un sentido que en el otro, es por eso algunas recomendaciones del Instituto del Asfalto y ASSHTO-93 son las siguientes [30]:

Tabla 6. Carril de diseño

Nº carriles (2 direcciones)	%de camiones en el carril de diseño
2	50
4	45 (35-48)
6 ó más	40 (25-48)

Fuente. Guía AASHTO-93

h. Factor de crecimiento de tránsito proyectado

El pavimento debe ser diseñado para una adecuada demanda de tránsito en un cierto periodo, por ello se debe calcular el crecimiento de tránsito el cual para su cálculo involucra la tasa de crecimiento anual (n) que está expresada en porcentaje y el periodo de diseño en años (t), y se define mediante la siguiente ecuación [30]:

$$\text{Factor de Crecimiento} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

i. Estimación de ESAL

Es un eje estándar que pesa 18000Lb o 8.2 ton o 80 kN y ejerce un efecto dañino igual a 1 sobre el pavimento. Para la estimación del ESAL se necesita contar con el número de vehículos, el factor camión, factor de crecimiento, el carril de diseño, el periodo de diseño y la conversión a ejes simples de 8.2tn, para su posterior sumatoria. [30]

j. Confiabilidad (Z_r)

Este valor de confiabilidad está relacionado con respecto al tránsito, si es para caminos de bajo volumen el valor está entre el rango de 65% y 80%, para el resto el valor varía entre 80% y 95%. [28]

k. Desviación estándar combinada (S_o)

Está relacionado con la variabilidad del tránsito y factores que afectan al comportamiento de la plataforma, la guía AASHTO, recomienda adoptar valores entre 0.40 y 0.50 para pavimentos flexibles. [28]

l. Variación de serviciabilidad

Es la diferencia del índice de serviciabilidad inicial y la serviciabilidad terminal asumida para el diseño. [28]

Tabla 7. Variación de serviciabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}	>30'000,000		1.20

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

m. Categorías de la subrasante

Son seis tipos de subrasante que se relaciona directamente con el CBR, cuya categoría va desde una subrasante inadecuada con un CBR menor al 3% hasta una subrasante excelente con un CBR mayor a 30%. [28]

Tabla 8. Categorías de subrasante

CATEGORÍAS DE SUBSANTE	CBR
S ₀ : Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S ₀ : Subrasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₀ : Subrasante regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₀ : Subrasante buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₀ : Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₀ : Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

n. Módulo resiliente de la subrasante

Es la medida de la rigidez del suelo de la subrasante cuya ecuación correlaciona el CBR y está definido por la siguiente expresión. [28]

$$Mr (psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$$

o. Número estructural (SNr)

Es el resultado de aplicar todos los datos de entrada en la ecuación general de diseño AASHTO, el cual representa el espesor total de pavimento a colocar, el cual debe ser transformado a espesor efectivo de las capas de rodadura, base y subbase, mediante coeficientes estructurales. [28]

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 15} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_r) - 8.07$$

Ecuación general AASHTO-93

$$SN = a_1 d_1 + a_2 d_2 m_2 + a_3 d_3 m_3$$

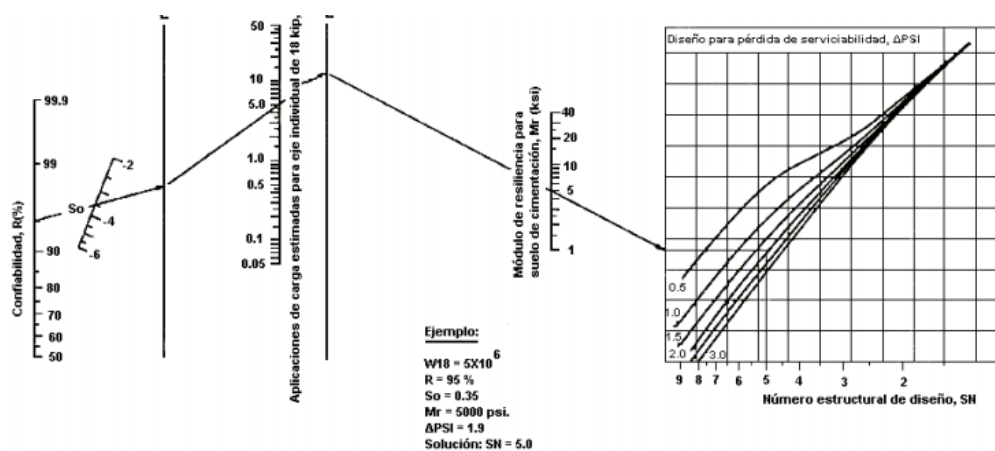
Donde:

a_1, a_2, a_3 : Coef. estructurales de la capa superficial, base y subbase.

d_1, d_2, d_3 : espesores en centímetros de la capa superficial, base y subbase.

m_2, m_3 : Coef. de drenaje de la base y subbase, respectivamente

Figura 3. Cálculo de Número Estructural, SN

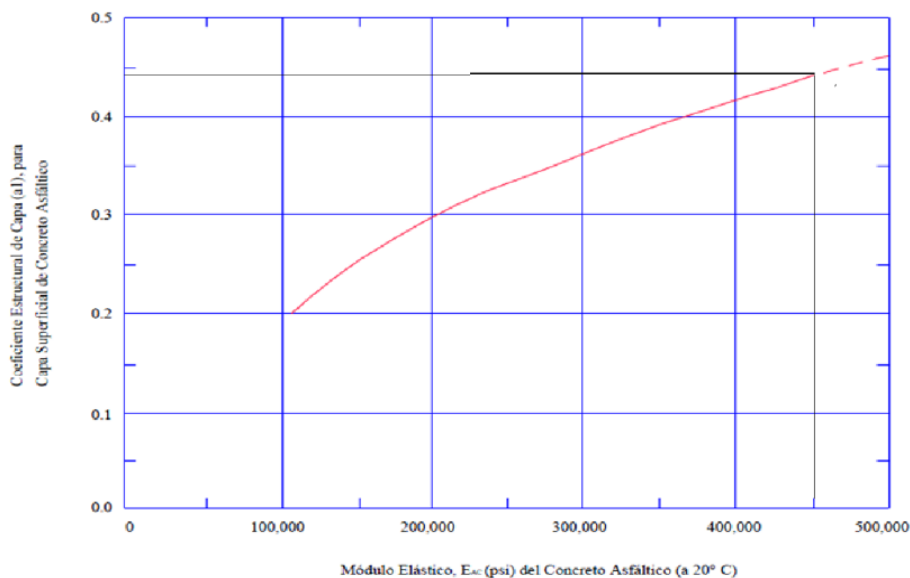


Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

p. Coeficientes estructurales

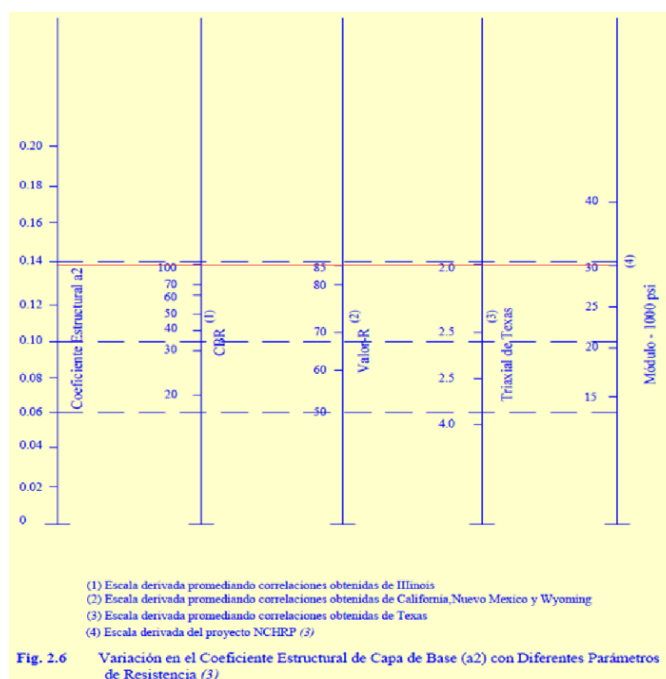
Los coeficientes serán hallados por los siguientes Nomogramas AASHTO. [28]

Figura 4. Carta para la estimación del coeficiente de capa de Concreto Armado de Graduación Densa Basada en el Módulo Elástico (Resiliente)



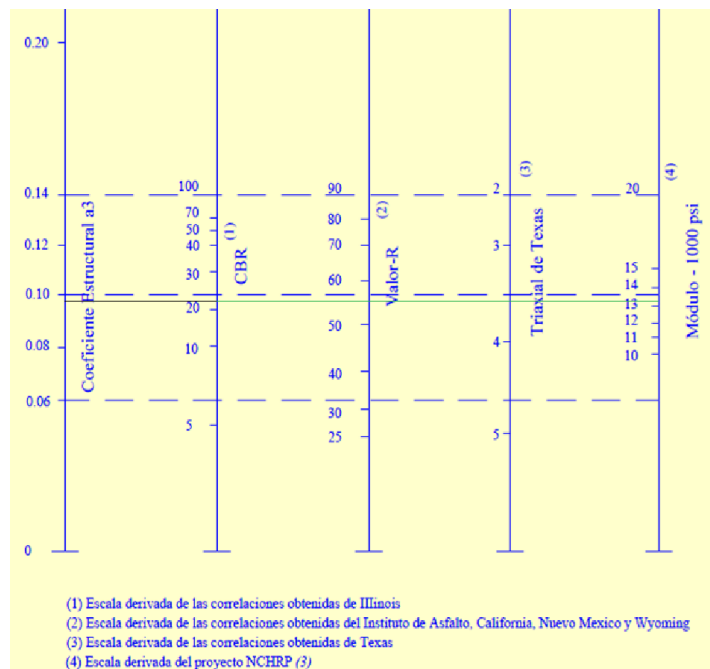
Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

Figura 5. Variación en el Coeficiente Estructural de Capa Base (a2) con diferentes parámetros de resistencia



Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

Figura 6. Variaciones en el Coeficiente Estructural de Capa de Subbase Granular (a3) con diferentes parámetros de subbase (Resiliente)



Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

q. Coeficientes de drenaje

Los valores de coeficientes de drenaje (m) que las siguientes tablas presentan, dependen del tiempo en que el agua tarda en ser evacuada y tiempo de exposición del pavimento a la humedad cercana a la saturación. [28]

Tabla 9. Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

Tabla 10. Valores de coef. drenaje para bases y subbases

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACION			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

- **Requisitos mínimos para diseño de pavimentos**

Las consideraciones mínimas para el diseño de pavimentos están definidas en la siguiente tabla, y lo establece la normativa CE.010 de Pavimentos Urbanos. [25]

Tabla 11. Requisitos mínimos de diseño de pavimentos urbanos

Elemento	Tipo de pavimento			
	Flexible	Rígido	Adoquines	
Sub-rasante	95% de compactación: Suelos Granulares – Proctor Modificado Suelos Cohesivos – Proctor Estándar			
	Espesor compactado: >= 250mm – Vías locales y colectoras >=300mm – Vías arteriales y expresas			
Sub-base	CBR >= 40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR >= 30% 100% Compactación Proctor Modificado		
Base	CBR >= 80% 100% Compactación Proctor Modificado	N.A.*	CBR >= 80% 100% Compactación Proctor Modificado	
Imprimación/capa de apoyo	Penetración de la Imprimación >=5mm	N.A.*	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40mm.	
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	>= 150mm	>= 60mm	
	Vías colectoras		>= 80mm	
	Vías arteriales		NR**	
	Vías expresas	>= 200mm	NR**	
Material	Vías locales	Concreto asfáltico***	MR>=3,4 MPa (34 kg/cm2)	
	Vías colectoras			f'c>=38 MPa (380 kg/cm2)
	Vías arteriales			
	Vías expresas			

Notas: *N.A.: No aplicable; N.R.: No Recomendable; *** El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el Proyecto considere Mezclar en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado.

Fuente: CE.10 Pavimentos Urbanos

Marco Legal

- **Norma OS. 050: Redes de distribución de agua para consumo humano**

Asegura condiciones mínimas que deben cumplirse, como la velocidad mínima, presión en cada punto de la red, así como una estructura para la elaboración de expedientes para diseño de redes de agua para consumo humano. [26]

- **Norma OS. 070: Redes de aguas residuales**

La finalidad de esta norma es especificar los criterios exigibles en la elaboración del proyecto hidráulico de las redes de aguas residuales, así como condiciones mínimas para pendientes, velocidades y autolimpieza. [26]

- **Norma OS. 100: Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria**

En la información básica de esta normativa nos detalla valores mínimos de referencia para el posterior diseño de los sistemas de agua y alcantarillado, simultáneamente destaca las labores básicas de operación y mantenimiento. [26]

- **Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural**

El presente documento buscar asegurar la sostenibilidad en proyectos de saneamiento para zonas rurales, garantizando el correcto manejo del agua evitando su uso desmedido y el óptimo funcionamiento y servicio en el periodo de vida útil de la infraestructura sanitaria instalada, además de presentar las diferentes metodologías y diseño para elegir la opción tecnológica correcta para la disposición sanitaria de excretas. [24]

- **Norma CE.010: Pavimentos urbanos**

El objetivo de esta norma es establecer los parámetros mínimos para diseñar, construir, rehabilitar, dar mantenimiento, control de calidad y reposición de pavimentos urbanos, desde el enfoque de la mecánica de suelos y de la ingeniería de pavimentos, con el fin de garantizar un buen comportamiento a lo largo de su vida de servicio. [26]

- **Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos**

Este manual tiene como propósito brindar diferentes criterios correspondientes a suelos y pavimentación, para optar por un óptimo diseño de la base, subbase, y superficie de rodadura para diferente tipo de carreteras y se desempeñen bien estructuralmente, y cumpla con eficiencia técnica y económica. [28]

- **Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito**

Este manual proporciona criterios técnicos para el diseño y construcción de infraestructura de carreteras eficientes, cuya demanda proyectada alcanza hasta 350 vehículos/día, transitando vehículos ligeros y vehículos pesados de carga o pasajeros hasta de 3 ejes. [31]

- **Reglamento nacional de vehículos**

Las características y requerimientos técnicos presente en esta normativa van dirigido a todos los vehículos que circulen dentro del territorio nacional. Ahora bien, la presente tesis demandará usar el anexo IV del reglamento que hace referencia a pesos y medidas máximas permitidas de los vehículos. [30]

- **Manual de hidrología, hidráulica y drenaje**

En el presente manual podemos encontrar metodologías que facilitarán el diseño de proyectos de drenaje tanto superficial y subterránea para carreteras y/o caminos, los cuáles serán adecuados al lugar de proyecto. [27]

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo porque se plantea un problema de investigación delimitado y concreto, para luego revisar la literatura existente y construir un marco teórico, para posteriormente usar técnicas e instrumentos de recolección de datos para que la investigación sea creíble y aceptada por otros investigadores, así mismo, analizar e interpretar los resultados en base a los estudios teóricos.

El diseño de investigación es de tipo no experimental, de dimensión transversal de tipo descriptivo porque tiene como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles en una población; el procedimiento consiste en describir las características y diferentes hechos relevantes mediante la observación y una recolección de datos, lo cual nos ayudará a comprender y tener un enfoque general de las condiciones actuales de la problemática existente en el sector en estudio.

El tipo de investigación, de acuerdo con el fin que persigue es aplicada, porque se encontrará una solución al problema inmediato específico que enfrenta el sector de estudio a través del conocimiento científico, dándole respuesta a nuestros objetivos planteado y sustentándolo con resultados.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

La observación directa, un método de recolección de datos que permitirá un reconocimiento de campo y sus condiciones actuales, a través de las visitas realizadas al sector en estudio dispensables para el proyecto.

El análisis documental, que consiste en recopilar información de la bibliografía existente que puede ser útil para los temas a abordar en el proyecto.

Encuestas, aplicada a la totalidad de la muestra y permitirá sustraer información de la población de interés para el propósito del estudio.

Instrumentos de recolección

- Fotografías. (Ver Anexo 2)
- Guías informativas
- Cuestionario

Plan de procesamiento y análisis de datos

El proyecto en el sector Juan Velasco Alvarado contó con cuatro fases para su ejecución, las cuales se mencionan a continuación:

FASE N°1

- Realizar las coordinaciones necesarias con las autoridades del distrito y del sector en estudio.
- Visitar y recopilar la información de la zona del proyecto.
- Recopilar la información bibliográfica y normativa nacional vigente.

FASE N°2

- Determinar los parámetros del suelo.
- Realizar el levantamiento topográfico de la zona del proyecto.
- Evaluar el IMDa.

FASE N°3

- Calcular la población de diseño.
- Diseñar las redes de agua potable.
- Diseñar las redes de alcantarillado.
- Diseñar la pavimentación de la zona de proyecto.

FASE N°4

- Evaluar e interpretar los resultados con la norma vigente.
- Elaborar el informe final de impacto ambiental.
- Elaborar las conclusiones y recomendaciones del proyecto.
- Elaborar el informe del proyecto.
- Elaborar los planos topográficos del proyecto.

Procedimientos

• Estudio de Población

Se realizó una recopilación de información mediante la interacción verbal y/o documentación física, con los representantes de entidades públicas, como el alcalde de la Municipalidad Distrital de Pimentel, y el teniente gobernador de la zona en estudio, para tener características generales de la zona, y así determinar el número actual de habitantes, para su posterior proyección a futuro mediante el método aritmético.

• Estudio de tráfico

En la zona de proyecto se fijó el punto de control de tráfico y se hizo uso de una guía del MTC para el conteo de vehículos donde se tuvo en cuenta el día, hora y dirección del flujo vehicular y su clasificación respectiva para obtener una información óptima para el diseño y calcular posteriormente el Índice medio diario (IMD) durante 7 días consecutivas. Asimismo, se utilizó la metodología AASHTO 93 que es afianzada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para estimar el número de ejes equivalentes, para ello, se necesitó de tablas guía para hallar parámetros como el factor camión, factor de crecimiento, el carril de diseño, el periodo de diseño, y la conversión a ejes simples de 8.2tn, para su posterior sumatoria.

• Estudio topográfico

La topografía requiere de un alto grado de precisión por ello, primero se buscó información, principalmente visual sobre algunas características de interés haciendo un reconocimiento previo de campo; seguido del levantamiento topográfico el cual fue realizado con el método indirecto llamado fotogrametría, utilizando el sistema VANT (Vuelo Aéreo No Tripulado), mediante un DRONE, piloteado por control remoto, el cual permite tomar fotografías georreferenciadas por GNSS, y apoyados de softwares para post – proceso, que sirven para la representación cartográfica. Así pues, para el proyecto se definió un esquema que simplificó los trabajos de fotogrametría, partiendo desde la planificación de vuelo, control terrestre, vuelo hasta la obtención de información digital.

- **Estudio de suelos**

Se realizó un estudio de mecánica de suelos de la zona de estudio por medio de calicatas para conocer los distintos parámetros de éste, bajo las normas y procedimiento establecidos como se establece en la E-050 del RNE, la muestra fue llevada al laboratorio y se obtuvo los resultados del análisis de granulometría, límites de consistencia, humedad, corte directo, análisis químicos (sulfatos y cloruros), Proctor modificado y CBR (California Bearing Ratio).

- **Diseño de la red de agua y desagüe**

Para diseñar las redes de distribución primero se realizó un estudio de demanda, con el objetivo de obtener el caudal máximo horario, valor con el cual se diseñó. El método usado para determinar caudales fue el Método de los Polígonos de Thiessen con ayuda del software ArcGis, previamente habiendo delimitado un circuito cerrado formando una malla, para posteriormente, realizar el análisis hidráulico con el programa WaterGEMS.

El sistema de alcantarillado se diseñó con el 80% del caudal promedio proporcionado por la demanda de agua potable, tomando siempre como referencia al Reglamento Nacional de Edificaciones que brinda condiciones mínimas a cumplir para los resultados del cálculo hidráulico.

- **Estudio hidrológico**

Para el estudio hidrológico se obtuvo del portal web de Senamhi, los datos de la estación meteorológica Lambayeque, ubicada en el distrito de San José; para ello se tomó los datos de los últimos 25 años de registro que incluyen especialmente los años en que se han registrado el fenómeno “El Niño”, y así tener información histórica para predecir eventos futuros confiables. Mediante el uso del software Hidroesta 2, se procesó estos datos pluviométricos considerando un periodo de retorno de 10 años tomado en cuenta del manual para carreteras de bajo volumen de tránsito, y se obtuvo la intensidad para cada tiempo de retorno.

- **Diseño de pavimentación**

El diseño de la pavimentación se realizó siguiendo la metodología AASHTO 93, y se obtuvo un número estructural (SN) que determinó el espesor total el pavimento para realizar posteriormente el cálculo de los espesores finales de la carpeta de rodadura, la base y subbase granular del pavimento flexible, para ello, se siguió un procedimiento donde se tomó parámetros en función del tránsito y la confiabilidad, utilizándose nomogramas AASHTO.

- **Evaluación de impacto ambiental**

En esta etapa se realizó la identificación y evaluación de las acciones y factores ambientales para la etapa de construcción, funcionamiento y cierre, y será plasmada de manera sistematizada en la Matriz de Leopold, la cual nos permitirá conocer los distintos aspectos ambientales generados por proceso productivo o servicio y sus respectivos impactos, cabe resaltar que se basó en las partidas de otros expedientes similares concerniente al proyecto en estudio.

Consideraciones éticas

Los distintos aspectos éticos del presente proyecto de investigación se ven reflejado en las citas bibliográficas de toda la literatura existente y que ha sido tomada en cuenta para la recopilación de información, sumado a eso, la evidencia fotográfica de la zona del proyecto.

Resultados y discusión

Resultados

Estudio de suelos

El estudio de suelos (**Ver Anexo N°03**) permitió conocer los distintos parámetros y características físico-mecánica del área en estudio a través de puntos de exploración y su posterior complemento con ensayos de laboratorio.

Clasificación de las muestras

Las muestras ensayadas se clasificaron tomando en cuenta el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S).

Tabla 12. Descripción de la clasificación del suelo

N° Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación	
			AASHTO	SUCS
01	-	0.00-0.70	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.70-3.00	A-4(4)	CL
02	-	0.00-0.75	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.75-3.00	A-4(2)	SC
03	-	0.00-0.35	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.35-0.70	A-4(5)	CL
	M-02	0.70-2.50	A-2-6(0)	SC
	M-03	2.50-3.00	A-2-7(2)	SC
04	-	0.00-0.60	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.60-1.30	A-4(3)	SC
	M-02	1.30-3.00	A-2-7(0)	GC
05	-	0.00-0.20	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.20-1.50	A-4(2)	SC-SM
	M-02	1.50-3.00	A-2-7(0)	GC
06	-	0.00-0.70	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.70-1.60	A-4(1)	SC-SM
	M-02	1.60-3.00	A-2-7(2)	SC

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Corte directo

El ensayo de corte directo permitió conocer la cohesión y el ángulo de fricción interna, bajo el efecto de cargas combinadas.

Tabla 13. Ensayo corte directo

N° Calicata	Resistencia al Corte	
	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de fricción (°)
01	0.23	16.5
02	0.03	29.8
03	0.04	19.9
04	0.02	30.5
05	0.01	31
06	0.01	31

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Capacidad Portante

Con los datos obtenidos del Ensayo de corte directo se aplicó la Teoría de Karl Terzaghi para el cálculo de la capacidad admisible del terreno y los resultados se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Capacidad admisible del terreno

N° Calicata	Capacidad portante (Kg/cm ²)	Tipo de Cimentación
01	0.69	Cuadrada
02	0.84	Cuadrada
03	0.86	Cuadrada
04	0.82	Cuadrada
05	0.89	Cuadrada
06	0.83	Cuadrada

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Proctor

Tabla 15. Densidad máxima

N° Calicata	Proctor
	Densidad Máxima (g/cm ³)
01	6.02
02	7.46
03	5.63
04	6.65
05	7.37
06	7.39

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

CBR

Los valores de CBR al 95% de la máxima densidad seca y a una penetración de 2.54 mm sirven para clasificar la categoría de la subrasante y se detallan en la Tabla 16.

Tabla 16. Resultados de la subrasante

N° Calicata	Promedio CBR	Categoría de subrasante
	95%	
01	6.02	Regular
02	7.46	Regular
03	5.63	Pobre
04	6.65	Regular
05	7.37	Regular
06	7.39	Regular

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Análisis químico de sales

Los resultados del análisis químico de sales a partir de una muestra representativa del estrato señalaron que presenta una concentración leve de sulfatos.

Tabla 17. Ensayos químicos

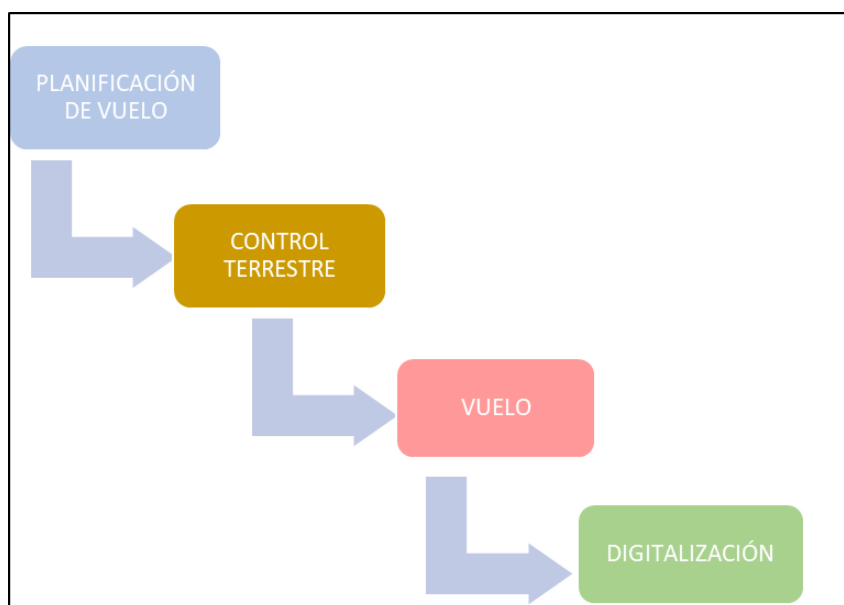
Sustancia	Contenido p.p.m	Contenido (%)	Observación
Contenido de cloruros	212	0.0212	Leve
Contenido de sulfatos	138	0.0138	Leve
Ensayo de sales solubles totales	1700	0.17	Leve

Fuente: Estudio de Mecánica de Suelos

Estudio topográfico

El levantamiento topográfico se realizó el día 20 de diciembre del 2021 con el método indirecto llamado fotogrametría, utilizando el sistema VANT (Vuelo Aéreo No Tripulado), mediante un DRONE, pilotado por control remoto, el cual permite tomar fotografías georreferenciadas por GNSS, y apoyados de softwares para post – proceso, que sirven para la representación cartográfica. Así pues, para el proyecto se definió un esquema que simplificó los trabajos de fotogrametría, desde los geodésicos hasta la obtención de información digital.

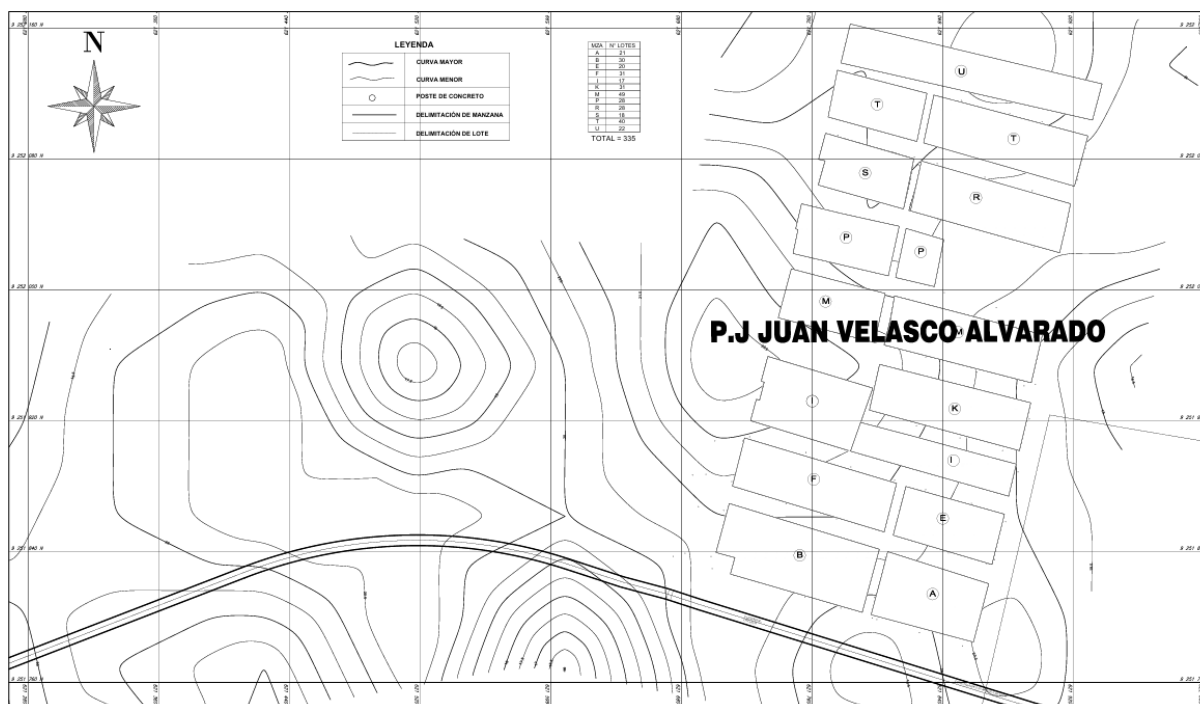
Figura 7. Esquema para trabajos de fotogrametría



Fuente: Estudio de Topografía

Con la obtención de la información digital se pudo conocer que la topografía es plana y no presenta pendientes con elevaciones a gran escala; se tuvo como cota mayor el valor de 17.520 m que está ubicado en la Calle 5 en intersección con la Calle 10, y la cota menor de 16.454 m ubicada en Calle 10 en intersección con la Calle 11, presentando un promedio de cotas de 16.976 m. (Ver Anexo N°04)

Figura 8. Topografía de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

Diseño de redes de distribución de agua potable

Con la información recogida de campo, se realizó el diseño de redes de distribución, para ello, previamente se hizo un estudio de población y el cálculo de demanda con las dotaciones estipuladas en la normativa. (Ver Anexo N°06)

Población

La proyección base en el año 2022, de acuerdo con el padrón de habitantes del sector en estudio.

Po= 1203 habitantes.

Métodos de proyección poblacional

- **Método de interés simple**

La fórmula de crecimiento por el método de interés simples es:

$$Pf = 44602 (1 + 0.0469 * t) \quad \text{Para } t=0 \text{ en el año 2017}$$

- **Método de interés compuesto**

La fórmula de crecimiento por el método de interés compuesto es:

$$Pf = 44602 (1 + 0.0327)^t \quad \text{Para } t=0 \text{ en el año 2017}$$

- **Método de la parábola de segundo grado**

La fórmula de crecimiento por el método de la parábola de segundo grado es:

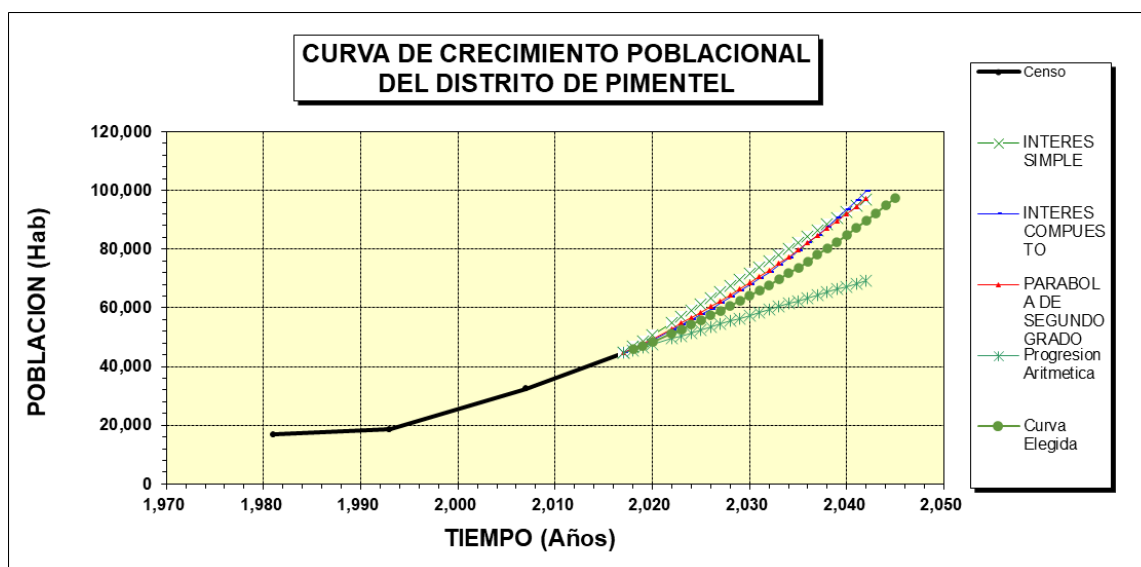
$$Pf = 44602 + 1561.71 * t + 21.67 * t^2 \quad \text{Para } t=0 \text{ en el año 2017}$$

- **Método de progresión aritmética**

La fórmula de crecimiento por el método de la progresión aritmética es:

$$Pf = 44602 + 987.29 * t \quad \text{Para } t=0 \text{ en el año 2017}$$

Figura 9. Crecimiento poblacional Pimentel



Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos del INEI para el distrito de Pimentel y de 4 modelos matemáticos para estimar la población futura en el sector en estudio se logró hallar la tasa de crecimiento distrital igual a 2.84%, evidenciando que la zona se encuentra en crecimiento.

Acto seguido, con la población base y la densidad poblacional equivalente a 4.57 hab/viv, se realizó la proyección futura de la población rural usando el método aritmético con un periodo de diseño de 20 años.

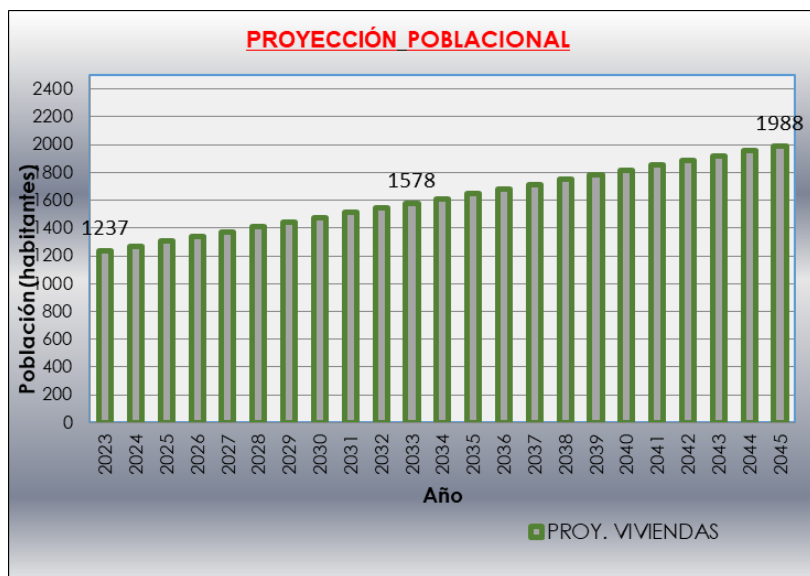
Se obtuvo al final del horizonte de evaluación una población de 1988 habitantes y se visualiza en la tabla 18. **(Ver Anexo N°05)**

Tabla 18. Población futura del sector Juan Velasco Alvarado

N°	AÑO	PROY. POBLACIONAL	PROY. VIVIENDAS	
Base	2022	1203	1203	<i>Pre Inversión</i>
	2023	1237	1237	<i>Pre Inversión</i>
	2024	1271	1271	<i>Exp. Técnico</i>
0	2025	1305	1305	<i>Obras</i>
1	2026	1339	1339	
2	2027	1374	1374	
3	2028	1408	1408	
4	2029	1442	1442	
5	2030	1476	1476	
6	2031	1510	1510	
7	2032	1544	1544	
8	2033	1578	1578	
9	2034	1612	1612	
10	2035	1647	1647	
11	2036	1681	1681	
12	2037	1715	1715	
13	2038	1749	1749	
14	2039	1783	1783	
15	2040	1817	1817	
16	2041	1851	1851	
17	2042	1885	1885	
18	2043	1919	1919	
19	2044	1954	1954	
20	2045	1988	1988	

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Crecimiento poblacional del sector Juan Velasco Alvarado



Fuente: Elaboración propia

Dotación

La zona en estudio cuenta con una I.E nivel inicial sin residencia, un comedor, una zona destinada a áreas verdes, y un local comunal, por tanto, se usó la dotación correspondiente para cada usuario para el posterior cálculo de consumo doméstico y no doméstico.

Tabla 19. Consumo no doméstico

1.1. Contribución de I.E					
Cant.	Descripción	Dotación (Lt/pers.d)	Nº Alum.	Dot. diaria Alumnos(Lt/d)	Q promedio (Lts/seg)
1	I.E.I N° 402 – Sector Juan Velasco Alvarado	20	79	1580	0.018287
Consumo total					0.0183
1.2. Contribución de áreas de recreación					
Cant.	Descripción	Área(m2)	Dotación (Lt/m2.d)	Dotación diaria (Lt/d)	Q promedio (Lts/seg)
1	Área de recreación	1370.6289	2	2741.26	0.031728
Consumo total					0.0317

Fuente: Elaboración propia

El consumo estatal resultado de la contribución de la Institución educativa y áreas de recreación equivale a 0.05 Lt/seg.

2.1. Contribución de Oficinas y similares					
Cant.	Descripción	Área(m2)	Dotación (Lt/m2.d)	Dotación diaria (Lt/d)	Q promedio (Lts/seg)
1	Local Comunal	90	6	540.00	0.006250
Consumo total					0.0063
2.2. Contribución de Comedores					
Cant.	Descripción	Área(m2)	Dotación (Lt/m2.d)	Dotación diaria (Lt/d)	Q promedio (Lts/seg)
1	Comedor popular	90	50	4500.00	0.052083
Consumo total					0.0521

El consumo social resultado de la contribución del local comunal y comedor popular equivale a 0.0583 Lt/seg.

Tabla 20. Consumo Doméstico

CONSUMO DOMÉSTICO		
Población diseño	1988	Hab
Dotación	90	Lt/Hab/Día
Consumo doméstico	2.531	Lt/seg

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, el caudal promedio, como resultado de la sumatoria del consumo no doméstico y doméstico, resultó 2.639 Lt/seg.

Demanda

El caudal máximo horario con el cual se diseñó las redes de distribución es de 5.28 lts/seg con un coeficiente máximo horario $K=2$.

Tabla 21. Resumen demanda de agua potable

Parámetro de diseño para servicios de agua					
Periodo de diseño			20	años	DM-192-2018-VIVIENDA
Tasa de crecimiento			2.84%		Propio
Nº de viviendas			263		Propio/Registro de campo
Densidad			5	Hab/viv	Propio/Registro de campo
Población actual		Po	1203	hab	
Población futura		Pf	1988	hab	
Coef. De variación diaria		K1	1.3		DM-192-2018-VIVIENDA
Coef. De variación horaria		K2	2		DM-192-2018-VIVIENDA
Demanda de consumo			2.531	lt/seg	
Consumo no doméstico			0.108	lt/seg	
Caudal promedio (Q producción)		Qp	2.639	lt/seg	
Caudal máximo diario		Qmd	3.431	lt/seg	
Caudal máximo horario		Qmh	5.28	lt/seg	

Fuente: Elaboración propia

Diseño hidráulico de redes de distribución

Con ayuda del programa WaterGems se realizó el análisis del comportamiento hidráulico de las redes de agua, cuyo dimensionamiento garantizó obtener presiones que oscilan en el rango de 11 m.c.a y 8 m.c.a.

Tabla 22. Datos en los nodos

Label	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	X (m)	Y (m)	Demand (L/s)
J-2	27.40	16.28	11	621,860.16	9,251,777.20	0.384
J-3	26.00	16.32	10	621,936.06	9,252,101.46	0.197
J-4	26.00	15.40	11	621,941.62	9,252,124.66	0.226
J-5	26.41	16.69	10	621,885.00	9,251,870.06	0.171
J-6	26.28	16.68	10	621,891.46	9,251,894.02	0.135
J-7	26.00	15.95	10	621,769.85	9,252,139.16	0.328
J-9	26.01	16.68	9	621,762.31	9,252,106.42	0.161
J-10	26.17	16.80	9	621,900.36	9,251,935.47	0.173
J-11	26.08	16.88	9	621,906.29	9,251,972.74	0.193
J-12	26.17	16.67	9	621,730.81	9,251,978.92	0.191
J-13	26.08	16.66	9	621,739.46	9,252,016.40	0.154
J-14	26.01	17.50	8	621,926.27	9,252,060.58	0.211
J-15	26.03	16.61	9	621,751.30	9,252,064.41	0.156
J-16	26.03	17.50	9	621,916.88	9,252,018.09	0.198
J-17	26.77	16.41	10	621,873.03	9,251,820.72	0.277
J-18	26.73	17.21	9	621,691.42	9,251,826.60	0.370
J-19	26.62	17.11	9	621,703.86	9,251,872.29	0.260
J-20	26.05	17.49	9	621,808.08	9,251,998.44	0.328
J-21	26.03	17.23	9	621,817.94	9,252,045.74	0.426
J-22	26.41	16.80	10	621,716.60	9,251,919.32	0.202
J-23	26.23	17.02	9	621,797.16	9,251,919.42	0.538

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 22 se pudo inferir que el nodo J-2 con elevación de 16.28 m presentó una presión de servicio igual a 11 m.c.a y un caudal de 0.384 Lt/seg; asimismo, el nodo J-4 compartió el mismo valor de presión de servicio. Ahora bien, con respecto a la presión más baja del proyecto, el tramo de la calle “6” dio como resultado un valor de 8m.c.a con un caudal igual a 0.211 Lt/seg.

En cuanto a las características de las redes de distribución, éstas constituyeron tuberías de tipo PVC Clase 10 - 150 psi, con diámetro nominal de 2 1/2” y se obtuvo velocidades por debajo de 1 m/seg; asimismo se diseñó con un diámetro de 3” para el nodo óptimo que tiene una velocidad de 1 m/seg.

Tabla 23. Datos tuberías

Label	Length (3D) (m)	Start Node	Stop Node	Material	Hazen-Williams C	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (m)	Hydraulic Grade (Start) (m)
T-01	14	T-1	J-2	PVC	150.0	80.1	5.278	1.047	0.19	27.59
T-02	45	J-2	J-17	PVC	150.0	66.0	3.267	0.955	0.63	27.40
T-03	176	J-2	J-18	PVC	150.0	66.0	1.627	0.475	0.67	27.40
T-04	51	J-17	J-5	PVC	150.0	66.0	2.260	0.661	0.36	26.77
T-07	177	J-17	J-19	PVC	150.0	66.0	0.730	0.213	0.15	26.77
T-05	47	J-18	J-19	PVC	150.0	66.0	1.257	0.367	0.11	26.73
T-06	49	J-19	J-22	PVC	150.0	66.0	1.726	0.505	0.21	26.62
T-08	25	J-5	J-6	PVC	150.0	66.0	1.985	0.580	0.14	26.41
T-10	175	J-5	J-22	PVC	150.0	66.0	0.105	0.031	0.00	26.41
T-09	61	J-22	J-12	PVC	150.0	66.0	1.630	0.476	0.24	26.41
T-11	42	J-6	J-10	PVC	150.0	66.0	1.312	0.383	0.11	26.28
T-12	98	J-6	J-23	PVC	150.0	66.0	0.538	0.157	0.05	26.28
T-13	38	J-12	J-13	PVC	150.0	66.0	1.303	0.381	0.10	26.17
T-15	175	J-12	J-10	PVC	150.0	66.0	0.135	0.040	0.01	26.17
T-14	38	J-10	J-11	PVC	150.0	66.0	1.274	0.372	0.09	26.17
T-16	49	J-13	J-15	PVC	150.0	66.0	0.714	0.209	0.04	26.08
T-17	71	J-13	J-20	PVC	150.0	66.0	0.435	0.127	0.02	26.08
T-18	47	J-11	J-16	PVC	150.0	66.0	0.731	0.214	0.04	26.08
T-20	102	J-11	J-20	PVC	150.0	66.0	0.350	0.102	0.02	26.08
T-19	48	J-20	J-21	PVC	150.0	66.0	0.458	0.134	0.02	26.05
T-21	69	J-21	J-15	PVC	150.0	66.0	0.004	0.001	0.00	26.03
T-24	103	J-21	J-16	PVC	150.0	66.0	0.028	0.008	0.00	26.03
T-22	43	J-15	J-9	PVC	150.0	66.0	0.562	0.164	0.02	26.03
T-23	44	J-16	J-14	PVC	150.0	66.0	0.560	0.164	0.02	26.03
T-25	34	J-9	J-7	PVC	150.0	66.0	0.385	0.113	0.01	26.01
T-27	170	J-9	J-14	PVC	150.0	66.0	0.016	0.005	0.00	26.01
T-26	42	J-14	J-3	PVC	150.0	66.0	0.365	0.107	0.01	26.01
T-29	170	J-7	J-3	PVC	150.0	66.0	0.057	0.017	0.00	26.00
T-28	24	J-3	J-4	PVC	150.0	66.0	0.226	0.066	0.00	26.00

Fuente: Elaboración propia

Diseño de redes de alcantarillado

Coefficiente de retorno

El caudal promedio para alcantarillado fue de 2.11 lt/seg y reflejó el 80% del caudal promedio para agua potable.

Caudal máximo horario

El coeficiente de variación horaria usado fue $k_2 = 2$.

Contribuciones por infiltración de agua subterránea

De acuerdo con la normativa se optó por considerar 0.05 lts/s/km para obtener un caudal de infiltración igual a 0.119 lt/seg.

Contribuciones por conexiones ilícitas

Se obtuvo 0.422 lt/seg por conexiones erradas.

Caudal de diseño de alcantarillado

El caudal que servirá para el posterior cálculo hidráulico habiendo realizado cálculos previos ya mencionados, dio como resultado 4.76 lts/seg, y se detalla en la tabla 25. (**Ver Anexo N°07**)

Tabla 24. Cálculo de Caudales

Cálculo de Caudales			
Nº de viviendas		263	<i>viv</i>
Población actual	P_o	1203	<i>hab</i>
Población futura	P_f	1988	<i>hab</i>
Caudal Máximo Horario (Qmh)			
Caudal promedio (agua potable)	Q_p	2.639	<i>lt/seg</i>
Caudal promedio (aguas residuales)	$Q_p Ar$	2.111	<i>lt/seg</i>
Coefficiente de variación horaria	K_2	2	
	$Q_{mh Ar}$	4.223	<i>lt/seg</i>
Caudal por conexiones erradas (Qce)			
$Q_{ce} = 0.1 \times Q_{mh Ar}$	Q_{ce}	0.422	<i>lt/seg</i>
Caudal por infiltración			
$Q_{inf} = 0.05 \text{ Lt/seg/km}$	L	2.376	<i>Km</i>
	Q_{inf}	0.119	<i>lt/seg</i>
Caudal diseño	Q_d	4.76	<i>lt/seg</i>

Fuente: Elaboración propia

Cálculo hidráulico de la Red de Alcantarillado

Se utilizó Tubo PVC-U para alcantarillado serie 25 de 160 mm de diámetro. Asimismo, se diseñó con el caudal de arranque mínimo de 1.5 lt/seg en todas las calles, excepto en la calle 9, porque el caudal de diseño más las contribuciones de otros buzones supera lo expuesto en la norma OS.070. Acto seguido, se trabajó a conducto libre y se realizaron las verificaciones correspondientes, cumpliendo con los criterios y obteniendo un buen comportamiento hidráulico de la red.

Tabla 25. Cálculo hidráulico Red de Alcantarillado

CALLES	TRAMO		LONG. TRAMO (ML) (1)	CONTRIBUCION		CAUDAL CALCULADO Qc	CAUDAL DISEÑO Qd	COTA FONDO (2)		GRAD. S (3°) m/m	GRAD. MÍN S (3°) m/m	DIAM. NOMINAL DN (mm)	DIAM. INTERNO D m	CAUDAL Qo (LT/SEG)	VELOC. Vo (M/SEG)	RELAC. CAUDAL fq=Qd/Qo	RELAC. fv=v/Vo	VELOC.REA L v=Vo.fv (M/SEG)	RELAC. ALTURA fd=y/D	TIRANTE y=fd.D (m)	RADIO HIDRAULICO (m)	TENSION TRAC. σ (Pa)	Velocidad Crítica Vc (m/s)	VERIFICACIONES						
				EN MARCHA (LT/SEG)	OTRA CONTRIBUCION (LT/SEG)																			INICIAL	FINAL	t>=1	Vf<Vc	y/D<=0.75		
	INICIO	FIN		LT/SEG	LT/SEG	LT/SEG	LT/SEG	INICIAL	FINAL																					
CALLE 10	BZ. - 14	BZ. - 11	42.34	0.08	0.00	0.08	1.50	15.90	15.82	0.0020	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 11	BZ. - 8	38.07	0.08	0.00	0.08	1.50	15.82	15.803	0.0004	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 8	BZ. - 5	42.27	0.08	0.00	0.08	1.50	15.80	15.76	0.0010	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 5	BZ. - 2	43.09	0.09	0.00	0.09	1.50	15.76	15.417	0.0080	0.00455	160	0.1536	0.0145	0.7837	0.1032	0.640	0.5013	0.223	0.0343	0.0197	1.5578	2.6348	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 1	BZ. - 2	50.32	0.10	0.00	0.10	1.50	15.43	15.417	0.0003	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 14	BZ. - 17	41.01	0.08	0.00	0.08	1.50	15.90	15.795	0.0027	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 17	BZ. - 19	30.03	0.06	0.29	0.35	1.50	15.80	15.642	0.0051	0.00455	160	0.1536	0.0116	0.6252	0.1294	0.691	0.4318	0.245	0.0376	0.0221	1.1123	2.7908	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 19	BZ. - 22	43.52	0.09	0.35	0.43	1.50	15.64	15.52	0.0028	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 22	BZ. - 25	53.18	0.11	0.43	0.54	1.50	15.52	15.254	0.0050	0.00455	160	0.1536	0.0115	0.6194	0.1306	0.692	0.4290	0.245	0.0377	0.0221	1.0961	2.7963	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 08	BZ. - 2	BZ. - 3	103.82	0.21	0.19	0.40	1.50	15.42	15.256	0.0016	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 4	BZ. - 3	62.97	0.13	0.07	0.20	1.50	15.32	15.256	0.0010	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 07	BZ. - 5	BZ. - 6	103.06	0.21	0.08	0.29	1.50	15.76	15.167	0.0058	0.00455	160	0.1536	0.0123	0.6655	0.1216	0.673	0.448	0.241	0.037	0.0212	1.2134	2.74	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 7	BZ. - 6	63.29	0.13	0.09	0.22	1.50	15.45	15.167	0.0044	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 06	BZ. - 8	BZ. - 9	102.35	0.21	0.08	0.28	1.50	15.80	15.082	0.0070	0.00455	160	0.1536	0.0136	0.7351	0.1100	0.660	0.485	0.230	0.035	0.0206	1.4366	2.70	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 10	BZ. - 9	64.69	0.13	0.09	0.21	1.50	15.48	15.082	0.00614	0.00455	160	0.1536	0.0127	0.6862	0.1179	0.668	0.458	0.238	0.037	0.0210	1.2740	2.72	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 05	BZ. - 11	BZ. - 12	104.55	0.21	0.08	0.29	1.50	15.82	15.002	0.0078	0.00455	160	0.1536	0.0144	0.7747	0.1044	0.643	0.498	0.224	0.034	0.0198	1.5351	2.65	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 13	BZ. - 12	72.74	0.15	0.00	0.15	1.50	15.61	15.002	0.0084	0.00455	160	0.1536	0.0149	0.8021	0.1009	0.633	0.507	0.221	0.034	0.0193	1.6047	2.61	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 04	BZ. - 14	BZ. - 15	104.47	0.21	0.00	0.21	1.50	15.90	14.937	0.0093	0.00455	160	0.1536	0.0156	0.8427	0.0960	0.622	0.524	0.212	0.033	0.0188	1.7269	2.58	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 15	BZ. - 16	75.69	0.15	2.58	2.73	2.73	14.94	14.843	0.0012	0.00343	160	0.1536	0.0095	0.5130	0.2870	0.867	0.445	0.370	0.057	0.0310	1.0533	3.31	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 03	BZ. - 18	BZ. - 17	101.42	0.20	0.00	0.20	1.50	16.02	15.795	0.0022	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 02	BZ. - 19	BZ. - 20	72.11	0.14	0.00	0.14	1.50	15.64	15.522	0.0017	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 20	BZ. - 21	104.76	0.21	0.14	0.35	1.50	15.52	14.792	0.0070	0.00455	160	0.1536	0.0136	0.7311	0.1106	0.661	0.483	0.231	0.035	0.0206	1.4231	2.70	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 01	BZ. - 22	BZ. - 23	73.57	0.15	0.00	0.15	1.50	15.52	15.503	0.0002	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 23	BZ. - 24	106.74	0.21	0.15	0.36	1.50	15.50	14.723	0.0073	0.00455	160	0.1536	0.0139	0.7487	0.1080	0.654	0.490	0.228	0.035	0.0203	1.4703	2.68	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 11	BZ. - 25	BZ. - 26	70.79	0.14	0.54	0.68	1.50	15.25	15.2128	0.0006	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 26	BZ. - 27	112.95	0.23	0.68	0.91	1.50	15.21	14.665	0.0048	0.00455	160	0.1536	0.0113	0.6100	0.1326	0.694	0.423	0.246	0.038	0.0222	1.0666	2.80	CUMPLE	CUMPLE	OK				
PASAJE 02	BZ. - 3	BZ. - 6	38.75	0.08	0.59	0.67	1.50	15.32	15.167	0.0039	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 6	BZ. - 9	42.18	0.08	1.18	1.26	1.50	15.25	15.2128	0.0010	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 9	BZ. - 12	41.85	0.08	1.76	1.84	1.84	15.21	15.002	0.0050	0.00413	160	0.1536	0.0115	0.6216	0.1600	0.730	0.454	0.270	0.041	0.0240	1.1947	2.91	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 12	BZ. - 15	42.03	0.08	2.28	2.37	2.37	15.00	14.937	0.0015	0.00367	160	0.1536	0.0098	0.5304	0.2409	0.821	0.435	0.340	0.052	0.0286	1.0372	3.18	CUMPLE	CUMPLE	OK				
PASAJE 01	BZ. - 13	BZ. - 16	41.77	0.08	0.00	0.08	1.50	15.61	14.94	0.0162	0.00455	160	0.1536	0.02064	1.1134	0.0727	0.585	0.652	0.183	0.028	0.0172	2.7521	2.47	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 13	BZ. - 10	42.51	0.09	0.00	0.09	1.50	15.61	15.48	0.0031	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 10	BZ. - 7	43.93	0.09	0.00	0.09	1.50	15.48	15.45	0.0008	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 7	BZ. - 4	36.39	0.07	0.00	0.07	1.50	15.45	14.792	0.0180	0.00455	160	0.1536	0.0218	1.1742	0.0689	0.579	0.680	0.179	0.027	0.0169	3.0105	2.44	CUMPLE	CUMPLE	OK				
CALLE 09	BZ. - 16	BZ. - 21	64.46	0.13	2.81	2.94	2.94	14.84	14.792	0.0008	0.00331	160	0.1536	0.0093	0.5040	0.3149	0.89	0.447	0.42685047	0.060	0.0321	1.0529	3.37	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 21	BZ. - 24	41.30	0.08	3.30	3.38	3.38	14.79	14.723	0.0017	0.00310	160	0.1536	0.0090	0.4879	0.3737	0.93	0.452	0.42685047	0.066	0.0343	1.0529	3.48	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 24	BZ. - 27	56.73	0.11	3.742	3.86	3.86	14.72	14.665	0.0010	0.00292	160	0.1536	0.0088	0.4730	0.4396	0.97	0.459	0.45981648	0.071	0.0367	1.0594	3.60	CUMPLE	CUMPLE	OK				
	BZ. - 27	EMPALME	2252.70		4.764	4.764	4.76	14.665	8.42	0.0028	0.00264	200	0.1922	0.0155	0.5355	0.3064	0.88	0.473	0.38321934	0.074	0.0399	1.0950	3.75	CUMPLE	CUMPLE	OK				

Fuente: Elaboración propia.

Estudio de tráfico

Para el conteo de vehículos realizado en el mes de abril durante 7 días consecutivos se tuvo en cuenta la clasificación vehicular y la dirección del flujo (dos sentidos). Los datos obtenidos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 26. Conteo de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

	Mes							
	Abril							Año
	2022							
Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
<i>Automovil + Station Wagon</i>	26	24	34	32	28	30	23	
<i>Camioneta (Pickup/Panel)</i>	18	20	22	18	17	19	14	
<i>Combi</i>	10	14	12	8	10	11	6	
<i>Camión 2E</i>	0	0	0	2	2	2	2	
TOTAL	54	58	68	60	57	62	45	

Fuente: Elaboración propia

La demanda actual de tránsito en el año base, expresado en vehículos/día y teniendo en cuenta cada tipo de vehículo se simplificó en la Tabla. 20. A partir de estos datos, y la tasa de crecimiento anual de Lambayeque, 0.97% para vehículos de pasajeros y 3.45% para vehículos de carga, se proyectó la demanda del volumen de tránsito que servirá al final del periodo de 20 años.

Tabla 27. Demanda proyectada

Proyección de Tráfico		
Tipo de vehículo	Año base	20 años
<i>Automovil + Station Wagon</i>	30	36
<i>Camioneta (Pickup/Panel)</i>	18	22
<i>Combi</i>	11	13
<i>Camión 2E</i>	2	4
TOTAL	61	75

Fuente: Elaboración propia

La estimación del ESAL (**Ver Anexo N°08**) dio como resultado una sumatoria de 81144.72 EE, y es el producto de la demanda proyectada parcial proveniente del conteo vehicular con los datos previamente calculados de las tablas guía como son el factor camión y factor de crecimiento correspondiente a cada tipo de vehículos en simultáneo con el valor del carril de diseño de 0.5, porque se considera dos carriles por sentido. Este valor calculado servirá para su posterior diseño de la estructura del pavimento flexible.

Tabla 28. Estimación de ESAL

<i>Automovil + Station Wagon</i>	36	13140	0.0001	21.95	0.5	14.42
<i>Camioneta (Pickup/Panel)</i>	22	8030	0.0559	21.95		4927.51
<i>Combi</i>	13	4745	0.0001	21.95		5.21
<i>Camión 2E</i>	4	1460	3.71	28.13		76197.58
		27375			ESAL	81144.72

Fuente: Elaboración propia

Diseño de pavimentación

Datos previos y normativa

Se realizó el diseño de pavimentación (**Ver Anexo N°10**) tomando en cuenta la guía del Método AASHTO 93; para ello, se contó con algunos datos de entrada, como el ESAL proveniente del estudio de tráfico, el CBR de la subrasante precedido del estudio de suelos, el drenaje teniendo en cuenta que los materiales de la base y subbase son gravosos y por ende su calidad de drenaje es buena e influirá en el porcentaje del tiempo que el pavimento estará expuesto cercano a la saturación alcanzando un valor entre un 5 y 25%. Y, por último, se consideró un módulo de elasticidad de la carpeta asfáltica de 440000 psi.

Tabla 29. Datos de entrada para uso de Guía AASHTO 93

ESAL	81145 EE
CBR SUBRASANTE	6.75%
DRENAJE	BUENA
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	5% - 25%
E DE C.A	440000 psi

Fuente: Elaboración propia

Recapitulando la guía AASHTO, se llega a deducir que con el CBR proporcionado se tiene una subrasante regular, de la misma forma, encontramos el tipo de tráfico según el ESAL (T_{p0}), la diferencia de serviciabilidad (ΔPSI), los valores de drenaje (m_2 y m_3), el nivel confiabilidad (R) y la desviación estándar (S_0).

Tabla 30. Datos previos al diseño de pavimentación

CBR SUBRASANTE	6.75%
ΔPSI	1.8
m_2	1.075
m_3	1.075
R	65%
S_0	0.45

Fuente: Elaboración propia

Espesores iniciales

A continuación, con el uso de nomogramas de la guía se calculó los números estructurales y sus posteriores espesores iniciales; los resultados se resumen en la Tabla 23, obteniendo una carpeta de rodadura igual a 8 cm, base granular al 80% de 5 cm y una subbase granular de 8 cm de espesor.

Figura 11. Espesores iniciales

C.A	3 pulg	8 cm
BASE GRANULAR 80%	2 pulg	5 cm
SUB BASE GRANULAR (40%)	3 pulg	8 cm
SUB RASANTE (6%)		

Fuente: Elaboración propia

Espesores finales

Si bien es cierto los espesores calculados cumplieron con la condición de que el número estructural total corregido exceda al número estructural total, el Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito señala que se deben cumplir con ciertos requisitos mínimos. [31] Es por ello, que para los espesores finales de base y subbase granular se adoptó el mínimo espesor equivalente a 15cm.

Figura 12. Espesores finales

C.A	3 pulg	8 cm	Mínimo 8cm
BASE GRANULAR 80%	2 pulg	5 cm	15cm
SUB BASE GRANULAR (40%)	3 pulg	8 cm	15cm
SUB RASANTE (6%)			

Fuente: Elaboración propia

Proyección de cunetas

(Ver Anexo N°09)

Tabla 31. Dimensiones de cunetas

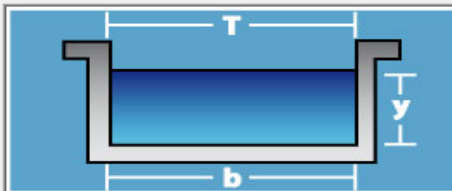
Tramo	Caudal aportante x cuneta (m ³ /seg)	H cuneta (m)	Ancho cuneta (m)
Calle 1	0.02840	0.3	0.6
Calle 2	0.01437	0.3	0.6
Calle 3	0.02986	0.3	0.6
Calle 4	0.04308	0.3	0.6
Calle 5	0.05384	0.3	0.6
Calle 6	0.04768	0.3	0.6
Calle 7	0.03711	0.3	0.6
Calle 8	0.02064	0.3	0.6
Calle - I	0.06428	0.3	0.6
Calle 10-II	0.06072	0.3	0.6

Fuente: Elaboración propia

La calle 9 recibe la contribución de todas las calles, por tanto, se diseñó como una sección rectangular. Se usó el programa HCanales 3.1 para dimensionarla. Se comprobó que el caudal resultante es mayor que el aportante de calles y techos, por tanto, las dimensiones son de 0.3 m de alto por 0.60 m de ancho.

Dimensiones de cuneta para Calle 09

Lugar:	Sector Juan Velasco Alvarad	Proyecto:	Tesis
Tramo:	Calle 09	Revestimiento:	Concreto

Datos:		
Tirante (y):	0.35 m	
Ancho de solera (b):	0.8 m	
Talud (Z):	0	
Coefficiente de rugosidad (n):	0.013	
Pendiente (S):	0.00075 m/m	

Resultados:			
Caudal (Q):	0.1927 m ³ /s	Velocidad (v):	0.6881 m/s
Area hidráulica (A):	0.2800 m ²	Perímetro (p):	1.5000 m
Radio hidráulico (R):	0.1867 m	Espejo de agua (T):	0.8000 m
Número de Froude (F):	0.3713	Energía específica (E):	0.3741 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Fuente: HCanales 3.1

Evacuación de aguas transportada por cunetas

De acuerdo con la normativa peruana, se optó por colocar sumideros tipo S2 y rejillas transversales de dimensiones rectangulares de 60 mm x 100 mm, que son dimensiones estándar que vienen dado por el proceso de fabricación industrial. [31]

Evaluación de impacto ambiental

Para el impacto ambiental, se consideró las etapas de construcción, operación y cierre, deduciendo para la primera mencionada a la excavación de zanjas con maquinaria como la acción de mayor impacto con un valor de -109, y su factor más frágil fue el suelo con una puntuación de -189. En la siguiente etapa se reflejó que el factor más frágil fue la permeabilidad del suelo con una magnitud de -10. Y por último en la etapa de cierre de obra se obtuvo un promedio positivo de 18, de las actividades consideradas en esta etapa. El informe de dicha evaluación de impacto ambiental se puede ver a detalle en el anexo correspondiente. (**Ver Anexo N°11**)

Discusión

Con el estudio de mecánica de suelos se pudo determinar que el material en la zona de proyecto presenta un nivel de subrasante regular, dado que el valor promedio del total de los valores analizados de CBR igual a 6.75% oscila en el rango de 6% a 10% como lo estipula la normativa; sin embargo, para la zona donde el punto de exploración resultó 5.63% tendría una deficiencia en la capacidad de carga de tráfico, por tanto, se colocará una capa 30 cm de piedra over y 10 cm de arenilla con 10% de CBR como medida de mitigación ante posibles hundimientos y así optimizar la plataforma de la estructura de pavimento, [28] a pesar que la normativa colombiana es más conservadora y admite un valor mínimo de 5% de CBR para realizar la estabilización y mejorar las condiciones de terreno, tal como indica Ospina en su tesis de investigación. [14]

El estudio topográfico de la zona fue realizado con drone porque representa una alternativa que reduce costos, tiempo y la exposición al peligro tal como expone Oriondo y Jurado en su tesis de investigación [32]; en efecto, se obtuvo un promedio de cotas de terreno de 16.976 m, representando una topografía plana con pendientes no pronunciadas porque no superan el 2%, y se encuentran dentro del rango de 0 a 4% como lo indica la normativa, por tanto, se evaluó usar el criterio de pendiente mínima para los diseños de redes a realizar.

Para la presente tesis, se adoptó un circuito cerrado tal como expone Cueva en su investigación porque la distribución de viviendas se adecuará al sistema y permitirá dar fácil mantenimiento y reparación de la red en caso de rotura de tuberías [12]. Acto seguido, las redes fueron diseñadas con tubería de diámetro igual a 2 ½” y 3” obteniendo presiones que oscilan entre 8 m.c.a, y 11 m.c.a, cumpliendo con el diámetro mínimo de 1” y superando los 5 m.c.a de presión mínima de servicio sin exceder los 60 m.c.a, como lo exige Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. [24] Por otro lado, las velocidades encontradas son muy bajas, un problema muy común en zonas rurales, debido a la poca demanda, a pesar de que, se está cumpliendo con el criterio de presiones mínimas en la red, por tanto, para garantizar presión y velocidad, se optó por colocar válvulas de purga en los puntos más bajos y eliminar la sedimentación acumulada.

De la misma forma, se siguió los lineamientos normativos del Reglamento Nacional de Edificaciones para el diseño de redes de alcantarillado y se trabajó con el caudal mínimo igual a 1.5 lt/seg, debido a que el caudal calculado por cada calle, presentó valores de 0.09 a 4.76 lts/seg, inferior al que admite la normativa OS-070; simultáneamente, se usó tubería de diámetro igual a 160mm superando los 100mm de diámetro mínimo, pudiendo cumplir con el criterio de autolimpieza y garantizando la tensión tractiva mayor a 1Pa, tal como lo resalta Linares y Vásquez en su investigación. [11]

Con respecto a la evaluación del IMDA, se pudo determinar que el 98% de los vehículos que transitan son vehículos ligeros y apenas el 2% son vehículos pesados, reflejando así que las camionetas Pick Up, automóvil, Station Wagon y combi rural tienen una mayor incidencia en el transporte de pasajeros. Finalmente, con el estudio de tráfico, se pudo determinar un ESAL igual a 81144.716 EE, constituyendo a la zona dentro de la clasificación con caminos de bajo volumen de tráfico, según establece el MTC. [28]

Con respecto a la pavimentación, se optó por colocar un pavimento flexible porque en Perú según el generador de costos proporcionado por el CYPE Ingenieros, S.A resalta que el m² de pavimento flexible es 53% menor en costo que el pavimento rígido, y se ejecuta en menos días que un pavimento semirrígido. Ahora bien, con respecto al espesor encontrado de la carpeta de rodadura igual a 8cm supera el espesor minino de 5cm que exige la normativa de pavimentos, lo cual no sucede con la base y subbase granular, donde se obtuvo 5 y 8cm respectivamente, siendo lo mínimo reglamentado 15cm de espesor, por tanto los nuevos espesores quedarían definidos de la siguiente manera, 8cm para carpeta asfáltica y 15cm de base granular y subbase granular [25] y [31].

Por último, con el estudio de impacto ambiental se pudo inferir que la partida de excavación de zanjas durante la fase de construcción tiene un gran impacto en el factor aire; sin embargo, el informe realizado por Greenpeace España establece que se les debe dar más atención cuando se trabaja con tuberías de PVC porque están constituidas por hasta un 60% de metales pesados como el cadmio y el plomo, responsables de darle las propiedades física y mecánicas a las mismas y ponen en riesgo a la salud. De la misma forma, algunos autores [18] analizan un impacto ambiental menor si se emplea la tecnología sin zanja, y señalan que al no evaluarse el proyecto en toda su extensión los costos de planificación e impacto ambiental pueden llegar a representar el 400% de los costos de construcción. De la misma manera, otros autores [19] y [20] resaltan que el impacto social provocado por construcciones a cielo abierto no solo está relacionado al retraso de tráfico o rutas de desviaciones; sino también a contaminación de aire por polvo y suciedad, así como el desorden y la seguridad ciudadana.

Conclusiones

Del estudio de mecánica de suelos se concluye que el terreno de la zona predomina las arenas arcillosas, asimismo el mayor y mínimo CBR compactado al 95% resultó 7.46% para la calicata N° 2 y 5.63% como para la calicata N° 3 respectivamente.

Del levantamiento topográfico se concluye que el terreno presenta una topografía plana con alturas que varían entre 17.52 m.s.n.m. a 16.45 m.s.n.m.

Del diseño de redes de agua potable elaborado con el software WaterGEMS, se concluyó que los diámetros usados en las tuberías fueron de 2 ½" y 3" ", se cumplió en presión mínima y se proyectó válvulas de purga para eliminar la sedimentación, para tramos donde se obtuvo velocidades bajas.

Del diseño de alcantarillado se concluyó que el diámetro usado en las tuberías fue de 160mm y 200mm, se cumplió con la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva y todos los criterios que exige la normativa peruana.

De la evaluación del IMDa se concluyó que predomina el tránsito de vehículos ligeros y el número de repeticiones de ejes equivalentes resultó igual a 81144.72 EE.

Del diseño estructural del pavimento flexible se concluyó que siguiendo la metodología AASHTO 93, los espesores finales fueron de 8 cm para la carpeta de rodadura, y 15 cm para la base granular y subbase granular.

Por último, con en el estudio de impacto ambiental se concluye que la acción más agresiva o de mayor impacto en la etapa de construcción fue la excavación de zanjas, y la más frágil fue el suelo, seguido del factor aire, asimismo, el empleo genera un impacto positivo en el factor socioeconómico.

Recomendaciones

Cuando se realicen las calicatas se debe eliminar el material de relleno durante el corte y todo terreno que contenga materia orgánica, y también se recomienda usar bolsas herméticas al momento de extraer las muestras de suelo para que no pierda su humedad y no se altere los resultados cuando se haga los estudios pertinentes.

Para mejorar la precisión del levantamiento fotogramétrico es necesario el apoyo directo de un levantamiento terrestre con 3 puntos de control en proyectos muy pequeños y para otros no menos de 5.

Para las redes de distribución de agua potable y alcantarillado se debe dar mantenimiento periódico tanto a las redes como a cada uno sus componentes con el fin de garantizar su tiempo de vida útil, por ello, se deberá planificar un cronograma con los tiempos establecidos de limpieza y mantenimiento.

Para el estudio de tráfico se recomienda buscar y examinar la bibliografía del MTC actualizada para usar los formatos, datos estadísticos y establecer un marco normativo que respalde el trabajo realizado; asimismo, tener criterio de selección del vehículo de diseño.

Se recomienda realizar ensayos de control de calidad en campo, durante la ejecución de la pavimentación, verificando la densidad esperada con la compactación mecánica de las capas estructurales del pavimento.

Es necesario tener presente las medidas de prevención y mitigación ambiental durante todo el proceso constructivo del proyecto al igual que es necesario un monitoreo permanente para el cumplimiento los programas y planes ambientales.

Referencias

- [1] Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, «La calidad del agua potable,» Lima, 2004.
- [2] MINSA, Reglamento de la Calidad del Agua para, Lima: J.B. GRAFIC E.I.R.L., 2011.
- [3] Naciones Unidas, «Departamento de Asuntos Económicos y Sociales,» Marzo 2019. [En línea]. Available: <https://www.un.org/development/desa/es/news/sustainable/new-un-water-development-report.html>.
- [4] M. d. C. Gastañaga, «Agua, saneamiento y salud,» *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salus Pública*, vol. 35, n° 2, pp. 181-182, 2018.
- [5] INDECI, «PLAN DE PREVENCIÓN ANTE DESASTRES:», Diciembre 2003. [En línea]. Available: http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/pimentel.pdf.
- [6] Repositorio Único Nacional de Información en Salud, «Morbilidad general a nivel nacional,» 2020. [En línea]. Available: https://www.minsa.gob.pe/reunis/data/morbilidad_HIS.asp.
- [7] Congreso de la República, «Ley 30588 de Reforma Constitucional,» Lima, 2017.
- [8] Naciones Unidas, «Objetivos de desarrollo sostenible,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/#tab-fd3dfc1b2f7d7c52725>.
- [9] OMS, «Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud,» Noviembre 2004. [En línea]. Available: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/.
- [10] B. J. Almaraz Pescorán y M. A. Ravines Silva, «Mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de Puerto Eten, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque». Perú 01 Febrero 2019.
- [11] J. J. Linares Flores y F. R. Vásquez Rabanal, «Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el sector Las Palmeras - distrito de Pimentel - provincia de Chiclayo - región Lambayeque». Perú 2017.
- [12] J. C. Cueva Moncada y S. S. Saavedra Alva, «Diseño, ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado en El Mirador II, La Esperanza, Trujillo, La Libertad». Perú 2020.

- [13] R. A. ALVARADO PERALTA y J. E. ROSERO VELIZ , «Estudio y Diseño Integral del Sistema de Distribución de Agua Potable, Tratamiento y Aprovechamiento de Aguas Residuales Domesticas en los Recintos de la Parroquia Laurel del Cantón Daule Provincia del Guayas». Ecuador Noviembre 2016.
- [14] J. P. OSPINA CAMACHO, DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS VÍAS URBANAS EN EL MUNICIPIO DEL ESPINAL- DEPARTAMENTO DE TOLIMA, Tolima: UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA, 2018.
- [15] M. M. Torres Brandan y W. I. Abad García, «Evaluación del costo y tiempo de ejecución entre los pavimentos: rígidos, flexibles y semirrígidos en el distrito de Shapaja, provincia y departamento de San Martín.,» Tarapoto, 2020.
- [16] CYPE Ingenieros, S.A., «Generador de precios de la construcción. Perú,» [En línea]. Available: <http://www.peru.generadordeprecios.info/>. [Último acceso: 07 04 2024].
- [17] D. Romano, *Medio ambiente, construcción y PVC*, Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1998.
- [18] T. Celik, S. Kamali y Y. Arayici, «Social cost in construction projects,» *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 64, pp. 77-86, 2017.
- [19] P. Lin, X. Chen, S. Huang y B. Ma, «An Optimal Maintenance and Replacement Strategy for Deteriorating Water Mains,» *Water*, vol. 14, n° 13, p. 2097, 2022.
- [20] J. C. Matthews, E. N. Allouche y R. L. Sterling, «Social cost in construction projects,» *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 50, pp. 196-202, 2015.
- [21] R. A. López Cualla, Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados, Santa Fe de Bogotá: Escuela Colombiana de ingeniería, 1995.
- [22] R. A. Pittman, AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES, Lima: Asociacion Servicios Educativos Rurales (SER), 1997.
- [23] Intendencia de promoción y desarrollo centro de documentación, Glosario de términos en gestión de los servicios de saneamiento, Lima: SUNASS, 2000.
- [24] D. G. d. P. y. R. e. C. y. Saneamiento, «Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural,» Lima, 2018.
- [25] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Reglamento Nacional de Edificaciones,» de *CE.010 - Pavimentos Urbanos*, Lima, 2010.

- [26] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima, 2006.
- [27] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje,» Lima, 2008.
- [28] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, «Manual de “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”,» de *Suelos y Pavimentos*, Lima, 2013.
- [29] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS - 2018,» de *Diseño geométrico en perfil*, Lima, 2018.
- [30] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Reglamento Nacional de Vehículos, Lima, 2021.
- [31] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «MANUAL PARA EL DISEÑO DE CARRETERAS PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO,» Lima, 2008.
- [32] L. A. Oriundo Meza y J. M. Jurado Cordova, Optimización del rendimiento y costo de un Levantamiento Topográfico mediante el uso de drones en 1 km de trocha Carrozable del distrito 27 de Noviembre – Huaral – Lima, Lima, 2023.
- [33] J. Saldarriaga, «Hidráulica de Tuberías,» Alfaomega, Bogotá, 1998.
- [34] Empresa de Servicios Públicos Chia, «Glosario de términos técnicos de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo,» Cundinamarca, 2014.

Anexos

- Anexo N°01: Documentación previa
- Anexo N°02: Panel fotográfico
- Anexo N°03: Estudio de mecánica de suelos
- Anexo N°04: Estudio topográfico
- Anexo N°05: Estudio de población
- Anexo N°06: Diseño de redes de distribución de agua potable
- Anexo N°07: Diseño de redes de alcantarillado
- Anexo N°08: Cálculo de ESAL
- Anexo N°09: Estudio hidrológico
- Anexo N°10: Diseño de pavimentación
- Anexo N°11: Estudio de impacto ambiental
- Anexo N°12: Certificados de laboratorio de suelos
- Anexo N°13: Planos

**ANEXO N°01:
DOCUMENTACIÓN
PREVIA**

CARGO

"Año de La Universalización De La Salud"

Pimentel, 06 de Noviembre del 2020

RECEPCIONADO
06 NOV 2020
RESPONSABLE MESA DE PARTES
EXD N° 6726

Ing.
Roberto Jacinto Purizaca
Alcalde de la Municipalidad de Pimentel

ASUNTO: SOLICITO INFORMACIÓN DE SECTORES EN PIMENTEL QUE NO CUENTAN CON EL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE.

Es grato dirigirme a usted, para saludarle muy cordialmente y al mismo tiempo comunicarle que en mi calidad de estudiante de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental, con código universitario: 161BE59035 en la "Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo" (USAT), y con residencia en el distrito de Pimentel, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, le saludo con el debido respeto y expongo lo siguiente:

Que siendo indispensable para desarrollar y poder llevar a cabo mi proyecto de tesis, el cual hace referencia al "DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE", es de suma importancia conocer los diversos sectores de Pimentel con título de propiedad y/o constancia de posesión, y con un mínimo de 3000 habitantes, que no cuentan con el servicio de agua y desagüe, es por eso que solicito, brindarme la información correspondiente y necesaria para llevar a cabo mi proyecto.

Por ello, recorro a su despacho con la finalidad de apelar a su buen sentido humanitario y pueda apoyarme con dicha información.

Atentamente


FABIÁN JHANCARLO SANTOS CONDOY
D.N.I. 72553701
TELÉFONO 981878052
CORREO pc1santoscondoy@gmail.com

Imagen 1. Solicitud de información de sectores en Pimentel con servicios de agua y desagüe inexistente

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Pimentel, 05 de abril del 2021

Sr. JOSE PALACIOS PINGLO
Alcalde de la municipalidad de Pimentel

ASUNTO: CONSTANCIA DE NO EXISTENCIA DE PROYECTO
DE AGUA Y DESAGUE DEL SECTOR JUAN VELASCO
ALVARADO

Yo **FABIÁN JHANCARLO SANTOS CONDOY**, identificado con DNI N° 72553701 y Código Universitario N° 161BE59035, en calidad de estudiante de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT) en la Escuela de Ingeniería Civil y Ambiental le saludo con el debido respeto y expongo lo siguiente:

Que siendo indispensable para desarrollar y poder llevar a cabo mi proyecto de tesis, el cual hace referencia al "**AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL**", es de suma importancia que pueda ordenar a quien convenga, me expida una **CONSTANCIA** donde se indique que el mencionado proyecto no cuenta con un código SNIP, ni se encuentra en el Banco de Proyectos de la municipalidad Distrital de Pimentel, y no exista un proyecto de preinversión.

Por ello, recorro a su despacho con la finalidad de apelar a su buen sentido humanitario y pueda apoyarme con dicha información.

Atentamente




FABIÁN JHANCARLO SANTOS CONDOY
D.N.I. 72553701
TELÉFONO 081R78052

Imagen 2. Solicitud de constancia de no existencia de proyecto



Municipalidad Distrital
de Pimentel

EL PERÚ PRIMERO

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMENTEL

Primer Balneario Turístico del Norte

CREADO SEGÚN LEY N° 4155

Pimentel rumbo al centenario...



"Año del Bicentenario: 200 Años de Independencia"

Pimentel, 22 de Abril del 2021

CARTA N° 063-2021-MDP/GIDUR/HAPT

Señor
FABIAN JHANCARLO SANTOS CONDOY
Presente.

Es un honor dirigirme a Usted para expresarle un atento saludo en nombre de la institución y el mío propio; y a la vez en referencia a su Expediente N° 3059-2021 donde solicita Constancia de No Existencia de Proyecto de Agua y Desague del Sector Juan Velasco Alvarado.

Esta Gerencia de Infraestructura y Desarrollo Urbano y Rural teniendo en cuenta el Informe N° 42-2021-LACHCH-GIDUR/MDP emitido por el Bach. Econ. Luis Chapañan Chapañan Responsable de la Unidad Formuladora donde da a conocer con respecto al proyecto de AGUA Y DESAGUE DEL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, y se tiene de conocimiento que analizando en el Sistema del Banco de Inversiones del INVIERTE.PE, en el sistema de seguimiento de inversiones, consulta amigable y en el archivo periférico que data del año 2019, no se encuentra registrado dicho proyecto, no siendo viable y activo, lo cual se informa que no tiene a la vez Código Único de Inversiones; LO CUAL SE REALIZA LA CONSTANCIA DE NO EXISTENCIA DE DICHO PROYECTO.

Se adjunta Constancia de No Existencia.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMENTEL
Ing. Atilio Henry Pérez Terrones
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y
DESARROLLO URBANO Y RURAL

○ Leoncio Prado #143 - Pimentel

○ 074 - 452017

○ mdp@municipimentel.gob.pe

○ www.municipimentel.gob.pe

CS Facilitado con CamScanner



Imagen 3. Respuesta de solicitud de la Municipalidad de Pimentel

LA GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO URBANO Y RURAL (GIDUR) DE
LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMENTEL ENTREGA LA:

CONSTANCIA DE NO EXISTENCIA

Al Alumno FABIAN JHANCARLO SANTOS CONDOY, identificado con DNI N° 72553701, y
Código Universitario N° 161BE59035, estudiante de la Universidad Católica Santo
Toribio de Mogrovejo (USAT) por no existir el "PROYECTO DE AGUA Y DESAGUE DEL
SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO DEL DISTRITO DE PIMENETEL-CHICLAYO-
LAMBAYEQUE".

Se entrega constancia para sus fines convenientes.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PIMENTEL

Ing. Atilio Henry Pérez Tortones
GERENTE DE INFRAESTRUCTURA Y
DESARROLLO URBANO Y RURAL

Pimentel, 12 de Abril del 2021

Imagen 4. Constancia de no existencia de proyecto

Información para Proyecto de Tesis

D Dpto. de Distribución EPSEL S.A. <dpto.distribucion@epsel.com.pe>
 Jue 8/04/2021 00:44
 Para: SANTOS CONDOY, FABIAN JHANCARLO

Sr. Fabian Ghancarlo Santos Condoy
 Alumno del Curso Proyecto de Tesis de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Asunto : Información del Sistema de Saneamiento del Sector Juan Velasco Alvarado Km 2.3 Carretera Chiclayo - San Jose

1. Sistema de Agua Potable
 - Fuente de Abastecimiento : Actualmente no cuenta con Abastecimiento de Agua Potable sin embargo se está ejecutando una Obra que se va abastecer de agua potable a Ciudad de Dios con Agua Proveniente de la Planta de Tratamiento de Chiclayo
 - Continuidad del Servicio (una vez ejecutada la Obra) = 8 horas
 - Presión en la Red de Distribución (una vez ejecutada la Obra) = 12 mca
 - Calidad del Agua : Cumplira parámetros exigidos (Agua Potable)

2. Sistema de Alcantarillado
 - Descarga : El sistema de alcantarillado mas cercano son los colectores de Ciudad de Dios las cuales realizan sus descargas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad de Dios

Atte
 Ing. Jose Carlos Yafac Risco
 Jefe Dpto Distribucion EPSEL S.A

Re: Información del Sistema de agua y alcantarillado del Sector Juan Velasco Alvarado - Distrito de Pimentel - Chiclayo

Jose Carlos Yafac Risco <jcyafacr@hotmail.com>
 Jue 8/09/2022 00:07
 Para: SANTOS CONDOY, FABIAN JHANCARLO <72553701@usat.pe>

Sr. Fabian Santos Condoy
 Por la presente lo saludo atentamente y a la vez de acuerdo a lo indicado en el correo recibido respecto al Sistema de Agua del Sector Juan Velasco Alvarado ubicado en la Carretera Chiclayo - San Jose, le indico lo siguiente :

- En el mes de agosto de 2022 se recepciono la Obra de almacenamiento, conducción del Sistema de Agua Potable para Ciudad de Dios
- La línea de conducción de agua potable se inicia en el Reservoirio Apoyado 5000 m3 y llega hasta Ciudad de Dios a través de una tubería ubicada en la margen derecha de la carretera Chiclayo - San Jose
- El caudal que se necesita de 5 l/s para el sector Juan Velasco Alvarado no afectara el normal abastecimiento de agua para Ciudad de Dios
- Por lo tanto se puede anexar el sector Juan Velasco Alvarado a la línea de conducción Chiclayo - Ciudad de Dios

atentamente

Ing. Jose Carlos Yafac Risco
 Supervisor EPSEL S.A

Imagen 5. Información de EPSEL

DECLARACIÓN JURADA

Yo, **SANTOS CONDOY FABIÁN JHANCARLO**, de nacionalidad peruana, con documento nacional de identidad N° 72553701, domiciliado en el distrito de Pimentel Señor de Sipán Mz E Lt.20, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis- Ciclo académico 2020-II DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: **AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR LA PRADERA, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

La verificación de la no duplicidad se realizó en la medida que se pudo por la coyuntura nacional debido al Covid19.

Pimentel, 05 de diciembre de 2020


(firma)



Huella
Dactilar

Imagen 6. Declaración jurada

ANEXO N°02:
PANEL
FOTOGRAFÍCO

Imagen 1. Fotografías de la zona de proyecto



Imagen 2. Extracción de muestras: calicatas









Imagen 3. Ensayos de laboratorio







Imagen 4. Levantamiento topográfico



**ANEXO N°03:
ESTUDIO DE
MECÁNICA DE
SUELOS**

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA AGUA Y ALCANTARILLADO

Memoria Descriptiva

Información previa

Descripción

En este Informe se presenta la descripción de los trabajos realizados en campo y laboratorio, los resultados de los análisis efectuados y las conclusiones obtenidas en el Estudio de Suelos llevado a cabo con la finalidad de determinar las características del perfil del subsuelo, la subrasante y las condiciones de pavimentación en el Sector Juan Velasco Alvarado, distrito de Pimentel, Chiclayo, Lambayeque.

Objetivo de estudio

Desarrollar los informes correspondientes a la especialidad: Estudio de Suelos para pavimentación del proyecto: Ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en el Sector Juan Velasco Alvarado, distrito de Pimentel, Chiclayo, Lambayeque, 2020

Normatividad

El Estudio se basa en los siguientes documentos:

- Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras EM 2016.
- Manual Peruano de Carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos del 2013, Revisado en Abril del 2014 (Resolución Directoral 05-2013-MTC/14).
- Especificaciones Técnicas Generales Para la Construcción de Carreteras (EG-2013)

Y en donde se precise o se complemente con las normas AASHTO, ASTM u otras normas internacionales pertinentes.

Ubicación del área de estudio

El proyecto se encuentra ubicado en:

- Predio: Sector Juan Velasco Alvarado
- Distrito: Pimentel
- Provincia: Chiclayo
- Departamento: Lambayeque.

Trabajos de campo

El programa de exploración de campo llevado a cabo consistió en la ejecución de cinco calicatas excavadas con una retro excavadora hasta 3.00 m de profundidad con respecto a la superficie actual de la calle, denominadas C-1 a C-6. En las calicatas se realizó un perfilaje minucioso, el cual incluyó el registro cuidadoso de las características de los suelos que conforman cada estrato del perfil del suelo, la clasificación visual de los materiales encontrados de acuerdo con los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y la extracción de muestras representativas.

Calicata o pozo de exploración

Se programó la ejecución de seis (06) calicatas o pozo de exploración "a cielo abierto", ubicada convenientemente y con profundidades suficientes variables. La ubicación de la calicata se presenta a continuación:

Tabla 01: Descripción de la calicata realizada

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	N.º Muestras	Coordenadas UTM WGS84-17S	
				Este	Norte
C-01	3.00	No presenta	01	0621859	9251782
C-02	3.00	No presenta	01	0621901	9251939
C-03	3.00	No presenta	03	0621856	9251995
C-04	3.00	No presenta	02	0621930	9252096
C-05	3.00	No presenta	02	0621770	9252097
C-06	3.00	No presenta	02	0621737	9251963

Muestreo y registro de excavaciones

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas para determinar sus propiedades y características físico - mecánicas fundamentales, tales como, Corte Directo y Análisis químicos (Sulfatos y Cloruros), ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

Ensayos de laboratorio

Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelo, provenientes de una exploración, fueron sometidas a ensayos de acuerdo con las recomendaciones de la American Society of Testing and Materiales (ASTM). Los ensayos de laboratorio y labores de gabinete se realizaron en las instalaciones de la empresa de Servicios de

Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C, ubicado en la A v. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Referencia: Al Costado de la Quinta Orellana Prolongación Bolognesi)
- Chiclayo.

ENSAYOS ESTÁNDAR

- **NTP 339.127: SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.**

Este ensayo tiene por finalidad, determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. El contenido de humedad de una masa de suelo está formado por la suma de sus aguas libre, capilar. La importancia del contenido de agua que presenta un suelo representa junto con la cantidad de aire, una de las características más importantes para explicar el comportamiento de este (especialmente en aquellos de textura más fina), como por ejemplo cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

- **NTP 339.128: SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.**

Este ensayo está basado en la identificación de los suelos según sus cualidades estructurales y su agrupación con relación a su comportamiento como materiales de construcción en ingeniería. La base de clasificación de los suelos está en las siguientes propiedades:

1. Porcentaje de grava, arena y finos.
2. Forma de la curva de distribución granulométrica.

- **NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.**

A la muestra se le remueve cualquier material retenido en el tamiz 425um (N°40). El límite líquido se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador, y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere realizar tres o más pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y graficar o calcular la información de las pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determine el límite líquido. El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3.2mm de diámetro (1/4 pulg.), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y reenrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite

plástico. El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y límite plástico.

- **NTP 339.134: SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS).**

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como, por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

- **NTP 339.135. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (Clasificación AASHTO).**

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

ENSAYOS ESPECIALES

ENSAYOS QUÍMICOS

- **NTP 339.171 (ASTM D3080). Ensayo de Corte Directo**

La finalidad de los ensayos de cortes es determinar la resistencia de suelos, sometida a esfuerzos y deformaciones que simulen las que ocurrirán en el terreno producto de estar sometido a cargas. Los parámetros de resistencia que se obtiene mediante el ensayo son la cohesión y fricción.

- **NTP 339.152: Contenido de Sales Solubles Totales**

Establece la preparación de un extracto acuoso para la determinación del contenido de sales solubles en los suelos. Luego, el método de ensayo que se indica es ampliamente conocido como determinación de sólidos disueltos en aguas (TDS), por lo que también es aplicable, en segundo caso a una muestra de agua subterránea. Los datos que se obtengan con estos procedimientos pueden ser de utilidad principalmente en la construcción civil.

Resultados de ensayos de laboratorio

Clasificación del suelo

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), dando como resultado la clasificación en el siguiente cuadro:

N° Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación	
			AASHTO	SUCS
01	-	0.00-0.70	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.70-3.00	A-4(4)	CL
02	-	0.00-0.75	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.75-3.00	A-4(2)	SC
03	-	0.00-0.35	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.35-0.70	A-4(5)	CL
	M-02	0.70-2.50	A-2-6(0)	SC
	M-03	2.50-3.00	A-2-7(2)	SC
04	-	0.00-0.60	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.60-1.30	A-4(3)	SC
	M-02	1.30-3.00	A-2-7(0)	GC
05	-	0.00-0.20	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.20-1.50	A-4(2)	SC-SM
	M-02	1.50-3.00	A-2-7(0)	GC
06	-	0.00-0.70	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.70-1.60	A-4(1)	SC-SM
	M-02	1.60-3.00	A-2-7(2)	SC

Perfiles estratigráficos

CALICATA 01: De 0.00 m hasta 0.70 m presenta Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura). De 0.70 m hasta 3.00 m presenta Arcilla inorgánica de baja plasticidad de color rojizo, presenta una plasticidad de 9.4%, con una humedad de 12.1% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un CL y según clasificación AASHTO como un A-4(4).

CALICATA 02: De 0.00 m hasta 0.75 m presenta Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura). De 0.75 m hasta 3.00 m presenta Arena arcillosa de color rojizo, presenta una plasticidad de 8.7%, con una humedad de 11.3% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un SC y según clasificación AASHTO como un A-4(2).

CALICATA 03: De 0.00 m hasta 0.35 m presenta Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura). De 0.35 m hasta 0.70m presenta Arcilla inorgánica de baja plasticidad de color rojizo, presenta una plasticidad de 9.3%, con una humedad de 11.1% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un CL y según clasificación AASHTO como un A-4(5). De 0.70 m hasta 2.50 m presenta Arena arcillosa de color beige, presenta una plasticidad de 14.9%, con una humedad de 12.8% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un SC y según clasificación AASHTO como un A-2-6(0). De 2.50 m hasta 3.00 m presenta Arena arcillosa de color marrón, presenta una plasticidad de 19.7%, con una humedad de 14.5% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un SC y según clasificación AASHTO como un A-2-7(2).

CALICATA 04: De 0.00 m hasta 0.60 m presenta Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura). De 0.60 m hasta 1.30 m presenta Arena arcillosa de color rojizo, presenta una plasticidad de 7.0%, con una humedad de 9.0% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un SC y según clasificación AASHTO como un A-4(3). De 1.30 m hasta 3.00 m presenta Grava arcillosa de color marrón, presenta una plasticidad de 24.9%, con una humedad de 19.4% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un GC y según clasificación AASHTO como un A-2-7(0).

CALICATA 05: De 0.00 m hasta 0.20 m presenta Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura). De 0.20 m hasta 1.50 m presenta Arena arcillosa con presencia de Limos de color rojizo, presenta una plasticidad de 6.52%, con una humedad de 8.30% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un SC-SM y según clasificación AASHTO como un A-4(2). De 1.50 m hasta 3.00 m presenta Grava arcillosa de color beige, presenta una plasticidad de 20.3%, con una humedad de 16.3% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un GC y según clasificación AASHTO como un A-2-7(0).

CALICATA 06: De 0.00 m hasta 0.70 m presenta Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura). De 0.70 m hasta 1.60 m presenta Arena arcillosa con presencia de Limos de color marrón claro, presenta una plasticidad de 6.4%, con una humedad de 10.6% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un SC-SM y según clasificación AASHTO como un A-4(1). De 1.60 m hasta 3.00 m presenta Arena arcillosa de color rojizo, presenta una plasticidad de 19.4%, con una humedad de 20.5% y es de consistencia semi compacta. Identificado en el sistema SUCS como un SC y según clasificación AASHTO como un A-2-7(2).

Nivel de la napa freática

Corno se indicó en la descripción del registro de exploración, en las zonas investigadas, no se ha registrado la presencia de aguas subterráneas en las calicatas.

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Fecha de la medición
C-01	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-02	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-03	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-04	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-05	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-06	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021

Cálculo de la capacidad admisible en suelo

Calicata	Clasificación	Cohesión (kg/cm ²)	Fricción (°)
C-01	CL	0.23	16.3
C-02	SC	0.03	29.8
C-03	SC	0.04	29.9
C-04	SC	0.02	30.5
C-05	SC-SM	0.01	31.0
C-06	SC-SM	0.01	31.0

Factores para el cálculo de la capacidad admisible

- CAPACIDAD ADMISIBLE CALICATA 01 – M01:

Cimientos Cuadrados		Capacidad Admisible (Qadm. kg/cm ²)					
		Nivel de desplante Df(m)					
		0.80	1.00	1.20	1.50	2.50	3.00
Ancho de Zapata (B) m	0.80	0.61	0.64	0.67	0.73	0.90	0.99
	1.00	0.61	0.65	0.68	0.73	0.90	0.99
	1.20	0.62	0.65	0.69	0.74	0.91	1.00
	1.50	0.63	0.66	0.69	0.75	0.92	1.01
	2.50	0.65	0.69	0.72	0.77	0.95	1.03
	3.00	0.67	0.70	0.74	0.79	0.96	1.05

- CAPACIDAD ADMISIBLE CALICATA 02 – M01:

Cimientos Cuadrados		Capacidad Admisible (Qadm. kg/cm ²)					
		Nivel de desplante Df(m)					
		0.80	1.00	1.20	1.50	2.50	3.00
Ancho de Zapata (B) m	0.80	0.60	0.69	0.79	0.94	1.43	1.67
	1.00	0.62	0.72	0.82	0.96	1.45	1.69
	1.20	0.64	0.74	0.84	0.99	1.47	1.72
	1.50	0.68	0.78	0.88	1.02	1.51	1.75
	2.50	0.80	0.90	1.00	1.14	1.63	1.87
	3.00	0.86	0.96	1.06	1.20	1.69	1.93

- CAPACIDAD ADMISIBLE CALICATA 03 – M01:

Cimientos Cuadrados		Capacidad Admisible (Qadm. kg/cm ²)					
		Nivel de desplante Df(m)					
		0.80	1.00	1.20	1.50	2.50	3.00
Ancho de Zapata (B) m	0.80	0.62	0.72	0.81	0.96	1.45	1.69
	1.00	0.64	0.74	0.84	0.98	1.47	1.72
	1.20	0.67	0.76	0.86	1.01	1.50	1.74
	1.50	0.70	0.80	0.90	1.04	1.53	1.78
	2.50	0.82	0.92	1.02	1.16	1.65	1.90
	3.00	0.88	0.98	1.08	1.22	1.71	1.96

- CAPACIDAD ADMISIBLE CALICATA 04 – M01:

Cimientos Cuadrados		Capacidad Admisible (Qadm. kg/cm ²)					
		Nivel de desplante Df(m)					
		0.80	1.00	1.20	1.50	2.50	3.00
Ancho de Zapata (B) m	0.80	0.57	0.67	0.77	0.92	1.42	1.67
	1.00	0.60	0.70	0.80	0.95	1.45	1.70
	1.20	0.62	0.72	0.82	0.97	1.47	1.72
	1.50	0.66	0.76	0.86	1.01	1.51	1.76
	2.50	0.79	0.89	0.99	1.13	1.63	1.88
	3.00	0.85	0.95	1.05	1.20	1.70	1.95

- CAPACIDAD ADMISIBLE CALICATA 05 – M01:

Cimientos Cuadrados		Capacidad Admisible (Qadm. kg/cm ²)					
		Nivel de desplante Df(m)					
		0.80	1.00	1.20	1.50	2.50	3.00
Ancho de Zapata (B) m	0.80	0.60	0.72	0.83	1.00	1.56	1.84
	1.00	0.63	0.75	0.86	1.03	1.59	1.87
	1.20	0.66	0.77	0.89	1.05	1.62	1.90
	1.50	0.70	0.82	0.93	1.10	1.66	1.94
	2.50	0.85	0.96	1.07	1.24	1.80	2.08
	3.00	0.92	1.03	1.14	1.31	1.87	2.15

- CAPACIDAD ADMISIBLE CALICATA 06 – M01:

Cimientos Cuadrados		Capacidad Admisible (Qadm. kg/cm ²)					
		Nivel de desplante Df(m)					
		0.80	1.00	1.20	1.50	2.50	3.00
Ancho de Zapata (B) m	0.80	0.56	0.67	0.78	0.94	1.47	1.74
	1.00	0.59	0.70	0.81	0.97	1.50	1.77
	1.20	0.62	0.73	0.83	0.99	1.53	1.80
	1.50	0.66	0.77	0.87	1.03	1.57	1.84
	2.50	0.80	0.90	1.01	1.17	1.71	1.97
	3.00	0.86	0.97	1.08	1.24	1.77	2.04

Conclusiones y Recomendaciones

- De acuerdo con los ensayos realizados en laboratorio se concluye que las zonas en estudio indicado presentan Arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL), Arena arcillosa (SC) y Arena arcillosa con presencia de Limos (SC-SM).
- Durante la excavación no se encontró la presencia de nivel freático en las calicatas.
- De acuerdo con el ensayo de corte directo realizado con la M-01 de C-01, se obtuvo una cohesión de 0.23 kg/cm² y un ángulo de rozamiento interno de 16.5°, asumiendo un Df= 1.20m y ancho de cimentación 1.20m (Cimentación cuadrada), obtenemos una capacidad admisible de 0.69 kg/cm².
- De acuerdo con el ensayo de corte directo realizado con la M-01 de C-02, se obtuvo una cohesión de 0.03 kg/cm² y un ángulo de rozamiento interno de 29.8°, asumiendo un Df= 1.20m y ancho de cimentación 1.20m (Cimentación cuadrada), obtenemos una capacidad 0.84 kg/cm².
- De acuerdo con el ensayo de corte directo realizado con la M-02 de C-03, se obtuvo una cohesión de 0.04 kg/cm² y un ángulo de rozamiento interno de 29.9°.

- asumiendo un $D_f = 1.20\text{m}$ y ancho de cimentación 1.20m (Cimentación cuadrada), obtenemos una capacidad admisible 0.86 kg/cm^2 .
- De acuerdo con el ensayo de corte directo realizado con la M-01 de C-04, se obtuvo una cohesión de 0.02 kg/cm^2 y un ángulo de rozamiento interno de 30.5° , asumiendo un $D_f = 1.20\text{m}$ y ancho de cimentación 1.20m (Cimentación cuadrada), obtenemos una capacidad admisible de 0.82 kg/cm^2 .
 - De acuerdo con el ensayo de corte directo realizado con la M-01 de C-05, se obtuvo una cohesión de 0.01 kg/cm^2 y un ángulo de rozamiento interno de 31.0° , asumiendo un $D_f = 1.20\text{m}$ y ancho de cimentación 1.20m (Cimentación cuadrada), obtenemos una capacidad 0.89 kg/cm^2 .
 - De acuerdo con el ensayo de corte directo realizado con la M-01 de C-06, se obtuvo una cohesión de 0.01 kg/cm^2 y un ángulo de rozamiento interno de 31.0° , asumiendo un $D_f = 1.20\text{m}$ y ancho de cimentación 1.20m (Cimentación cuadrada), obtenemos una capacidad admisible 0.83 kg/cm^2 .
 - El contenido de sales encontrado, 0.17% es calificado como levemente agresivo al concreto por lo cual se sugiere que se trabaje con el “Cemento Portland Tipo I”

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA PAVIMENTACIÓN

Memoria Descriptiva

Información previa

Descripción

En este Informe se presenta la descripción de los trabajos realizados en campo y laboratorio, los resultados de los análisis efectuados y las conclusiones obtenidas en el Estudio de Suelos llevado a cabo con la finalidad de determinar las características del perfil del subsuelo, la subrasante y las condiciones de pavimentación en el Sector Juan Velasco Alvarado, distrito de Pimentel, Chiclayo, Lambayeque.

Objetivo de estudio

Desarrollar los informes correspondientes a la especialidad: Estudio de Suelos para pavimentación del proyecto: Ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en el Sector Juan Velasco Alvarado, distrito de Pimentel, Chiclayo, Lambayeque, 2020

Normatividad

El Estudio se basa en los siguientes documentos:

- Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras EM 2016.
- Manual Peruano de Carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos del 2013, Revisado en Abril del 2014 (Resolución Directoral 05-2013-MTC/14).
- Especificaciones Técnicas Generales Para la Construcción de Carreteras (EG-2013)

Y en donde se precise o se complemente con las normas AASHTO, ASTM u otras normas internacionales pertinentes.

Ubicación del área de estudio

El proyecto se encuentra ubicado en:

- Predio: Sector Juan Velasco Alvarado
- Distrito: Pimentel
- Provincia: Chiclayo
- Departamento: Lambayeque.

Figura 01: Mapa político del Perú.



Figura 02: Mapa del departamento de Lambayeque

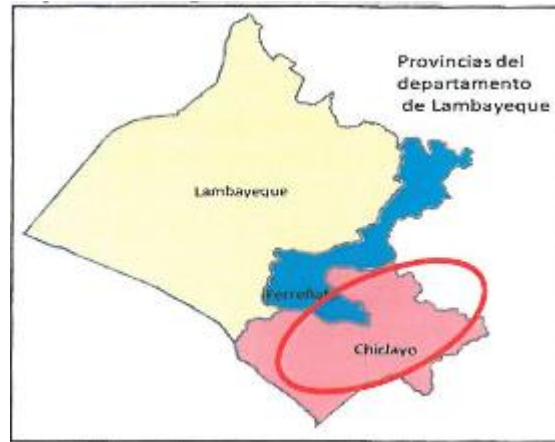
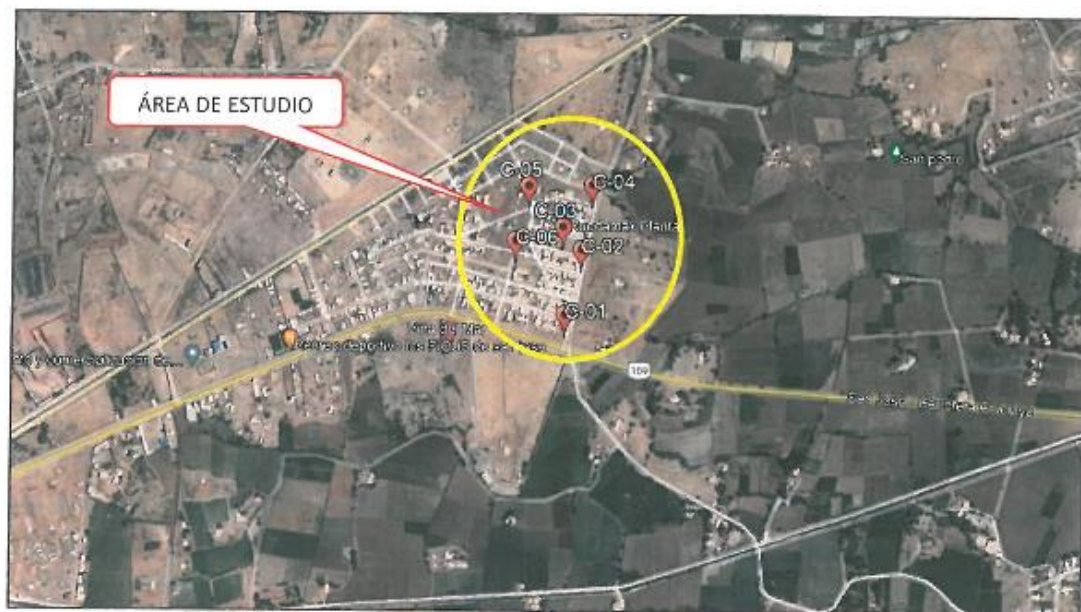


Figura 03: Mapa del Provincial de Chiclayo



Figura 04: Imagen satelital del área de estudio



Fuente: Programa Google Earth / Información recabada de campo

Elaboración:

Trabajos de campo

El programa de exploración de campo llevado a cabo consistió en la ejecución de cinco calicatas excavadas con una retro excavadora hasta 3.00 m de profundidad con respecto a la superficie actual de la calle, denominadas C-1 a C-6. En las calicatas se realizó un perfilaje minucioso, el cual incluyó el registro cuidadoso de las características de los suelos que conforman cada estrato del perfil del suelo, la clasificación visual de los materiales encontrados de acuerdo con los procedimientos del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y la extracción de muestras representativas.

Calicata o pozo de exploración

Se programó la ejecución de seis (06) calicatas o pozo de exploración "a cielo abierto", ubicada convenientemente y con profundidades suficientes variables. La ubicación de la calicata se presenta a continuación:

Tabla 01: Descripción de la calicata realizada

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	N.º Muestras	Coordenadas UTM WGS84-17S	
				Este	Norte
C-01	3.00	No presenta	01	0621859	9251782
C-02	3.00	No presenta	01	0621901	9251939
C-03	3.00	No presenta	03	0621856	9251995
C-04	3.00	No presenta	02	0621930	9252096
C-05	3.00	No presenta	02	0621770	9252097
C-06	3.00	No presenta	02	0621737	9251963

Muestreo y registro de excavaciones

Las muestras de materiales obtenidas en los trabajos de campo fueron analizadas para determinar sus propiedades y características físico - mecánicas fundamentales, tales como, Corte Directo y Análisis químicos (Sulfatos y Cloruros), ensayos ejecutados siguiendo las normas vigentes.

Ensayos de laboratorio

Los trabajos de laboratorio permitieron evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos. Las muestras disturbadas de suelo, provenientes de una exploración, fueron sometidas a ensayos de acuerdo con las recomendaciones de la American Society of Testing and Materiales (ASTM). Los ensayos de laboratorio y

labores de gabinete se realizaron en las instalaciones de la empresa de Servicios de Laboratorios de Suelos y Pavimentos S.A.C, ubicado en la A v. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Referencia: Al Costado de la Quinta Orellana Prolongación Bolognesi) - Chiclayo.

ENSAYOS ESTÁNDAR

- **NTP 339.128: SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.**

Este ensayo está basado en la identificación de los suelos según sus cualidades estructurales y su agrupación con relación a su comportamiento como materiales de construcción en ingeniería. La base de clasificación de los suelos está en las siguientes propiedades:

1. Porcentaje de grava, arena y finos.
2. Forma de la curva de distribución granulométrica.

- **NTP 339.134: SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS).**

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes, como, por ejemplo: arenas, gravas, limo, arcillas y limo arcilloso, etc. La determinación del rango de tamaño de las partículas (gradación) es según la estabilidad del tipo de ensayos para la determinación de los límites de consistencia. Uno de los más usuales sistemas de clasificación de suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el cual clasifica al suelo en 15 grupos identificados por nombre y por términos simbólicos.

- **NTP 339.135. SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte (Clasificación AASHTO).**

El sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es también usado de manera general. Los suelos pueden ser también clasificados en grandes grupos, pueden ser porosos, de grano grueso o grano fino, granular o no granular y cohesivo, semi cohesivo y no cohesivo.

ENSAYOS ESPECIALES

- **MTC E 115 (NTP 339.141): Método de ensayo para determinar el Proctor modificado.**

Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de I O 1,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (1 O lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie- lbf/pie³)).

- **MTC E 132 (NTP 339.141): Método de ensayo para determinar el California Bearing Ratio (CBR)**

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.

Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño. el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.

ENSAYOS QUÍMICOS

- **NTP 339.152: Contenido de Sales Solubles Totales**

Establece la preparación de un extracto acuoso para la determinación del contenido de sales solubles en los suelos. Luego, el método de ensayo que se indica es ampliamente conocido como determinación de sólidos disueltos en aguas (TDS), por lo que también es aplicable, en segundo caso a una muestra de agua subterránea. Los datos que se obtengan con estos procedimientos pueden ser de utilidad principalmente en la construcción civil

- **NTP 339.178: Contenido de Sulfatos Solubles en suelos y agua subterránea**

Establece un procedimiento para la determinación del contenido de ión sulfato soluble en suelos y aguas subterráneas. Se han considerado dos métodos: El método gravimétrico (Método A) y el método turbidimétrico (Método B). La selección del método dependerá

de la concentración del ión sulfato en la muestra y de la exactitud deseada. El método A es una medida primaria del ión sulfato. Se puede aplicar directamente a muestras de suelo que contengan aproximadamente entre 20 mg/kg y 100 mg/kg y a muestras de agua subterránea con un contenido de ión sulfato superior a 10 mg/L. El método B ahorra tiempo, pero es más susceptible de interferencias que el método A. Este método se utiliza para rangos más bajos de sulfatos y donde no se requiere de una extrema exactitud y precisión. El método es directamente aplicable en el rango de 10 mg/kg a 100 mg/kg en muestras de suelo y en el rango de 1 mg/L a 40 mg/L en muestras de agua subterránea.

Resultados de ensayos de laboratorio

Clasificación del suelo

Las muestras ensayadas se han clasificado de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), dando como resultado la clasificación en el siguiente cuadro:

N° Calicata	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación	
			AASHTO	SUCS
01	-	0.00-0.70	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.70-3.00	A-4(4)	CL
02	-	0.00-0.75	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.75-3.00	A-4(2)	SC
03	-	0.00-0.35	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.35-0.70	A-4(5)	CL
	M-02	0.70-2.50	A-2-6(0)	SC
	M-03	2.50-3.00	A-2-7(2)	SC
04	-	0.00-0.60	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.60-1.30	A-4(3)	SC
	M-02	1.30-3.00	A-2-7(0)	GC
05	-	0.00-0.20	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.20-1.50	A-4(2)	SC-SM
	M-02	1.50-3.00	A-2-7(0)	GC
06	-	0.00-0.70	Material de relleno no controlado o desmonte (materia orgánica, basura)	
	M-01	0.70-1.60	A-4(1)	SC-SM
	M-02	1.60-3.00	A-2-7(2)	SC

Nivel de la napa freática

Corno se indicó en la descripción del registro de exploración, en las zonas investigadas, no se ha registrado la presencia de aguas subterráneas en las calicatas.

Calicatas	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Fecha de la medición
C-01	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-02	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-03	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-04	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-05	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021
C-06	0.00 – 3.00 m	No presenta	14/09/2021

Valor CBR de la subrasante

El CBR (California Bearing Ratio), describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos (evaluar la resistencia potencial de subrasante) denominado valor de la relación de soporte, El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

Una vez que se haya clasificado los suelos y elaborado un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo de estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y a una penetración de 2.54mm. para cada sector de características homogéneas, se clasificará para que categoría de subrasante pertenece el sector o subtramo, según lo siguiente:

Categoría de Subrasante	CBR
S0: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR => 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR => 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR => 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR => 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR => 30%

El material existente en el área asignada de estudio se muestra a continuación en el siguiente cuadro de acuerdo con su categoría de subrasante:

N° Calicata	Promedio CBR	Categoría de subrasante
	95%	
01	6.02	Regular
02	7.46	Regular
03	5.63	Pobre
04	6.65	Regular
05	7.37	Regular
06	7.39	Regular

Análisis Químico de Sales

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos, Cloruros, Sales Solubles Totales principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto: de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrado por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.). Los principales elementos químicos para evaluar son los sulfatos por su acción química sobre el concreto del cemento respectivamente (ver anexo II. Resultados de ensayos de Laboratorio). De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de una muestra representativa del estrato que estará apoyado a la cimentación se tiene:

Sustancia	Contenido p.p.m	Contenido (%)	Observación
Contenido de cloruros	212	0.0212	Leve
	138	0.0138	Leve

Contenido de sulfatos			
Ensayo de sales solubles totales	1700	0.17	Leve

El concreto que va a estar expuesto a soluciones debe cumplir con los requisitos según R.N.E., E- 060, Concreto Armado.

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f'c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero
Insignificante	$0,0 \leq SO_4 < 0,1$	$0 \leq SO_4 < 150$	—	—	—
Moderada**	$0,1 \leq SO_4 < 0,2$	$150 \leq SO_4 < 1500$	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	$0,2 \leq SO_4 < 2,0$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	V	0,45	31
Muy severa	$2,0 < SO_4$	$1500 \leq SO_4 < 10000$	Tipo V más puzolana***	0,45	31

Para la protección contra la corrosión del refuerzo de acero en el concreto, las concentraciones máximas de iones de cloruro solubles en agua en el concreto endurecido a edades que van de 28 a 42 días, provenientes de los ingredientes (incluyendo agua agregados, materiales cementantes y aditivos) no deben exceder los límites según E - 060, Concreto Armado, de la Tabla.

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

Requisitos para concreto expuestos a soluciones de sulfatos

Presencia en el suelo en:	p.p.m	Grado de Alteración	Observaciones
Sulfatos	0-150	Insignificante	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	150-1500	Moderado	
	1500-10000	Severo	
	>10000	Muy Severo	
Cloruros	>6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
Sales Solubles	>15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia por fenómeno de lixiviación

Nº Calicata	Muestra	Sales (%)	Cloruros (%)	Sulfatos (%)
C1	M-01	0.17	0.0212	0.0138
C2	M-01	0.15	0.0192	0.0131
C3	M-01	0.14	0.019	0.0128
	M-02	0.13	0.0179	0.0118
	M-03	0.11	0.0167	0.0109
C4	M-01	0.15	0.0198	0.0129
	M-02	0.13	0.018	0.0118
C5	M-01	0.15	0.0197	0.0128
	M-02	0.13	0.0182	0.0119
C6	M-01	0.17	0.0202	0.0133
	M-02	0.15	0.0195	0.0128

Conclusiones y Recomendaciones

- Se recomienda para la conformación de las capas de la estructura; un material con las características físicas y mecánicas, aceptables dentro de las especificaciones para pavimentos (CE-010 Pavimentos Urbanos), estas deberán ser compactadas hasta alcanzar un grado de compactación 100% de la densidad máxima del Proctor modificado del material a utilizarse.
- Los materiales por utilizar en cada una de las capas antes mencionadas deberán ser verificadas por control de calidad, a fin de que cumplan con los requisitos mínimos establecidos en las especificaciones técnicas.
- La compactación de la subrasante definida deberá alcanzar un mínimo de 95% de densidad máxima del Proctor modificado realizado en el laboratorio.
- La compactación del Afirmado definida deberá alcanzar un 100% de densidad máxima del Proctor modificado realizado en el laboratorio
- Se recomienda en obra hacer un control de calidad permanente para obtener buenos resultados en la construcción.
- Para el diseño final de los espesores de la estructura, se deberá tener los resultados del estudio de tráfico y quedará definido por el Profesional Responsable.
- Existe una leve presencia de sulfatos de 138 p.p.m. (O p.p.m. - 150 p.p.m.), por lo cual se sugiere que se trabaje con el "Cemento Portland Tipo I" la reducción de la relación agua cemento de 0.50 para los elementos en contacto con el suelo. (Según el R.N.E.).
- Los materiales existentes en el área de la calicata 01, 02, 03, 04, 05 y 06 presenta una capa de terreno natural a escala Regular (a nivel de subrasante) resistencia al corte dando un promedio de 6.75%, bajo condiciones de humedad y densidad controladas (CBR => 6% a CBR < 10%)

ANEXO N°04:
ESTUDIO
TOPOGRÁFICO

ÍNDICE

I. GENERALIDADES.....	111
1.1. Introducción.....	111
1.2. Ubicación del proyecto	113
1.2.1 Ubicación política del proyecto.....	113
1.2.2 Ubicación geográfica del proyecto	113
1.3. Objetivos.....	114
1.3.1 Objetivo general	114
1.3.2 Objetivos específicos	114
1.4. Justificación	115
1.5. Definiciones	115
1.6. Descripción de la zona de trabajo	118
II. MATERIALES, EQUIPOS Y MÉTODOS.....	119
2.1. Equipos utilizados.....	119
2.2. Metodología de trabajo	121
2.2.1 Trabajos preliminares	121
2.2.2 Ejecución y trabajos de campo	125
2.2.3 Trabajos de topografía con estación total	128
2.2.4 Trabajos de gabinete	128
2.2.5 Post proceso gcp	129
2.2.6 Procesamiento y digitalización de información.....	130
III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
3.1. Conclusiones.....	147
3.2. Recomendaciones	148

I. GENERALIDADES.

1.1. Introducción

La topografía como estudio básico, es de los primeros en ejecutarse en los estudios a nivel de preparación de estudios definitivos, para la obtención de información de campo, para la realización y producción cartográfica, mapas, planos, etc. mediante los cuales se han de sostener y desarrollar los otros estudios o trabajos.

La topografía como ciencia se basa en métodos directos e indirectos, convencionales y no convencionales. Hace muchos años viene tomando a los métodos indirectos con el apoyo de la tecnología satelital, quien a su vez ha demostrado grandes avances en la obtención de información instantánea alrededor del planeta tierra, muestra de ello es el desarrollo y uso del GPS (Sistema de Posicionamiento Global), y de la herramienta GNSS (Sistema Global de Navegación por Satélite), cuyos resultados proporcionan al operador un posicionamiento de cobertura global. Estos sistemas permiten determinar y conocer las coordenadas geográficas de un punto con relativa exactitud en cualquier lugar del mundo, a cada instante, minuto, hora, etc. Para ello herramientas como la Topografía, Geodesia y Geomática tienen que utilizar muchos recursos telemáticos para la realización de trabajos como los levantamientos topográficos con sistemas de aeronaves, en este caso Drones.

De los tipos de levantamiento topográficos, tenemos al directo o convencional llámese artefactos como nivel, teodolito, estación total, y al indirecto tenemos a un sin número de sistemas que ofrecen productos como la fotogrametría, LIDAR, entendiéndose a ambos métodos como compatibles y perfectamente complementarios.

El presente informe representa a un levantamiento topográfico realizado con el método indirecto llamado fotogrametría, utilizando el sistema **VANT** (Vuelo Aéreo No Tripulado), mediante un **DRONE**, piloteado por control remoto, el cual permite tomar fotografías georreferenciadas por GNSS, y apoyados de softwares para post – proceso, que sirven para la representación cartográfica.

La realización de un proyecto fotogramétrico está supeditado a un cuidadoso plan de vuelo, ejecución del mismo, operación, ubicación de puntos de control terrestre, mismos que deben estar georreferenciados a una alta precisión, además de los detalles

topográficos como detalles de cobertura, detalles topológicos, estructuras, que servirán para un adecuado levantamiento topográfico.

La fotogrametría es la ciencia para obtener información de los objetos y su entorno, mediante el registro, medición e interpretación de imágenes fotográficas, A través de una técnica de medición indirecta llamada **ESTEREOSCOPIA**, que nos permite capturar las propiedades geométricas de los objetos perennizados en la fotografía adjuntando sus situaciones espaciales.

los procesos estarán supeditados a la naturaleza de las fotografías, ya que pueden ser digitales o analógicas.

La fotogrametría pues es el conjunto de métodos y procedimientos a través podemos calcular la geometría de los objetos capturados, basándose en principios de geometría proyectiva y visión estereoscópica.

Como breve comentario diremos que el avance tecnológico posibilito la fotogrametría digital, el uso de softwares, así como los programas especializados y computadores para la recreación a los modelos digitales de terreno en 3D.

Para nuestro proyecto definimos un esquema que simplifico los trabajos de fotogrametría, desde los geodésicos hasta la obtención de información digital.

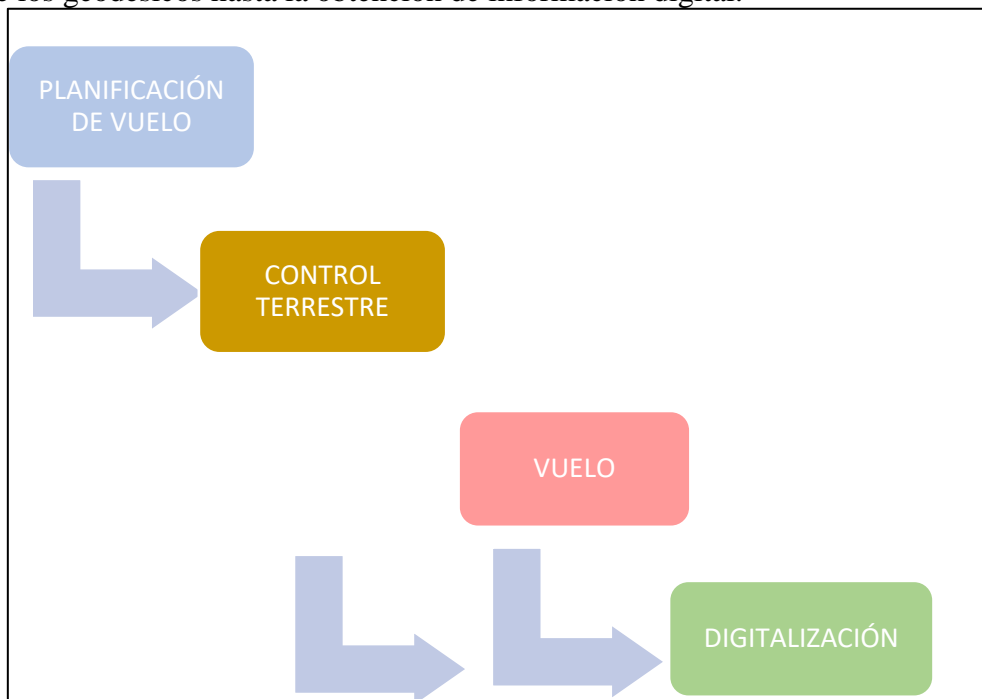


Figura 1: Esquema levantamiento fotogramétrico

Fuente: Elaboración Propia

1.2. Ubicación del proyecto

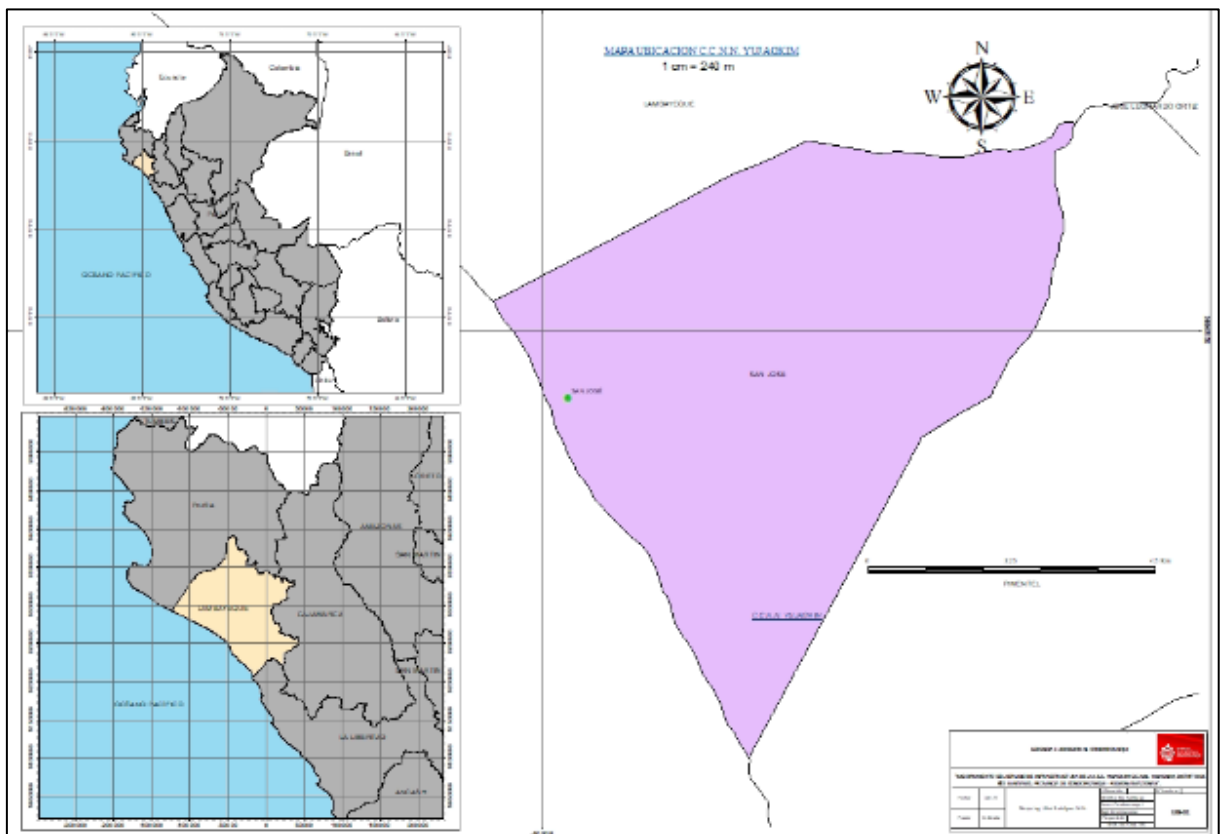
1.2.1 Ubicación política del proyecto

Distrito : PIMENTEL

Provincia : CHICLAYO

Región : LAMBAYEQUE

Figura 2: Zona de levantamiento Fotogramétrico



Fuente: Elaboración Propia

1.2.2 Ubicación geográfica del proyecto

Se encuentra geolocalizado entre el paralelo $6^{\circ}45'59.24''$ S de latitud Sur y meridiano $79^{\circ}53'53.88''$ de Longitud Oeste.

Cuadro 1: Ubicación geográfica

SISTEMAS	DATUM	COMPONENTES	VALOR
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	HORIZONTAL WGS 1984	LONGITUD OESTE	79°53'53.88
		LATITUD SUR	6°45'59.24"S
COORDENADAS UTM (ZONA 17)	HORIZONTAL WGS 1984	METROS ESTE	621741
		METROS NORTE	9251932
ALTITUD	VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR	msnm	20

Fuente: Consultor.

El recorrido es como sigue:

Cuadro 2; Vías de acceso.

TRAMO	LONGITUD (Km)	TIEMPO (min)	TIPO VIA
Chiclayo – Juan velasco	7.60	15	Carretera asfaltada

Fuente: Consultor.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar el levantamiento topográfico requerido con tecnología RPAS (Sistema Aéreo Remotamente tripulado – en español), para la producción de base cartográfica, necesaria para la caracterización digital del terreno con fines de emplazamiento de obras, estructuras hidráulicas, como parte del estudio **“AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE”**.

1.3.2 Objetivos específicos

- Definir las áreas de interés para los estudios y posterior ejecución de los levantamientos con tecnología **RPAS**.
- Creación de los planes de vuelo mediante tecnologías digitales, sobre zonas de interés que permita alcanzar los productos topográficos digitales.
- Realizar el levantamiento topográfico a partir de la técnica fotogramétrica mediante un vehículo teledirigido (**DRONE**).
- Extracción de información digital, procesamiento y obtención de productos cartográficos.
- Obtener productos finales como Ortofoto, MDE, MDS, MDT, curvas a nivel.

1.4. Justificación

El estudio topográfico está anexado a la elaboración del estudio técnico: “AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO PIMENTEL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE”

El estudio se justifica en la realización de la topografía para el estudio en mención, con una metodología altamente tecnológica como la **FOTOGRAMETRÍA**, que es perfectamente complementaria a la topografía convencional ya que pertenecen al mismo principio, la Geodesia. Esta metodología es precisa, nos producirá una cartografía con altos niveles de topografía a detalle, topología, amplitud de muestreo, necesarios para el estudio.

Los masivos datos capturados, manejo de los mismos con este procedimiento nos permiten tener una amplia y ponderante ventaja respecto de la topografía convencional, ya que cuantitativamente y cualitativamente nos ofrece productos de alta resolución como la ortofoto, modelos digitales de elevación, modelos digitales de superficie, modelos digitales de terreno, y con alta precisión los fines esperados como son las curvas a nivel, con una equidistancia adecuada y representativa del terreno de acuerdo a las exigencias de la entidad.

1.5. Definiciones

Algunas definiciones utilizadas para la realización de este informe:

- ✓ **Aeronave:** Vehículo capaz de transitar con autonomía en el espacio aéreo con distintos fines.
- ✓ **Altimetría:** Determinación de las cotas de los diferentes puntos del terreno, con respecto al plano horizontal de comparación, el cual, aunque puede ser tomado a una altura arbitraria, en general se relaciona con el plano horizontal teórico formado por el nivel medio del mar.
- ✓ **Altitud:** Distancia vertical sobre el elipsoide o geoide. Siempre se almacena como altura sobre el elipsoide en el receptor GNSS, o como altura sobre el nivel medio del mar (m.s.n.m.).
- ✓ **Altura:** La distancia de un punto, entre una superficie de referencia, medida a lo largo de la dirección perpendicular a dicha superficie y el punto.
- ✓ **Altura geodésica:** Llamada también altura elipsoidal, es la distancia entre un punto y el elipsoide de referencia, medida a lo largo de la perpendicular que va del elipsoide hasta el punto. Tal distancia siempre será positiva hacia arriba del elipsoide.
- ✓ **Altitud Ortométrica:** Distancia entre un punto del terreno con respecto al geoide, medida a lo largo de la vertical del lugar. Generalmente se denomina elevación.
- ✓ **Datum:** Conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre con las cuales las medidas de la posición son tomadas y un modelo asociado de la forma de la tierra (elipsoide de referencia) para definir el sistema de coordenadas geográfico.
- ✓ **DEM:** Digital Elevation Model (Modelo Digital de Elevaciones): La representación digital de las formas del relieve terrestre de manera estimada y simplificada, la cual está definida por la distribución espacial regular de los valores aproximados de altura con respecto al nivel medio del mar.
- ✓ **DTM:** Digital Terrain Model (Modelo Digital de Terreno): Representación cuantitativa en forma digital de la superficie terrestre, contiene información acerca de la posición (x,y) y la altitud (z) de los elementos de la superficie. La denominación MDT es la genérica para todos los modelos digitales, incluyendo los MDE.
- ✓ **DRON:** Aparatos de alta tecnología que funcionan gracias a unas hélices o rotores que les permite mantenerse y propulsarse en el aire con distintos fines.

- ✓ **EGM:** Earth Gravitational Model (Modelo Gravitatorio Terrestre).
- ✓ **Elevación:** Distancia vertical sobre (o por debajo) del geoide o del nivel medio del mar.
- ✓ **Elipsoide:** Identificación dada para las representaciones establecidas de la forma de la tierra. Modelo matemático de la tierra.
- ✓ **Elipsoide de Referencia:** Elipsoide empleado geoméricamente como la mejor aproximación local o global de la forma de la tierra.
- ✓ **Fotogrametría:** Técnica para obtener información acerca de los objetos físicos y el medioambiente a través de procesos de registro, medición e interpretación de imágenes fotográficas.
- ✓ **Geodesia:** Ciencia de la Tierra e Ingeniería. Trata de la representación, forma y superficie de la Tierra, global y parcial, con sus formas naturales y artificiales.
- ✓ **Geoide:** Superficie equipotencial del campo de gravedad que se ajusta mejor al nivel medio del mar, ya sea local o globalmente. Modelo físico de la tierra.
- ✓ **GNSS:** Global Navigation Satellite System (Sistema Global de Navegación por Satélite); este engloba todas las técnicas de posicionamiento mediante satélites.
- ✓ **GPS:** Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global): es un sistema de posicionamiento global basado en satélites, prevé información a nivel mundial, sobre posicionamiento, clima, hora las 24 horas del día.
- ✓ **GSD:** Ground Sampling Distance (Distancia de muestreo de terreno); tamaño de celda de muestreo del terreno.
- ✓ **ITRF:** International Terrestrial Reference Frame (Marco de Referencia Terrestre Internacional): Sistema de referencia global obtenida por el servidor internacional de Rotación de la Tierra.
- ✓ **Ortofoto:** Imagen fotográfica del terreno, que ha sido sometida a un proceso de rectificación diferencial que permite realizar la puesta en escala y nivelación de las unidades geométricas que la componen.

- ✓ **Pixel:** Picture Element. El elemento bidimensional con forma cuadrada o rectangular que corresponde al elemento de una imagen digital en una estructura de datos raster, al que se le asocia un atributo o valor temático y una posición espacial.
- ✓ **Puntos de Apoyo/Control Fotogramétrico:** Puntos visibles en las fotografías que sirven de base para realizar la orientación absoluta durante la restitución fotogramétrica.
- ✓ **Restitución Fotogramétrica:** procedimiento para generar un modelo 3D del terreno a partir de un par estereoscópico, con el propósito de digitalizar los objetos geográficos y las características del relieve (curvas de nivel o modelo digital de elevaciones).
- ✓ **RTK:** Real Time Kinematic (Tiempo real cinemático). Procedimiento GNSS cinemático diferencial por el cual las correcciones de fase son transmitidas desde una estación de referencia a un receptor móvil, tan rápido como son colectadas. Requiere radio enlaces entre base y móvil.
- ✓ **UTM:** Universal Transversal de Mercator. Proyección cilíndrica conforme en la que el cilindro es secante al elipsoide y el eje del cilindro está sobre el ecuador. Esta proyección divide a la tierra en 60 Husos de 6 grados sexagesimales de longitud cada uno, numerados a partir del antimeridiano de Greenwich de Oeste a Este.
- ✓ **WGS84:** World Geodetic System of 1984 (Sistema Geodésico Mundial de 1984). Compuesto por un elipsoide de referencia, un Sistema de coordenadas estándar, datos de altitud y un geoide.

1.6. Descripción de la zona de trabajo

Las zonas de trabajo se encuentran dentro de una topografía poco accidentada, plana como es propio de la costa, alrededores de urbanizaciones recientes y zonas de área agrícola.

Los terrenos agrícolas presentan pendientes suaves, propios de terreno para cultivos estacionarios.

II. MATERIALES, EQUIPOS Y MÉTODOS

2.1. Equipos utilizados

La realización del trabajo necesitó lo siguiente:

- Equipo de Campo

- 01 GPS DIFERENCIAL GNSS LEICA GS14 (Base Colectora)
- 01 GPS DIFERENCIAL GNSS LEICA GS14 (Rover)
- 01 DRON PHANTOM 4RTK DJI (GNSS)
- 01 BASE DIFERECIAL 4RTK DJI (GNSS)
- 01 GPS Garmin (apoyo)
- 01 estación total TOPCON modelo GTS-246NW
- 01 trípodes y accesorios
- 01 camioneta 4x4
- 02 bastones y accesorios

Figura 3: GNSS LEICA GS14 Y COLECTORA



Figura4:DRONPHANTOM 4RTKY RC



Figura 5: GNSS DRON



Figura 6: ESTACIÓN TOTAL TOPCON GTS-246NW

- **Equipo de oficina**

- PC Intel® Core™ i7, RAM 64.0 GB
- Impresora Plotter Hp T250 Designjet
- Software **PIX4 mapper** (Licenciado)
- Software **Leica Geo Office**.
- Software **Quick Terrain modeler**
- Software **AutoCAD Civil 3D 2020**

- **Personal**

- 01 topógrafo
- 01 asistente
- 01 conductor

2.2. Metodología de trabajo

Los trabajos efectuados se hicieron en 3 frentes. El frente de control Geodésico y el frente de vuelo Fotogramétrico y el frente con estación total. Que a su vez tuvieron las fases de:

- **Planeamiento,**
- **Ejecución**
- **Post- proceso (gabinete)**

2.2.1 Trabajos preliminares

2.2.1.1. Planeamiento

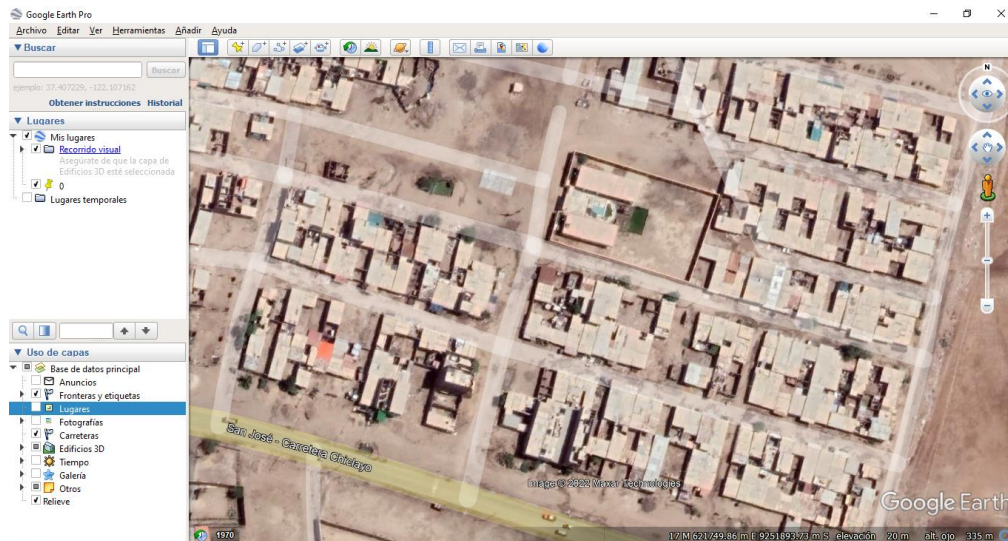
Consistió en la recopilación de toda la información posible como: imágenes satelitales, geolocalización de la zona de interés, información de cartas nacionales, información digital, así como la preparación de los equipos y apoyo logístico a emplear.

1. Para el planeamiento de vuelo se han tenido como base de información al servidor web Google Earth.

El área con propósitos estructurales, hidráulicos y de riego, primariamente se identificaron con la ayuda de imágenes satelitales como la del Google Earth, y con coordenadas del proyecto para la creación de los polígonos de vuelo.

Todas estas proyecciones están referidas al datum **WGS84** (World Geodetic System 1984), que es el único sistema de referencia de coordenadas geográficas mundial, que permite localizar cualquier punto de la tierra.

Figura 7: Imagen Satelital

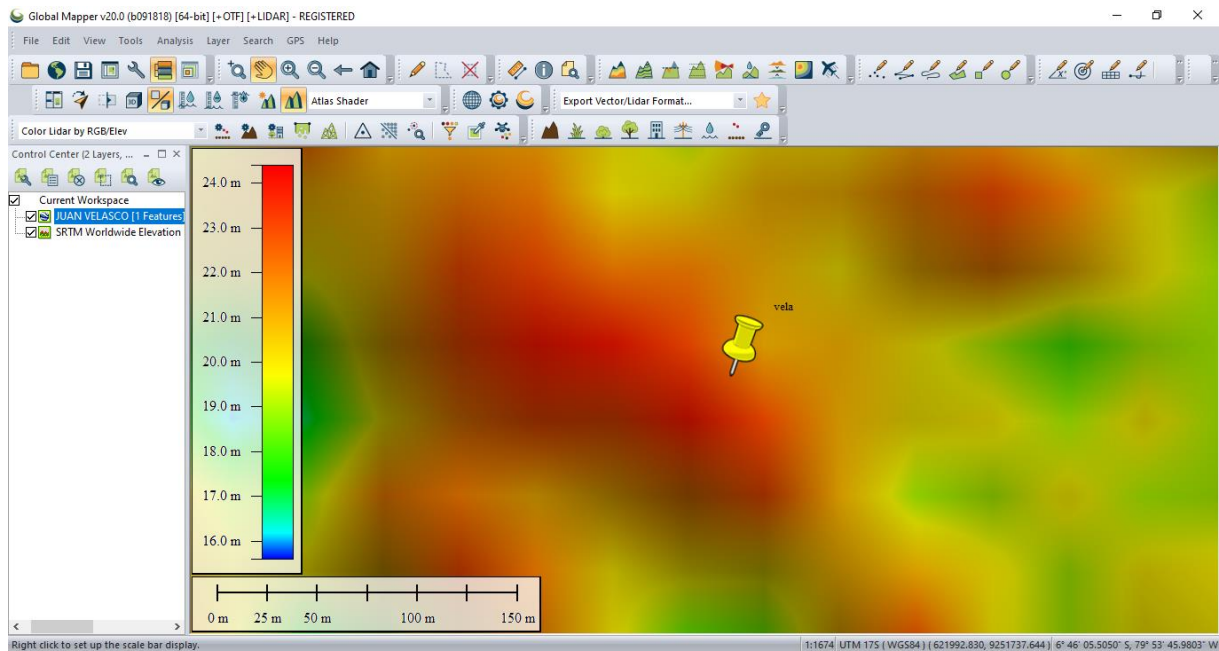


Fuente: Google Earth

No obstante, se debe mencionar que además de este servidor, se observó como fuente de información primaria distintas aplicaciones online como, Global Mapper 20, SAS Planet; para la visualización de imágenes satelitales con el objetivo de observar los cambios geográficos, a fin de plantear los polígonos que tenga información con estos y otros aspectos, ya que se enfocan en una de las razones del planeamiento de la topografía.

2. Con ayuda del **GLOBAL MAPPER v.20.0**, se extrajo un DEM (Modelo Digital de Elevaciones, en español), cuyo espacio se asemeja al terreno en estudio y que servirá para la realización del polígono de vuelo.

Figura 8: DEM digital “Software Global Mapper v.20.0

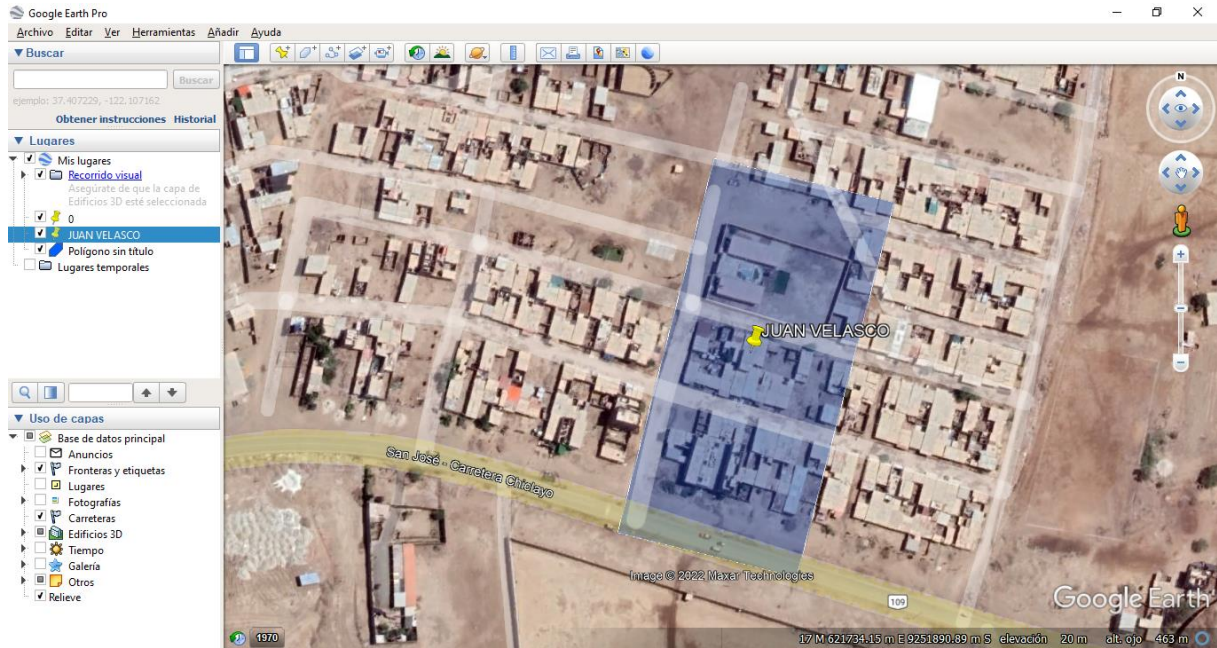


Fuente: Global Mapper

Este modelo digital de elevaciones contiene una resolución de 1 arco – segundo o su equivalente a 30 metros (30x30), con extensión **.tif**, fue extraído desde Aster G-DEM, este es obtenido a través de un radiómetro y sus propiedades están en latitud, longitud y hace referencia al geode WGS84/EGM96. Mediante este, representamos la distribución espacial del terreno de interés. Este modelo nos sirvió para la ejecución de vuelos a través del **DRON** en su modo “**Terrain Awareness**”, uno de los métodos de vuelo 3D que ofrece el sistema **PHANTOM 4RTK**.

El resultado es el polígono de vuelo, como se muestra a continuación:

Figura 9: Fotografía satelital vs polígonos área a levantar



Fuente: Google Earth

Con estas características se procede a definir los parámetros de vuelo razones se tiene el siguiente resumen con características del equipo fotogramétrico y del área de vuelo:

Tabla 1; Parámetros de vuelo

CARACTERISTICAS POLIGONOS DE VUELO	
CARACTERÍSTICAS DEL PLAN DE VUELO	
Sensor cámara	1" CMOS; 20 Mpixel
Tamaño de imagen	4096x2160
Fotografía	.JPEG
Obturador	Mecánico (8-1200 s)
GSD (Distancia de muestreo al suelo)	5.0 cm/pixel
Traslape longitudinal	70%
Traslape Transversal	50%
Tiempo de vuelo/misión	30 min. Aprox.
Velocidad ascenso	6 m/s
Velocidad descenso	3 m/s
Velocidad de ejecución de vuelo	7 m/s
Velocidad máxima	20 m/s
Altitud máx. de vuelo	6 000 m.s.n.m.
Altura de vuelo $*(H/36.5)$, para lograr GSD	182 m
GPS	GPS/GLONASS
Tasa de bits de video máx.	100 Mbps
Estabilización	3 ejes (cabeceo, alabeo, guiñada)

CARACTERÍSTICAS POLIGONOS DE VUELO	
CARACTERÍSTICAS DEL PLAN DE VUELO	
Resistencia máx. al viento	10 m/s
Modo de Vuelo	Terrain Awareness (terreno capturado)

Fuente: Manual usuario Phantom 4RTK – DJI

Con el planeamiento y parámetros definidos, se procedió a la determinación de las áreas de vuelo, con los criterios que se han propuesto en el estudio para la formulación del estudio y desarrollo de los planteamientos hidráulicos.

Área del proyecto - 1.- con un área de 5 Ha

Vuelo ejecutado el día 5 de julio del 2022 y el 8 de julio de 2022, siendo las condiciones climáticas como viento, luz solar favorables para despegue.

Los planes de vuelo se cargaron con estas áreas, haciendo un total de **5 Ha**, resumiendo que se han cumplido las previstas en los análisis de emplazamiento de la presa, Entre áreas de estructuras como presas y bocatoma.

Estas áreas cumplen con los previstos en las características del desarrollo del proyecto, asumiendo una topografía de alta calidad, con un muestreo de 0.50 m.

2.2.2 Ejecución y trabajos de campo

Para la ejecución del trabajo en campo se realizó lo siguiente:

2.2.2.1. Trabajos geodésicos

Se procedió al reconocimiento del terreno y se ubicaron **tres (03) puntos**, para trabajo básicos de ingeniería en áreas urbanas, rurales y de desarrollo urbano - rural, con un nivel de precisión en el orden no mayor de 10.00 mm (**Especificaciones para posicionamiento IGN**).

Fotografía 1. Puntos Geodésicos



Fuente: Consultor

Este punto geodésico está emplazado estratégicamente a lo largo de las futuras estructuras. A partir de este punto se enlazaron los distintos puntos de fotocontrol para el contraste, reoptimización y restitución fotogramétrica, control geodésico horizontal y vertical con el procedimiento como sigue:

- Se instaló el equipo diferencial en los puntos emplazados. Tomando los datos a través de la tecnología GNSS, en modo estático, con un gancho de altura de 0.36 m al centro de fase, y las alturas al centro de los hitos.
- Se visaron BM's para el enlace de control vertical y horizontal de las diversas obras propuestas en el proyecto, conectados para hacer el enlace visual y realizar las poligonales que demanda el proyecto. Ver anexo descripción monográfica de BM's.
- Se procedió a la señalización, lectura de puntos de foto control terrestre, que denotaron su ubicación para los trabajos de gabinete de la fotogrametría.

Se necesitan 03 puntos para rectificar el vuelo, en el presente trabajo se colocaron 03 GCP, que fueron procesados con el software **Leica Geo Office 8.4**.

2.2.2.2. Trabajos de fotogrametría

_Se realizó el levantamiento Fotogramétrico de **5 Ha**, para la obtención de productos digitales.

_Se procedió a la ejecución de vuelo en fases consecutivas distribuidas como sigue:

- **Vuelo en Área:** De fechas 21-10-2022, bajo condiciones climáticas favorables.

Toda el área de vuelo se ejecutó bajo condiciones de viento y luz solar aceptables para los parámetros del equipo y software de post procesamiento, logrando una calidad aceptablemente buena. Se procedió a la zona para el despegue, vuelos, aterrizajes, para la ejecución de la fotogrametría.

Fotografía 2 ejecución de vuelo fotogramétrico



Fuente: Consultor

Fotografía 3 ejecución de vuelo fotogramétrico



Fuente: Consultor

2.2.3 Trabajos de topografía con estación total

_Se realizó el levantamiento topográfico con estación total (ver cuadro N°01), para ello se visó 03 BMs, estos a su vez nos sirvieron como puntos de control.

_Para los Set de calibración, se usaron las coordenadas Geográficas y Topográficas de los puntos con el software **LEICA Geo Office 8.4**.

2.2.4 Trabajos de gabinete

Básicamente consistieron en dos frentes de trabajo.

- I. Con la información obtenida por el **GPS diferencial** por un lado para el control fotogramétrico se hicieron procesos como:

- Los datos se procesaron con el Software **LEICA Geo Office 8.4**, obteniéndose las posiciones y altimetría de los puntos de referencia BM's, en este caso se conocen como puntos de foto control.
- Los datos se verificaron en posición y en altimetría con el geoide **EGM-2008** para obtener la elevación geoidal y su respectiva altura ortométrica, para luego ser exportados a formato **.xls**.
- Estos datos se emplazarán en el software **PIX4D**, para el fotocontrol respectivo.

II. Con la información obtenida con el **DRON** se hicieron los siguientes procesos:

- Las fotos fueron procesadas por el software **PIX4D**, mismas que pasaron por un reoptimización con los puntos de control terrestres.
- Se obtuvieron productos como, nube de puntos, ortofoto.
- Con el software **Quick Terrain Modeler 8.1.0**, se procedió a la depuración de puntos.
- Se generaron productos como **MDT** (Modelo Digital de Elevaciones), **MDT** (Modelo Digital de Terreno), que generaron las curvas a nivel.

2.2.5 Post proceso gcp

Como se mencionó para este proceso se utilizará el software **Leica Geo Office 8.4**, que permite la descarga, visualización procesamiento y transferencia de los datos recolectados por el GPS diferencial.

Estos puntos de control hacen posible la operación entre la elevación elipsoidal y geoidal. Esta operación utiliza un modelo matemático, el “**Elipsoide**” y un modelo físico como el “**Geoide**”, para obtener la ondulación **geoidal**, y posteriormente la altura Ortométrica.

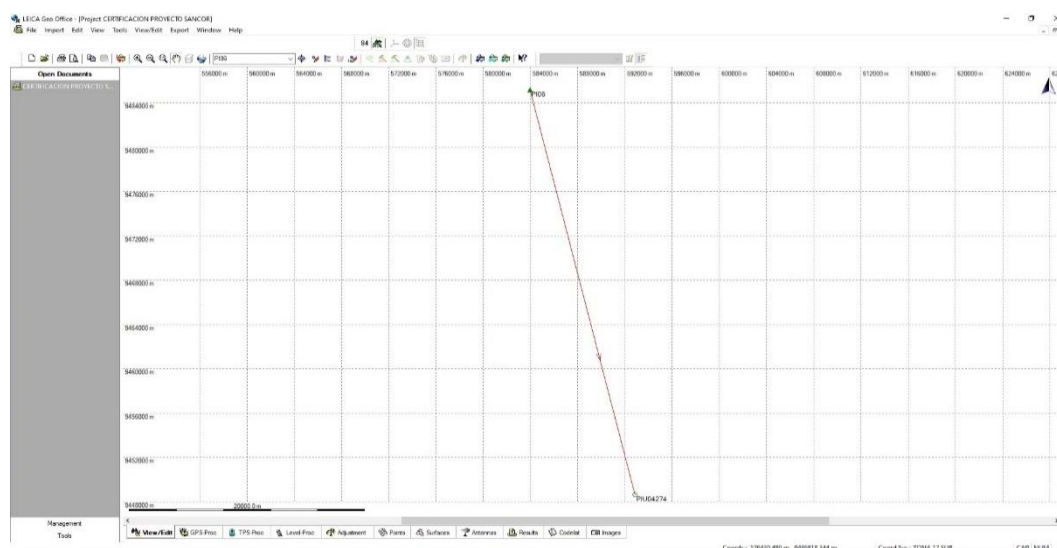
Criterios generales adoptados para la elección de los puntos

- Que sean representativos y que relacionen los distintos espacios de vuelo.
- Estar lo suficientemente alejados de edificios, árboles y todo tipo de obstáculos, ya que necesita una amplia visión del cielo para captar el mayor número de satélites posible. Como mínimo debe poderse recibir la señal de cuatro (04) satélites.

- Ser visibles entre si dos a dos, para la posible posterior utilización de métodos clásicos convencionales, ya que en topografía clásica se necesita disponer de dos puntos con coordenadas conocidas, uno para estacionar y otro para lanzar una visual que permita orientar el instrumento utilizado.

Con estas disposiciones se efectuó el procesamiento con el software. Enlazándose a la E.R.P. (Estación de Rastreo Permanente) **PI06**, ubicada en Las Lomas.

Figura 10: Post - proceso software LEICA Geo Office 8.4.



Fuente: Software Leica Geo Office

Obteniendo como resultado la siguiente tabla resumen y punto corregido.

Este punto se exportará en formato **.txt** al software **PIX4D**, para reoptimizar.

Tabla 2 *Puntos de Foto control Terrestre*

FC'S			
PUNTO	ESTE	NORTE	EGM-2008
FC-1	621709.9380	9251826.1975	17.200
FC-2	621701.1190	9251839.3933	17.300
FC-3	621712.7036	9251836.2634	17.143

Fuente: Elaboración propia

Estos puntos se exportarán en formato **.txt** al software **PIX4D**, para re optimizar.

2.2.6 Procesamiento y digitalización de información

2.2.6.1. Procesamiento en PIX4D

El software **PIX4D mapper** es un software específicamente especializado en fotogrametría cuyo principal objetivo es convertir imágenes en modelos 3D y productos como ortomosaicos 2D georreferenciados.

Para la creación de proyectos en este software es necesario un conjunto de imágenes tomadas de manera terrestre o aérea, según el proyecto, permitiendo un tratamiento de las mismas.

PIX4D puede procesar imágenes independientemente del tipo espectral de la cámara, y ofrece distintos modos para el tratamiento de imágenes.

Como resumen se obtuvieron los siguientes productos:

- Se obtuvo Ortofoto de una resolución de 5cm/píxel de terreno.
- Se obtuvo una nube de puntos con un total de 331 055 658 puntos clasificados según la “**American Society for Photogrammetry and Remote Sensing**” (ASPRS) Sociedad Estadounidense de Fotogrametría y teledetección.
- Se obtuvo primero un MDE, luego el MDT, que sirvió para generar las curvas a nivel.
- Se obtuvieron planos altimétricos con curvas a nivel cada 0.10 m de equidistancia.

Fases de procesamiento de PIX4D mapper

- En esta primera fase PIX4D mapper realiza una triangulación aérea que le permite buscar coincidencias de las fotografías, para luego formar emparejamientos y generar puntos de paso.
- Como segunda fase el procesamiento consiste en la densificación de la nube de puntos generada, en este paso es donde se **CALIBRA** con los puntos de control terrestre y además en este paso se puede clasificar puntos entre terreno y objetos, según las dimensiones de cada conjunto de puntos.
- Posterior a la segunda fase se genera el ortomosaico, que es una composición de imágenes a las que fueron sometidas todas las correcciones geométricas.

Figura 11: interface de inicio PIX4D mapper



Fuente: Pix4D mapper

2.2.6.2. CREACION DEL PROYECTO EN PIX4D MAPPER

El inicio del procesamiento de las imágenes en el programa está marcado por la creación de un nuevo proyecto.

Figura 12: Asistente para la creación de proyectos Pix4Dmapper.

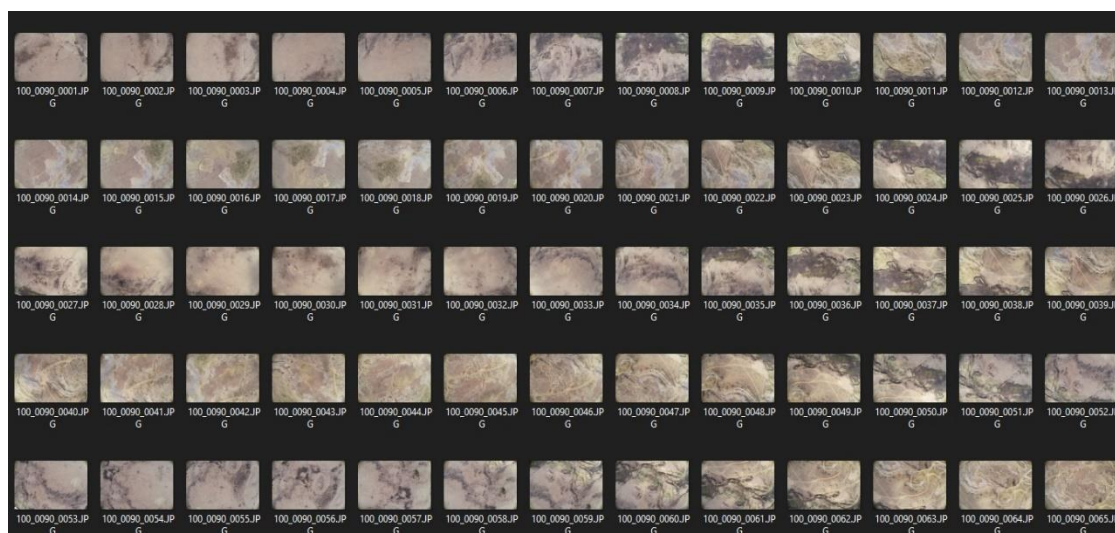
 The screenshot shows the 'Nuevo Proyecto' dialog box. It contains the following elements:

- Title: 'Nuevo Proyecto' with a close button (X).
- Instruction: 'Este asistente crea un nuevo proyecto. Seleccione un nombre, una carpeta de destino y un tipo para su nuevo proyecto.'
- Form fields:
 - 'Nombre:' with an empty text input field.
 - 'Crear En:' with a text input field containing 'C:/Users/User/Documents/pix4d' and a 'Navegar...' button.
- Checkbox: 'Usar como Ubicación del Proyecto por Defecto' (unchecked).
- Section: 'Tipo de Proyecto' with two radio button options:
 - 'Nuevo Proyecto' (selected).
 - 'Proyecto Fusionado a partir de Proyectos Existentes'.
- Footer: 'Ayuda' button, '< Atrás' button, 'Siguiente >' button, and 'Cancelar' button.

Fuente: Elaboración propia

Una vez asignado el nombre a nuestro proyecto, se procede a seleccionar las imágenes que serán procesadas, para ellos tenemos dos opciones: de forma individual o por ficheros. En nuestro caso será por ficheros.

Figura 13: Selección de imágenes para agregar a nuestro proyecto.



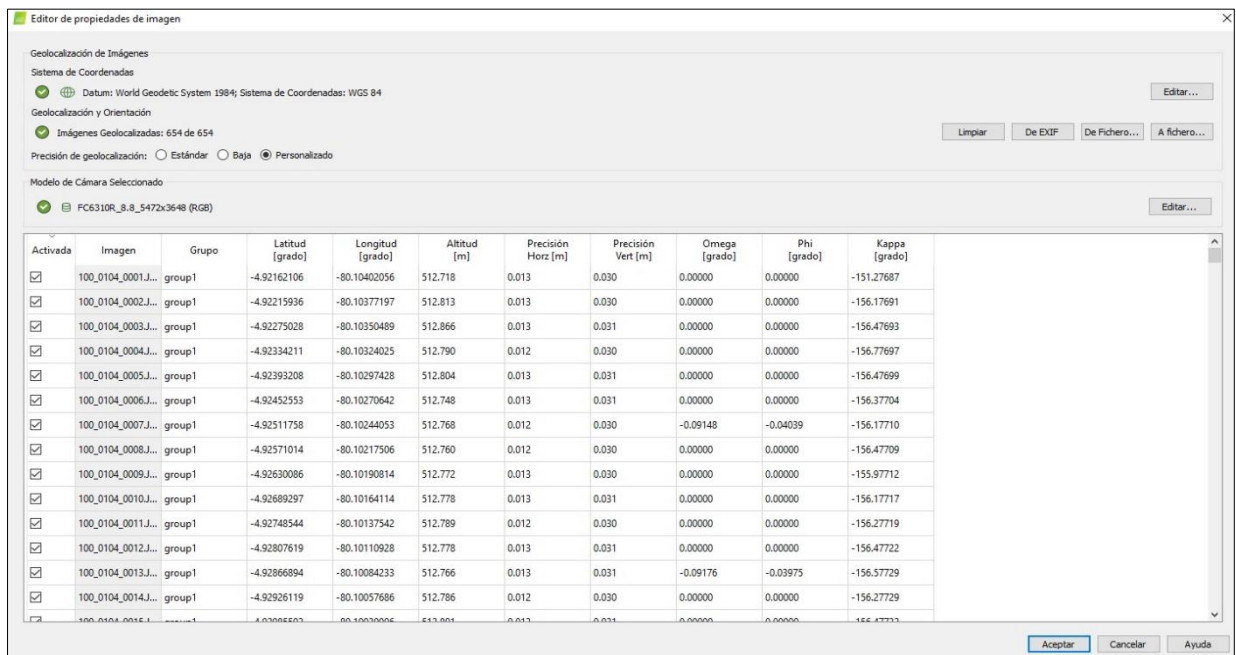
Fuente: Elaboración propia

Una vez completado este paso, el software lee la información EXIF, que es un archivo estándar creado para almacenar metadatos de las fotos hechas con cámaras digitales. Lee esta información y de cada una registra su geolocalización.

El software también identifica el sistema de coordenadas en el que fue registrada la localización de las fotografías. Cada imagen es procesada y está supeditada a 1 nivel de precisión de su localización y es posible seleccionar el nivel de precisión con el que el software estimará para cada una de ellas.

Terminado este proceso y verificado el sistema de coordenadas de la localización de las imágenes, el nivel de precisión de la localización y selección de cámara se procede a seleccionar el sistema de coordenadas de los archivos de salida y las unidades de medida respectivas del proyecto.

Figura 14: Propiedades de localización de las imágenes de nuestro proyecto.

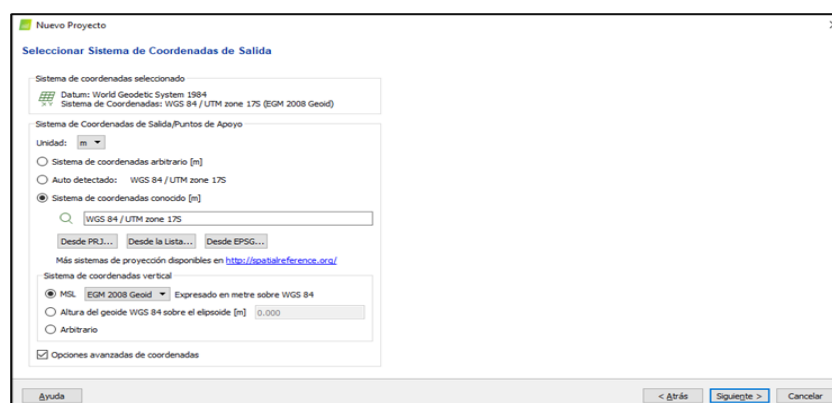


Fuente: Pix4D mapper

El software extrae toda la información geodésica, y evidentemente arroja datos elipsoidales principalmente alturas elipsoidales. Estas alturas importantes en nuestro modelo no serán utilizadas en fases posteriores, por lo que tiene que ser convertidas a alturas geoidales.

Pix4D mapper permite cargar un modelo geoidal para hacer la conversión de alturas, en nuestro caso utilizaremos el modelo **EGM 2008 Geoid**, produciéndose una nube de puntos densa con altura ortométrica. Para ello en la pantalla iremos a opciones avanzadas de coordenadas, permitiéndonos cargar dicho modelo de geoid.

Figura 15: Coordenadas de salida con altura ortométrica, usando el EGM 2008 Geoid.

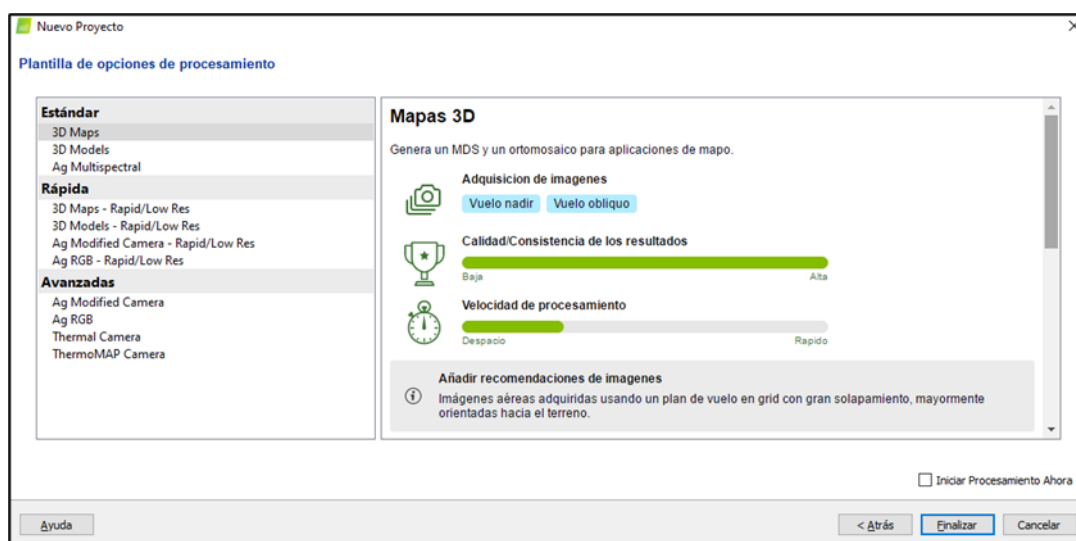


Fuente: Pix4D mapper

De esta manera el sistema de coordenadas queda definido por la localización de las fotografías en su base de datos como **WGS84 / UTM Zone 17S**, proyección UTM para la zona 17 Sur, que usa el elipsoide WGS84 como modelo base.

Posterior a la selección de sistema de coordenadas de salida del proyecto y unidades de medición, el software requerirá una plantilla para generar las fotografías. Pix4D mapper por proporciona distintas plantillas que se adaptan a los distintos proyectos.

Figura 16: Opciones de procesamiento en modo 3D maps.



Fuente: Pix4D mapper

2.2.6.3. PROCESAMIENTO INICIAL

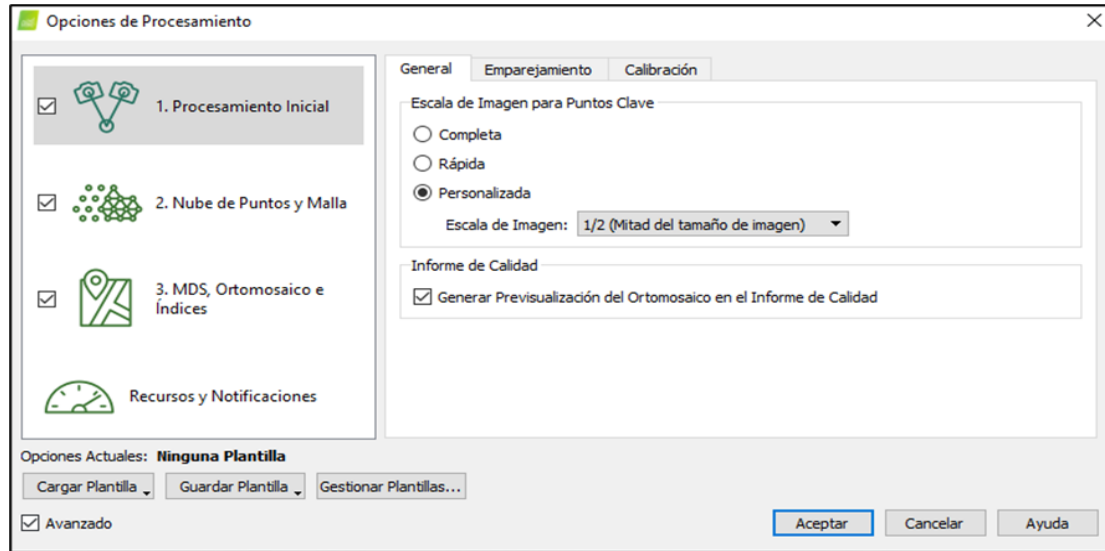
Como se ha descrito para la primera etapa el procesamiento del proyecto Pix4D mapper busca coincidencias entre las fotografías para la creación de puntos de paso (puntos de amarre o Tie Points), estos permiten la generación de una nube de puntos. El software integra la información de la geolocalización interna de todas las fotografías y de los puntos de control añadidos, para realizar la triangulación aérea que definirá la posición de estos puntos de amarre.

Las opciones de procesamiento para la etapa inicial del proyecto son configuradas en tres pestañas.

- En la configuración general de esta etapa se estableció el uso de la escala de imagen de los keypoints a 1/2 (un medio del tamaño de la imagen), ideal para grandes proyectos con alto porcentaje de traslape. Una escala de 1/2 se puede utilizar para acelerar el procesamiento ya que, por lo general da como resultado una precisión

ligeramente reducida, pues procesar a escala completa no produce resultados con una diferencia de precisión significativa.

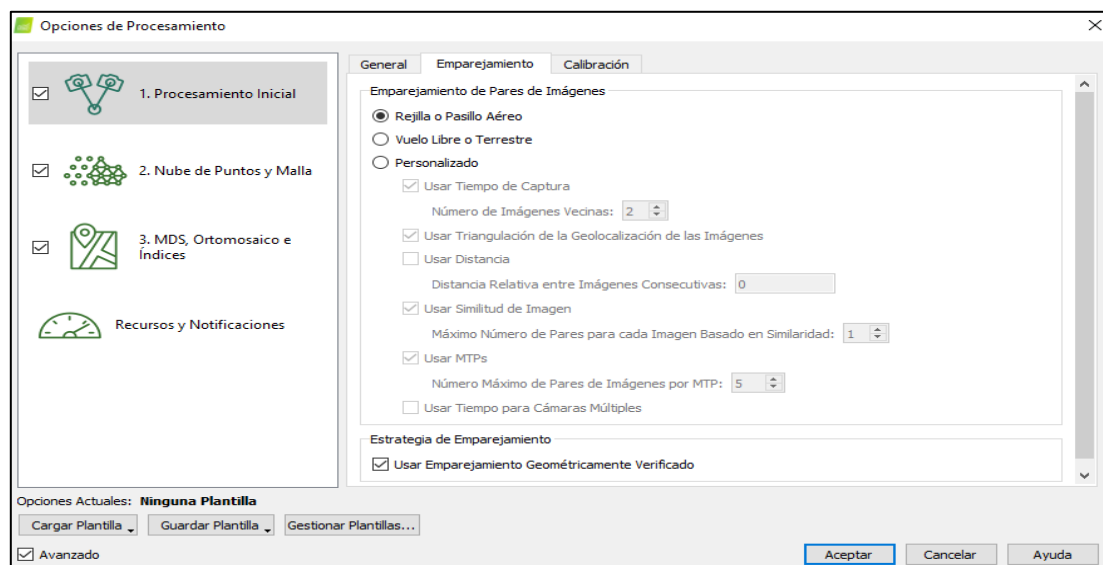
Figura 17: Opciones de procesamiento inicial general.



Fuente: Pix4D mapper

- En la segunda pestaña, para la búsqueda de coincidencias entre pares de imágenes se selecciona la opción de rejilla o pasillo aéreo, que optimiza el pareo de imágenes en este tipo de proyectos. Se activa la opción de pareo geoméricamente verificado, una opción que hace que el procesamiento sea más lento, pero con mejores resultados, ya que se tienen en cuenta las posiciones relativas de la cámara para descartar coincidencias poco realistas geoméricamente.

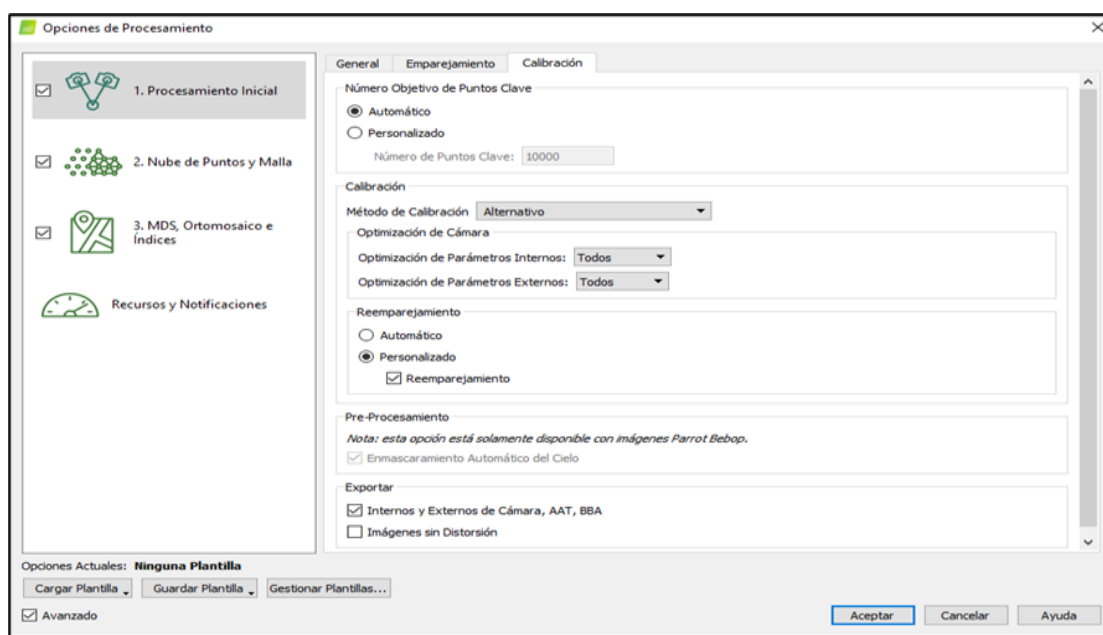
Figura 18: Opciones de emparejamiento inicial general.



Fuente: Pix4D mapper

- En la tercera pestaña se configuran las opciones de calibración de las cámaras. Una imagen calibrada es aquella que tiene suficientes puntos clave (keypoints) que son emparejados de forma precisa con otras imágenes del proyecto. Cada coincidencia de puntos entre al menos dos imágenes permite la generación de un punto 3D.
- Se configura el número Objetivo de puntos clave (keypoints) en automático, esto permite que el programa seleccione de manera automática el número de keypoints que serán extraídos. El método de calibración seleccionado para este proyecto es el alternativo, una opción optimizada para imágenes aéreas nadir con geolocalización exacta, bajo contenido de textura y de terreno relativamente plano, como campos.
- El proyecto es configurado para optimizar todos los parámetros internos de la cámara, pues las cámaras pequeñas, como las que se utilizan con vehículos aéreos no tripulados, son mucho más sensibles a la temperatura o vibraciones, que afecta a la calibración de la cámara. También se configura para la optimización de todos los parámetros externos de la cámara, para optimizar la rotación y la posición de ésta.
- Activar la opción de volver a emparejar permite al usuario añadir más coincidencias al finalizar la primera parte de la etapa de procesamiento inicial, que por lo general mejora la calidad de la reconstrucción.

Figura 19: Opciones de calibración inicial general.



Fuente: Pix4D mapper

2.2.6.4. Importación de puntos de control terrestres (gcp) y reoptimización de proceso inicial

Gestor de importación de puntos de control

Terminado el procesamiento inicial, procedimos a importar los puntos de control terrestres de la tabla 2, en el gestor de puntos de control del Pix4D mapper, como se muestra en la imagen siguiente:

Figura 20: Gestor de importación de puntos de control.

	Etiqueta	Tipo	X [m]	Y [m]	Z [m]	Precisión Horz [m]	Precisión Vert [m]
12	PC1	3D punto de apoyo	636527.134	8321583.246	3514.056	0.020	0.020
13	PC2	3D punto de apoyo	636528.076	8321616.888	3513.995	0.020	0.020
14	PC3	3D punto de apoyo	636495.069	8321559.122	3509.137	0.020	0.020
13	PC4	3D punto de apoyo	636454.446	8321612.657	3495.353	0.020	0.020
7	PC5	3D punto de apoyo	636290.276	8321623.638	3483.032	0.020	0.020
19	PC6	3D punto de apoyo	636596.081	8321575.876	3504.090	0.020	0.020

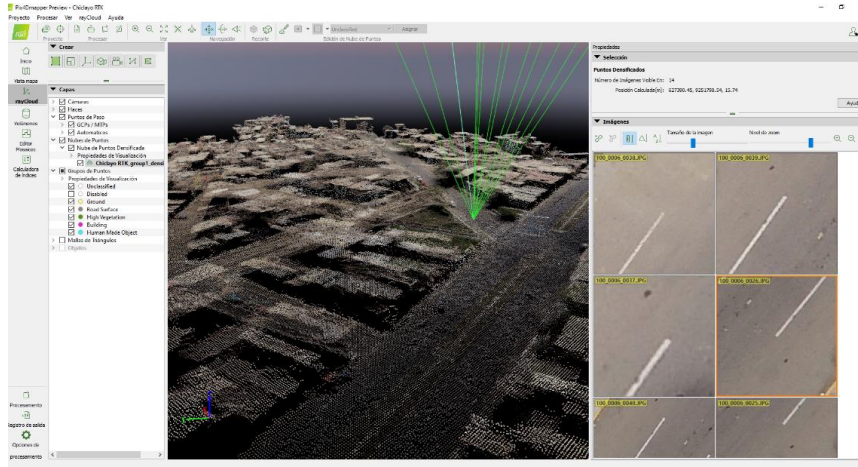
Fuente: Pix4D mapper

Al aceptar esta importación los puntos se visualizaron junto con la nube de puntos dispersa.

Reoptimización de nube de puntos dispersa

Con los datos importados, procedimos a cada uno de ellos y corregimos las fotos a las que tienen en común.

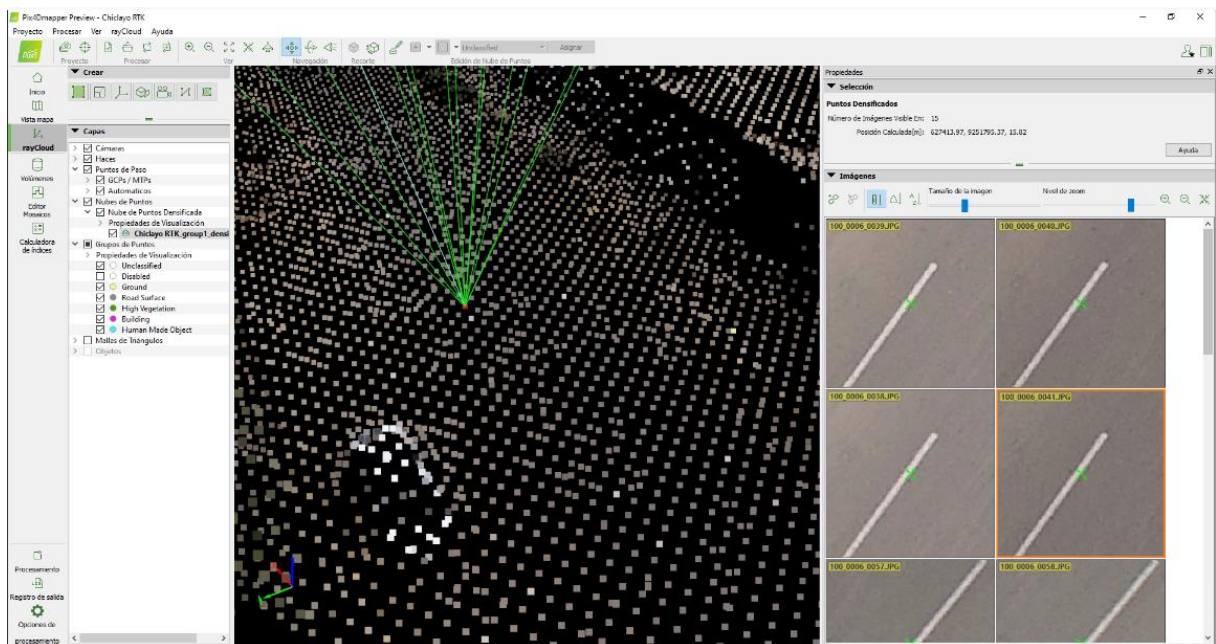
Figura 21: Corrección y reoptimización de nube de puntos.



Fuente: Pix4D mapper

Una vez terminado este proceso, seleccionamos reoptimización, el programa ejecutara y tendremos la nube de puntos dispersa y puntos de paso corregidos.

Figura 22: Reoptimización de nube de puntos.



Fuente: Pix4D mapper

2.2.6.5. NUBE DE PUNTOS Y MALLA

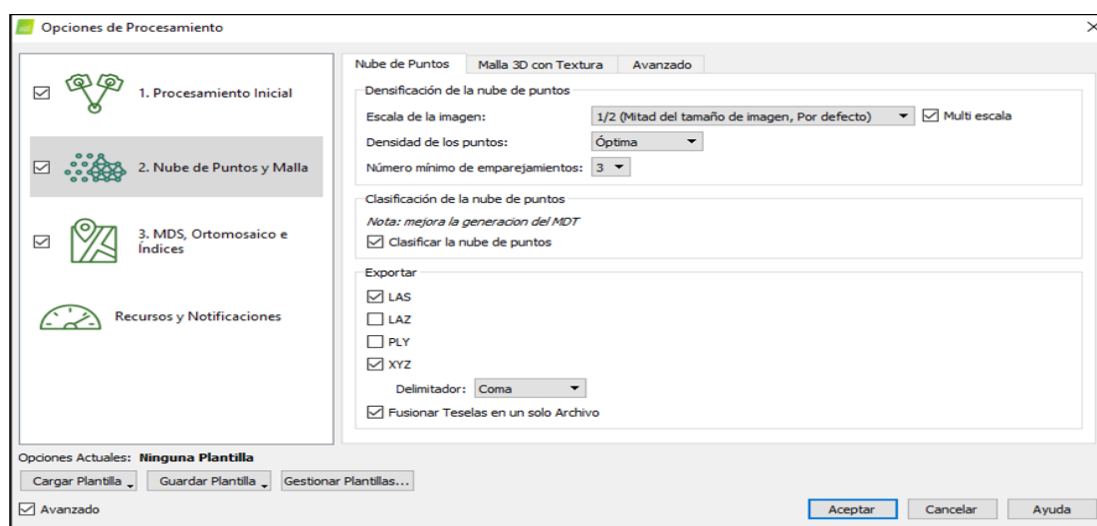
Este paso consiste en la densificación de la nube de puntos. Para este paso es considerada la escala de imagen, densidad de puntos deseada y la cantidad de coincidencias entre las fotografías para que un punto se agregue a la nube.

- La escala utilizada para el proyecto es 1/2 del tamaño de la imagen. En este caso la mitad del tamaño de las imágenes es utilizada para calcular puntos 3D adicionales.

También se configuró la plantilla del proyecto para utilizar una escala múltiple, cuando se activa esta opción, los puntos 3D adicionales se calculan en múltiples escalas de imagen, empezando con la escala de imagen elegida (1/2) hasta llegar a escala de 1/8 (un octavo del tamaño de la imagen). Al estar seleccionada la escala a un medio, los puntos 3D adicionales de este proyecto se calculan en imágenes con la mitad, un cuarto y un octavo del tamaño de la imagen. Esto es útil para el cálculo de puntos 3D adicionales en las áreas de vegetación, así como mantener los detalles en áreas sin vegetación.

- La densidad de la nube de puntos fue configurada para el nivel óptimo. En este nivel un punto 3D se calcula para cada (4 / Escala de la imagen) píxeles. Para este proyecto, con escala de un medio del tamaño de la imagen, un punto 3D se calcula para cada $4 / (0.5) = 8$ píxeles de la imagen original.
- El número mínimo de coincidencias entre fotos representa la cantidad mínima de reproyecciones válidas por cada punto 3D a las imágenes. Para este proyecto fue definido 3 como valor mínimo.
- Los formatos de salida elegidos para exportar la nube de puntos densificada son el formato LAS y el XYZ delimitado por comas.

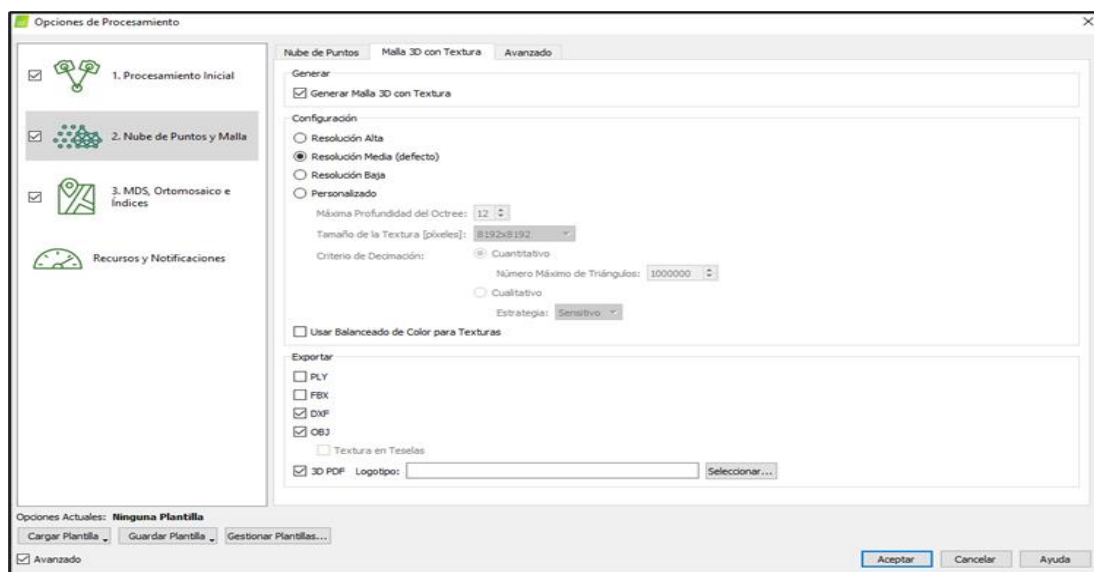
Figura 23: Opciones de procesamiento de nube de puntos.



Fuente: Pix4D mapper

- La segunda pestaña a configurar nos permite elegir si se hará la creación de la malla 3D texturizada. Los formatos de salida seleccionados para exportar la malla 3D texturizada son FBX, DXF, OBJ y PDF 3D.

Figura 24: Opciones de procesamiento de nube de puntos.

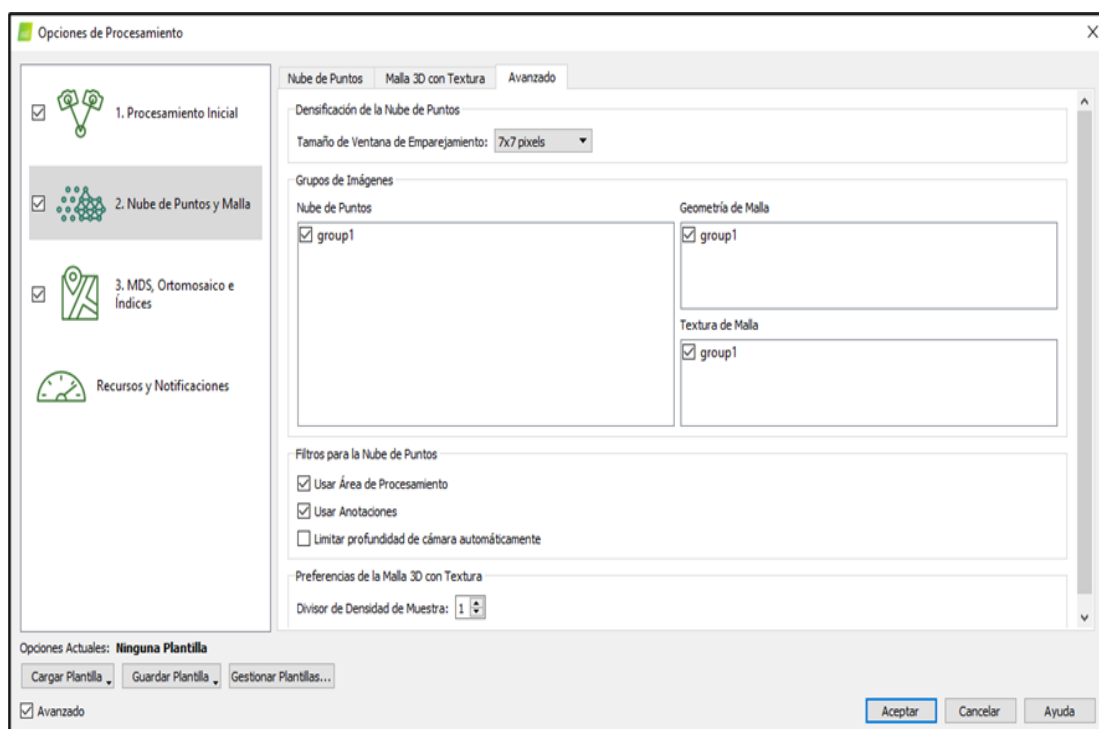


Fuente: Pix4D mapper

- La opción avanzada para la configuración de esta etapa nos permite elegir el tamaño de la ventana de emparejamiento, en este caso de 7x7 pixeles; también permite elegir qué grupos de imágenes serán considerados para la densificación de la nube de puntos, además de la geometría y textura de la malla.
- En este proyecto se cuenta con un único grupo de imágenes (group1) que será incluido en todo el procesamiento.

- Una posibilidad que ofrecen las opciones avanzadas es activar el uso de filtros para la densificación de la nube de puntos, como el uso de un área de procesamiento preestablecida, que limita el área a considerar en el procesamiento, permitiendo acortar el tiempo de la densificación y creación de la malla, además de omitir contenido no deseado. Otro filtro es el uso de anotaciones, para imágenes que tienen contenido que no desea ser incluido en la nube de puntos.
- Finalmente, en las preferencias de la malla 3D con textura, configuramos el valor del divisor de la densidad de muestra y el número de triángulos por hoja. El primer valor va de 1 (por defecto) a 5 y su aumento crea más triángulos en regiones con una menor densidad de puntos.

Figura 25: Opciones de procesamiento avanzado de nube de puntos.



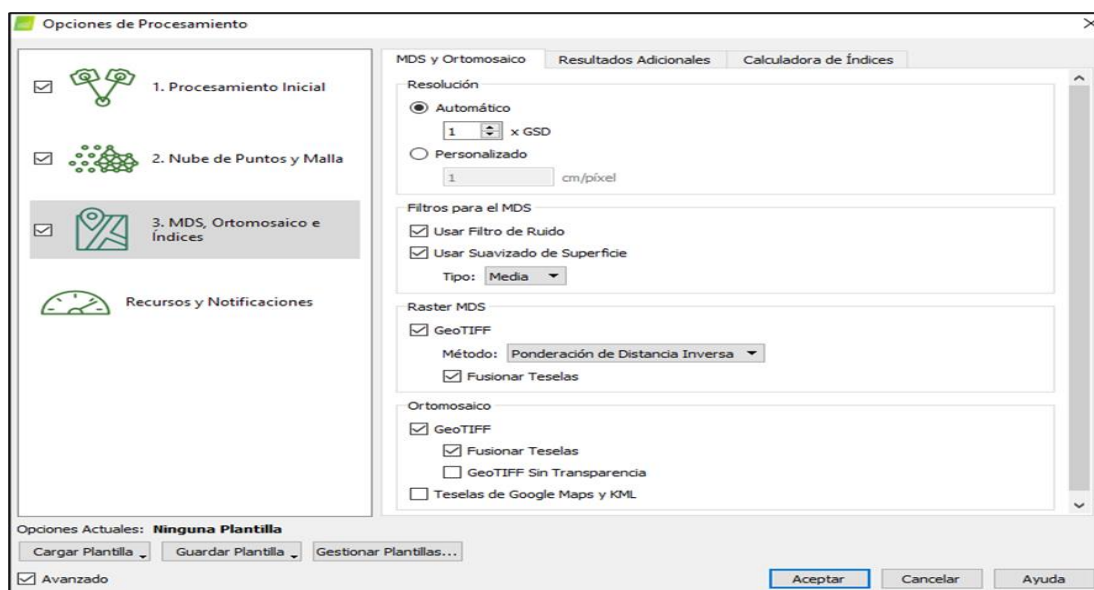
Fuente: Pix4D mapper

2.2.6.6. MDS, Ortomosaico e Índices

Esta última etapa del proceso genera el modelo digital de superficie en los distintos formatos que requiera el proyecto.

- La pestaña MDS y Ortomosaico nos permite configurar las salidas del modelo digital de superficie y el ortomosaico. La resolución asignada a nuestro proyecto es el GSD.
- El uso de filtros para el MDS mejora la calidad visual del modelo. La generación de la nube de puntos puede conducir a puntos ruidosos y erróneos, el filtrado de ruido corrige la altitud de estos puntos con la altitud media de los puntos vecinos.
- Esta superficie puede contener áreas con pequeñas protuberancias erróneas. El suavizado de superficie corrige estas áreas mediante el aplanamiento de ellos.
- **GeoTIFF (activado por defecto):** Guarda el MDS como un archivo GeoTIFF. Para la mayoría de los proyectos el MDS se divide en varias teselas y se genera un archivo GeoTIFF por tesela.

Figura 26: Opciones de procesamiento avanzado de nube de puntos.



Fuente: Pix4D mapper

Las pestañas de resultados adicionales y calculadora de índices no fueron utilizadas en nuestro procesamiento, en virtud de que los puntos ya los tenemos generados en paso número dos del procesamiento en la generación de nube de puntos y malla y las curvas a nivel serán generadas con un software complementario para la depuración de objetos de la nube de puntos como el Quick Terrain modeler.

2.2.6.7. PROCESAMIENTO EN QUICK TERRAIN MODELER

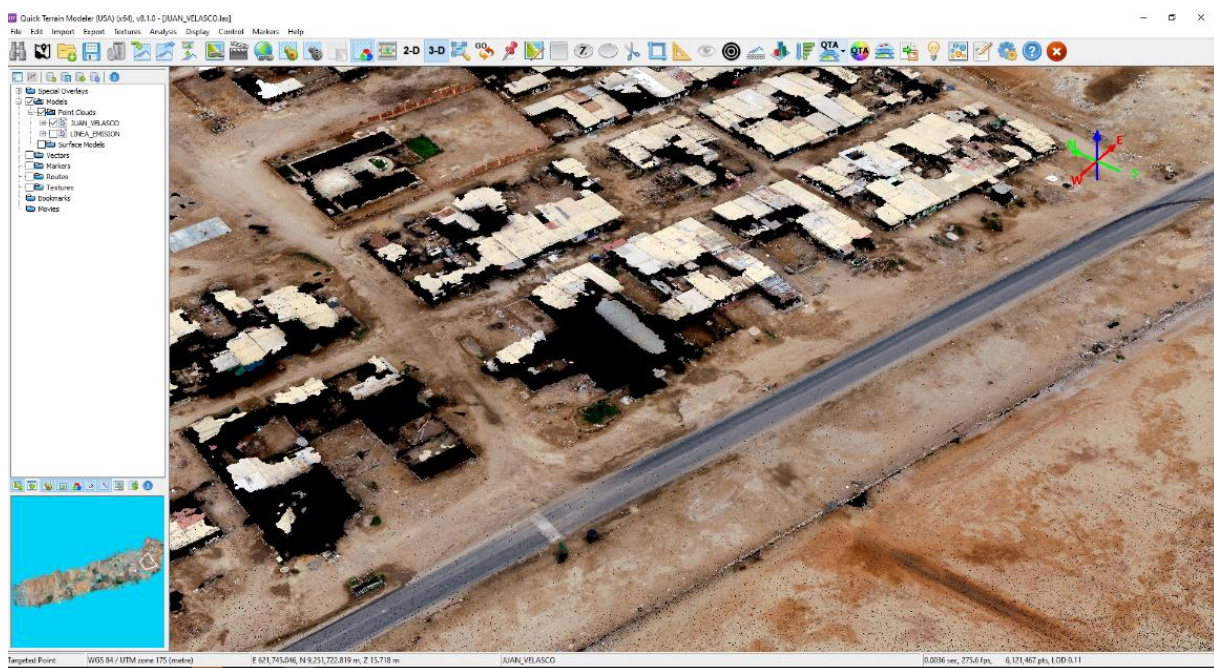
Quick Terrain Modeler es un software de visualización de terreno y nube de puntos 3D, diseñado para actuar a diversas fuentes de datos.

Proporciona un manejo simplificado que permite trabajar con una gran cantidad mayor de datos, analizarlos rápidamente y exportar una gran variedad de productos.

FASES DE PROCESAMIENTO EN QUICK TERRAIN MODELER V8.1.0

- Como primero paso abrimos la nube de puntos densa desde Quick, ubicándonos en los ficheros creados por Pix4D. Se mostrará la carpeta creada donde están almacenados e importamos.

Figura 27: Nube de puntos en Quick terrain modeler

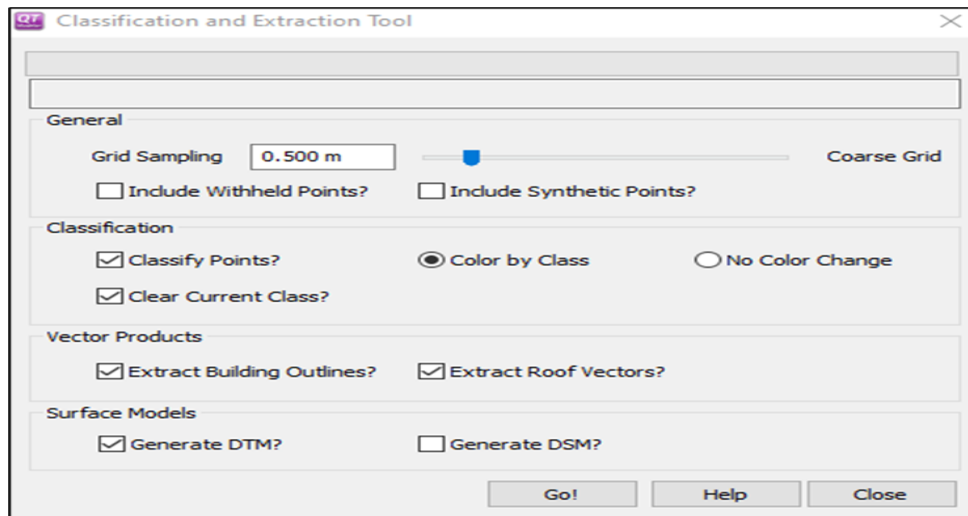


Fuente: Quick Terrain Modeler

En la paleta de herramientas seleccionamos herramientas de clasificación y extracción (classification and extraction tool). Comprende distintas selecciones que nos permitirán de manera objetiva extraer puntos solo del terreno.

- Grid Sampling o muestreo de grilla, Este valor de muestreo será usado para calcular e identificar los puntos de terreno en la nube de puntos. Este definirá el espacio de grilla para el DTM exportado.
- La opción de Incluye Whiteheld Points (inclusión de puntos retenidos) e Include Synthetic Points (inclusión de puntos sintéticos), les permitirá a los algoritmos del software ignorar o aceptar aquellos puntos que no contengan características de identificación, es decir que pertenezcan a elementos ajenos al terreno como: estructuras, vías, elementos eléctricos, elementos hídricos, etc.
- La opción Classify Points (clasificación de puntos) nos permitió aplicar el valor de clasificación a la nube de puntos cargados. Las 4 clasificaciones para el Quick terrain modeler usando los estándares **American Society for Photogrammetry and Remote Sensing** (ASPRS) Sociedad Estadounidense de Fotogrametría y teledetección son:
 - 0 = sin clasificación
 - 2 = Terreno
 - 3 = Vegetación baja
 - 6 = Estructuras
- La opción Clear Current Class (borrar clasificación actual), permite borrar cualquier clasificación de valores adscritos a los puntos originales y les da un nuevo valor de clasificación.
- La opción Color By Class/No Color Change, nos permitió escoger el color por clasificación en los resultados una vez finalizado el proceso o lo contrario.
- Quick terrain modeler puede generar productos vectores, estos son los Building Outlines y Building roof Vectors; los primeros son la marca de la estructura, que puede ser contenida en un solo vector. Los segundos son las bases de las estructuras. Ambos fueron utilizados para eliminar objetos como árboles, torres eléctricas y otros que no fueron de terreno.
- Surfaces models (modelos de superficie), estas opciones son el producto de la ejecución de analizar la nube de puntos. La creación de modelos digitales que son la representación de la superficie de terreno.

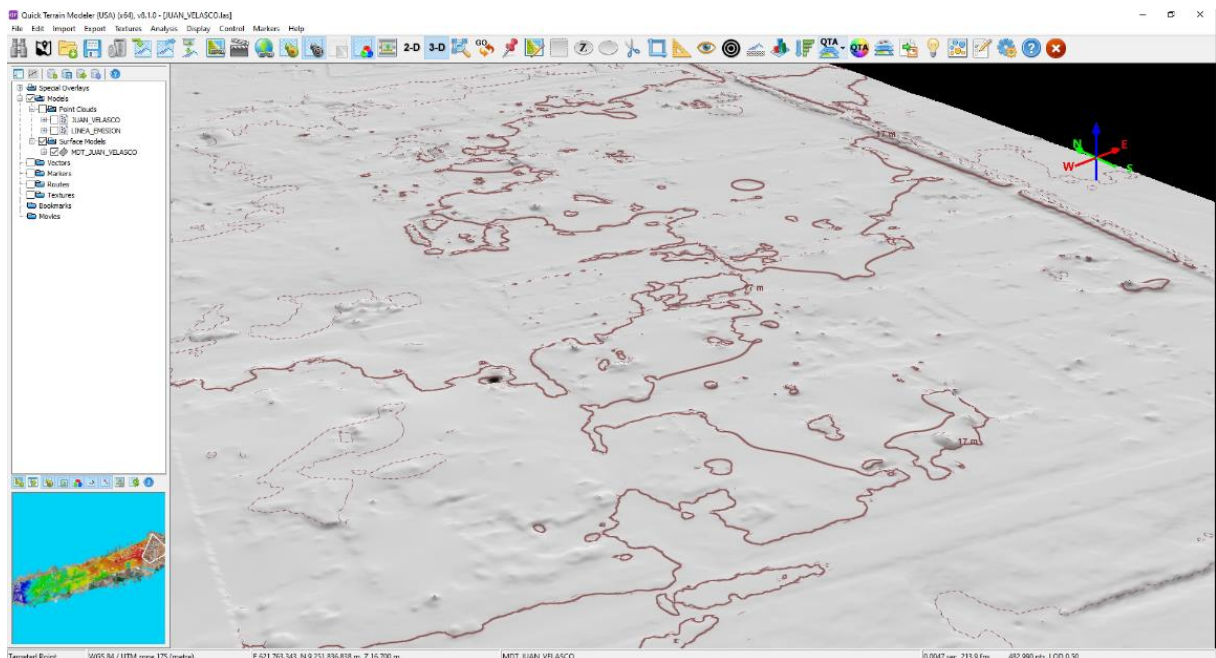
Figura 28: Herramientas de clasificación y extracción.



Fuente: Quick Terrain Modeler

Con este procesamiento y clasificación de nube de puntos se obtuvo el DTM del proyecto.

Figura 29: DTM y Curvas a nivel – Productos finales.



Fuente: Quick Terrain Modeler

2.2.6.8. PROCESAMIENTO DE DATOS ESTACION TOTAL.

Los datos de campo tomados se procesaron con ayuda de software AutoCAD Civil 3D adecuado, para representar el terreno mediante curvas de nivel, como se obtuvieron dos superficies uno fotogramétrico y otra con puntos topográficos con estación total, estas dos superficies se unieron con ayuda del software AutoCAD Civil 3D considerando todos los detalles de los elementos que afecten al proyecto (canal, carretera, casas, pozas, entre otros).

Con toda la información consolidada se elaboraron planos en planta y perfil abarcando toda la zona de estudio debidamente delimitada, en donde se puede apreciar toda la información relevante que ha sido obtenida en esta etapa del estudio, para ello se detalla los puntos BMs como puntos de control vertical.

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

- Al utilizar la técnica de fotogrametría se puede obtener información topográfica del terreno, facilitando diversificar actividades en la creación de información digital.
- Esta técnica nos permite manejar información considerable para la elaboración de cartografía, sistemas de información geográfica, modelamientos hidráulicos u otra índole de proyecto donde se requiera la aplicación de este método.
- Bajo este procedimiento se acortan los tiempos considerablemente, en la obtención de datos y constituye una herramienta muy versátil en el trabajo de campo comparándolo con otros procedimientos de levantamientos topográficos.
- La obtención de buenos productos cartográficos, parte con la idea que se planeó el vuelo, teniendo consideraciones de topografía, campos visuales tales como: vegetación, estructuras, cuerpos de agua, etc.
- El nivel de precisión de los resultados está relacionado con la distancia de muestreo al suelo GSD, para nuestro proyecto fue de 5 cm/pixel.
- Esta información se apoya en los puntos de control terrestre, en nuestro caso utilizamos GPS diferencial, que se convierte en un complemento de esta técnica.
- Se levantó un total de 5 Ha.

3.2. Recomendaciones

- Para tipos de levantamiento fotogramétrico es necesario el apoyo directo de un levantamiento terrestre como el de los puntos de control, para mejorar la precisión. En proyectos muy pequeños basta con 03 puntos de control y para otros no menos de 05. Evidentemente esto dependerá del criterio del profesional.
- Se recomienda replantear el primer resultado con los puntos de control terrestre, de esta manera aumentamos la precisión ya que en el procesamiento el software podría tardar para encontrar coincidencias entre fotografías.
- Se recomienda tener condiciones óptimas de clima y considerar la inclinación de los rayos solares ya que al estar perpendiculares las sombras son mínimas.
- Se recomienda aplicar las diferencias elipsoidales con las geoidales, estos conceptos geodésicos simplifican las actividades y facilitan las lecturas en los procedimientos.

ANEXO N°05:
ESTUDIO DE
POBLACIÓN

ÍNDICE

Generalidades	151
Ubicación de localidad	151
Memoria de cálculo	151
Tasa de crecimiento distrital.....	151
Método de Interés Simple.....	151
Método de Interés Compuesto.....	154
Método Parábola de Segundo Grado.....	156
Método Progresión Aritmética	160
Selección del Modelo de Crecimiento Poblacional.....	162
Lotes según plano topográfico	164
Proyección poblacional	164
Conclusiones.....	166

Generalidades

Ubicación de localidad

Departamento: LAMBAYEQUE

Provincia: CHICLAYO

Distrito: PIMENTEL

Imagen 1. P.J Juan Velasco Alvarado



Fuente: Google Earth

Memoria de cálculo

Tasa de crecimiento distrital

Método de Interés Simple

Imagen 2. Población según últimos censos

CENSO (Año)	POBLACION (Habitantes)
1,981	16,850
1,993	18,524
2,007	32,346
2,017	44,602

Fuente: INEI

Ecuación:

$$P_f = P_o (1 + r t)$$

- Combinaciones con dos censos:

$$1,981 \quad 1,993 \quad \implies r_1 = 0.83\%$$

1,981	2,007	==== >	r2 =	3.54%
1,981	2,017	==== >	r3 =	4.58%
1,993	2,007	==== >	r4 =	5.33%
1,993	2,017	==== >	r5 =	5.87%
2,007	2,017	==== >	r6 =	3.79%

- Combinaciones de tres censos:

1,981	1,993	2,007	==== >	r7 =	3.25%
1,981	1,993	2,017	==== >	r8 =	4.19%
1,981	2,007	2,017	==== >	r9 =	3.61%
1,993	2,007	2,017	==== >	r10 =	4.69%

- Combinación con cuatro censos:

1,981	1,993	2,007	2,017	==== >	r11 =	3.40%
-------	-------	-------	-------	--------	-------	-------

Aplicando mínimos cuadrados:

$$Y = A + B * X$$

$$\Delta = (Y - A - B * X) ^ 2$$

$$\Delta' B = 2 * \Sigma (Y - A - B * X) * (-X)$$

$$B = (\Sigma X * Y - A * \Sigma X) / \Sigma X^2$$

$$A = 44,602$$

Año Censal	X (años)	Y (hab)	X*Y	X^2
1,981	-36	16,850	-606600	1,296
1,993	-24	18,524	-444576	576
2,007	-10	32,346	-323460	100
2,017	0	44,602	0	0
	$-\Sigma = 70$		$-\Sigma = 1374636$	$\Sigma = 1972$

$$B = 886.158$$

$$r12 = 1.99\%$$

Comportamiento histórico de las ecuaciones:

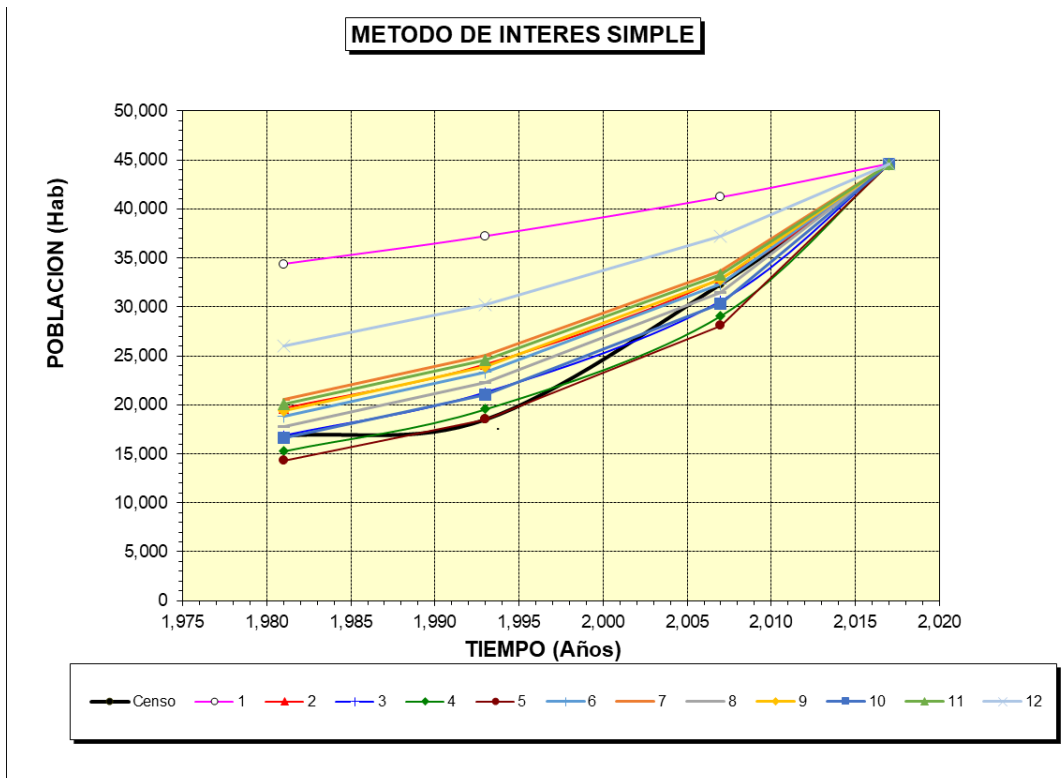
Curva	Tasa	1,981	1,993	2,007	2,017	Sumatoria	Diferencia
Censo		16,850	18,524	32,346	44,602	112,322	---
1	0.83%	34,360	37,208	41,191	44,602	157,361	45,039
2	3.54%	19,619	24,123	32,947	44,602	121,291	8,969
3	4.58%	16,850	21,259	30,601	44,602	113,312	990
4	5.33%	15,281	19,569	29,095	44,602	108,547	3,775
5	5.87%	14,333	18,524	28,112	44,602	105,571	6,751
6	3.79%	18,866	23,359	32,346	44,602	119,173	6,851
7	3.25%	20,547	25,050	33,656	44,602	123,855	11,533
8	4.19%	17,789	22,248	31,439	44,602	116,078	3,756
9	3.61%	19,404	23,906	32,778	44,602	120,690	8,368
10	4.69%	16,595	20,988	30,366	44,602	112,551	229
11	3.40%	20,051	24,556	33,282	44,602	122,491	10,169
12	1.99%	26,003	30,201	37,209	44,602	138,015	25,693

Curva seleccionada:

Po: 44,602 habitantes

r: 4.69%

Imagen 3. Gráfica M. Interés Simple



Fuente: Elaboración propia

Método de Interés Compuesto

Imagen 4. Población según últimos censos

CENSO (Año)	POBLACION (Habitantes)
1,981	16,850
1,993	18,524
2,007	32,346
2,017	44,602

Fuente: INEI

Ecuación:

$$Pf = Po(1 + r)^t$$

- Combinaciones con dos censos:

$$1,981 \quad 1,993 \quad \text{====} > r1 = 0.79\%$$

$$1,981 \quad 2,007 \quad \text{====} > r2 = 2.54\%$$

$$1,981 \quad 2,017 \quad \text{====} > r3 = 2.74\%$$

$$1,993 \quad 2,007 \quad \text{====} > r4 = 4.06\%$$

$$1,993 \quad 2,017 \quad \text{====} > r5 = 3.73\%$$

$$2,007 \quad 2,017 \quad \text{====} > r6 = 3.27\%$$

- Combinaciones con tres censos:

$$1,981 \quad 1,993 \quad 2,007 \quad \text{====} > r7 = 1.91\%$$

$$1,981 \quad 1,993 \quad 2,017 \quad \text{====} > r8 = 2.23\%$$

$$1,981 \quad 2,007 \quad 2,017 \quad \text{====} > r9 = 2.72\%$$

$$1,993 \quad 2,007 \quad 2,017 \quad \text{====} > r10 = 3.71\%$$

- Combinaciones con cuatro censos:

$$1,981 \quad 1,993 \quad 2,007 \quad 2,017 \quad \text{====} > r11 = 3.06\%$$

Aplicando mínimos cuadrados:

$$\log Pf = \log Po + t \log (1 + r)$$

$$B = (\Sigma X*Y - A * \Sigma X) / (\Sigma X^2)$$

$$10 ^ B - 1 = r$$

Año Censal	X (años)	Y= log Pf	X*Y	X^2
1,981	-36	4.23	-152.1575966	1,296
1,993	-24	4.27	-102.4256345	576
2,007	-10	4.51	-45.09820582	100
2,017	0	4.65	0	0
	$-\Sigma = 70$		$-\Sigma = 300$	$\Sigma = 1972$

$B = 0.013$

$r12 = 3.06\%$

Comportamiento histórico de las ecuaciones:

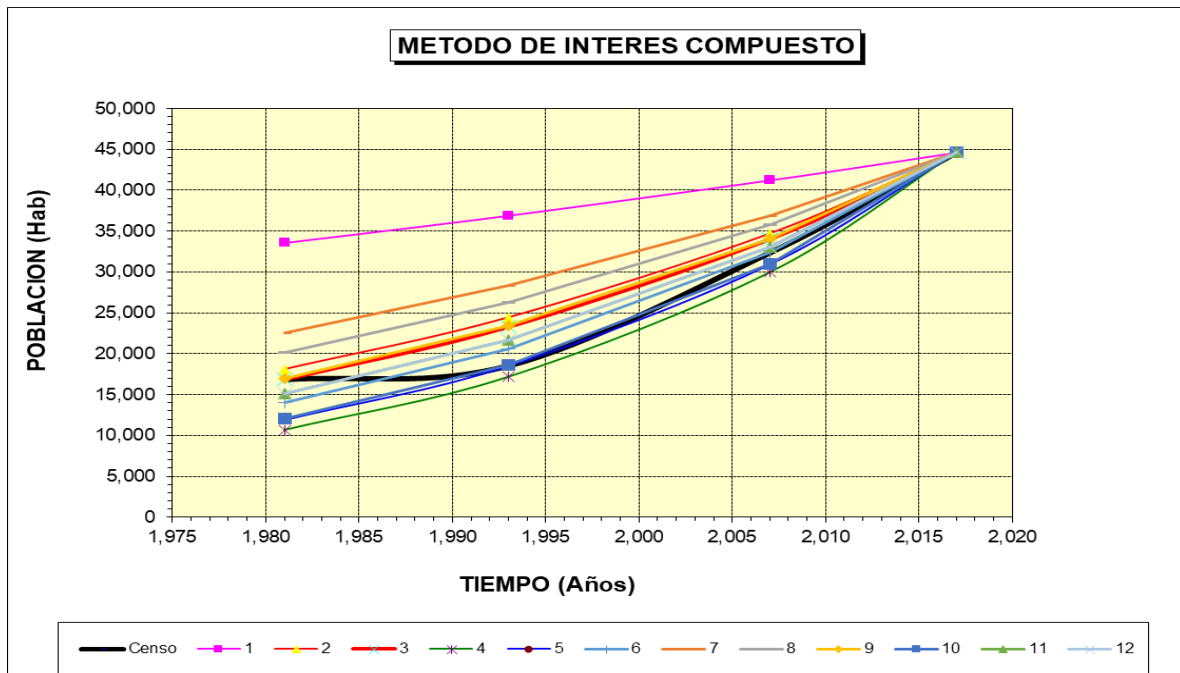
Curva	Crecimiento	1,981	1,993	2,007	2,017	Sumatoria	Diferencia
Censo		16,850	18,524	32,346	44,602	112,322	---
1	0.79%	33,569	36,905	41,217	44,602	156,293	43,971
2	2.54%	18,080	24,430	34,707	44,602	121,819	9,497
3	2.74%	16,850	23,309	34,035	44,602	118,796	6,474
4	4.06%	10,637	17,153	29,953	44,602	102,345	9,977
5	3.73%	11,937	18,524	30,928	44,602	105,991	6,331
6	3.27%	14,029	20,629	32,346	44,602	111,606	716
7	1.91%	22,567	28,321	36,912	44,602	132,402	20,080
8	2.23%	20,195	26,300	35,791	44,602	126,888	14,566
9	2.72%	16,953	23,404	34,092	44,602	119,051	6,729
10	3.71%	12,023	18,612	30,989	44,602	106,226	6,096
11	3.06%	15,095	21,661	33,011	44,602	114,369	2,047
12	3.06%	15,095	21,661	33,011	44,602	114,369	2,047

Curva seleccionada:

Po: 44,602 habitantes

r: 3.27%

Imagen 5. Gráfica M. Interés Compuesto



Fuente: Elaboración propia

Método Parábola de Segundo Grado

Imagen 6. Población según últimos censos

CENSO (Año)	POBLACION (Habitantes)
1,981	16,850
1,993	18,524
2,007	32,346
2,017	44,602

Fuente: INEI

Ecuación:

$$Pf = A + B \cdot t + C \cdot t^2$$

- Combinaciones con tres censos: (1981-1993-2007)

Para t=0 en el año 1981, tenemos a						
Pf1:	A1	B1(0)	C1(0)^2	=Pf93	=== >	A1 = 16,850
Pf1:	A1	B1(12)	C1(12)^2	=Pf07		
Pf1:	A1	B1(26)	C1(26)^2	=Pf17		
		B1	C1			R
A=		12	144			1,674
		26	676			15,496
		B1 =	-251.79			
		C1 =	32.61			
X (AÑOS)	CENSO	Y1	Y1 (corregido)			
0	16,850.00	16850.00	11407.43			
12	18,524.00	18524.00	13081.43			
26	32,346.00	32346.00	26903.43			
36	44,602.00	50044.57	44602.00			
		A' = P21-B*X-C*X^2				
		A'1=	11407.42857	=== >	A1 =	11,407.43
				=== >	B1 =	-251.79
				=== >	C1 =	32.61

▪ Combinaciones con tres censos: (1981-1993-2017)

Para t=0 en el año 1981, tenemos a							
Pf2:	A2	B2(0)	C2(0)^2	=Pf93	=== >	A2 =	16,850
Pf2:	A2	B2(12)	C2(12)^2	=Pf07			
Pf2:	A2	B2(36)	C2(36)^2	=Pf21			
		B2	C2			R	
A=		12	144			1,674	
		36	1296			27,752	
	B2 =	-176.19					
	C2 =	26.31					
X (AÑOS)	CENSO	Y2		=== >		A2 =	16,850.00
0	16,850.00	16850.00		=== >		B2 =	-176.19
12	18,524.00	18524.00		=== >		C2 =	26.31
26	32,346.00	30053.06					
36	44,602.00	44602.00					
		A' = P21-B*X-C*X^2					
		A'2=	16850				

▪ Combinaciones con tres censos: (1981-2007-2017)

Para t=0 en el año 1981, tenemos a							
Pf3:	A3	B3(0)	C3(0)^2	=Pf93	=== >	A3 =	16,850
Pf3:	A3	B3(26)	C3(26)^2	=Pf17			
Pf3:	A3	B3(36)	C3(36)^2	=Pf21			
		B1	C1			R	
A=		26	676			15,496	
		36	1296			27,752	
	B3 =	141.29					
	C3 =	17.49					
X (AÑOS)	CENSO	Y3		=== >		A3 =	16,850.00
0	16,850.00	16850.00		=== >		B3 =	141.29
12	18,524.00	21063.87		=== >		C3 =	17.49
26	32,346.00	32346.00					
36	44,602.00	44602.00					
		A' = P21-B*X-C*X^2					
		A'1=	16850				

▪ Combinaciones con tres censos: (1993-2007-2017)

Para t=0 en el año 1993, tenemos a							
Pf4:	A4	B4(0)	$C4(0)^2$	=Pf07	=== >	A4 =	18,524
Pf4:	A4	B4(10)	$C4(10)^2$	=Pf17			
Pf4:	A4	B4(14)	$C4(14)^2$	=Pf21			
		B1	C1			R	
A=		14	196			13,822	
		24	576			26,078	
		B1 =	848.27				
		C1 =	9.93				
X (AÑOS)	CENSO	Y4					
0	16,850.00	16850.00		=== >	A4 =	18,524.00	
0	18,524.00	18524.00		=== >	B4 =	848.27	
14	32,346.00	32346.00		=== >	C4 =	9.93	
24	44,602.00	44602.00					
			$A' = P21 - B * X - C * X^2$				
			A'1 =	18524			

Aplicando mínimos cuadrados:

1981	1993	2007	2017	=== >	A5 =	44,602.00
Mínimos cuadrados: $Pf = A + B t + C t^2$						
$(A \cdot \sum X + B \cdot \sum X^2 + C \cdot \sum X^3) = \sum X \cdot Y$						
$(A \cdot \sum X^2 + B \cdot \sum X^3 + C \cdot \sum X^4) = \sum X^2 \cdot Y$						
X	Y	X*Y	X ^ 2	Y*X ^ 2	X ^ 3	X ^ 4
0	44,602	0	0	0	0	0
-10	32,346	-323,460	100	3,234,600	-1,000	10,000
-24	18,524	-444,576	576	10,669,824	-13,824	331,776
-36	16,850	-606,600	1,296	21,837,600	-46,656	1,679,616
-70	112,322	-1,374,636	1,972	35,742,024	-61,480	2,021,392
	-3122140.00	+ B5 1972.00	- C5 61480.00	=	-1374636.00	
	87955144.00	- B5 61480.00	+ C5 2021392.00	=	35742024.00	
		B5	C5	=	R	
A=		1972.00	-61480.00	=	1747504.00	
		-61480.00	2021392.00	=	-52213120.00	
		B5 =	1561.71			
		C5 =	21.67			
X (AÑOS)	CENSO	Y5				
-36	16,850.00	16462.99		=== >	A5 =	44,602.00
-24	18,524.00	19602.11		=== >	B5 =	1,561.71
-10	32,346.00	31151.78		=== >	C5 =	21.67
0	44,602.00	44602.00				

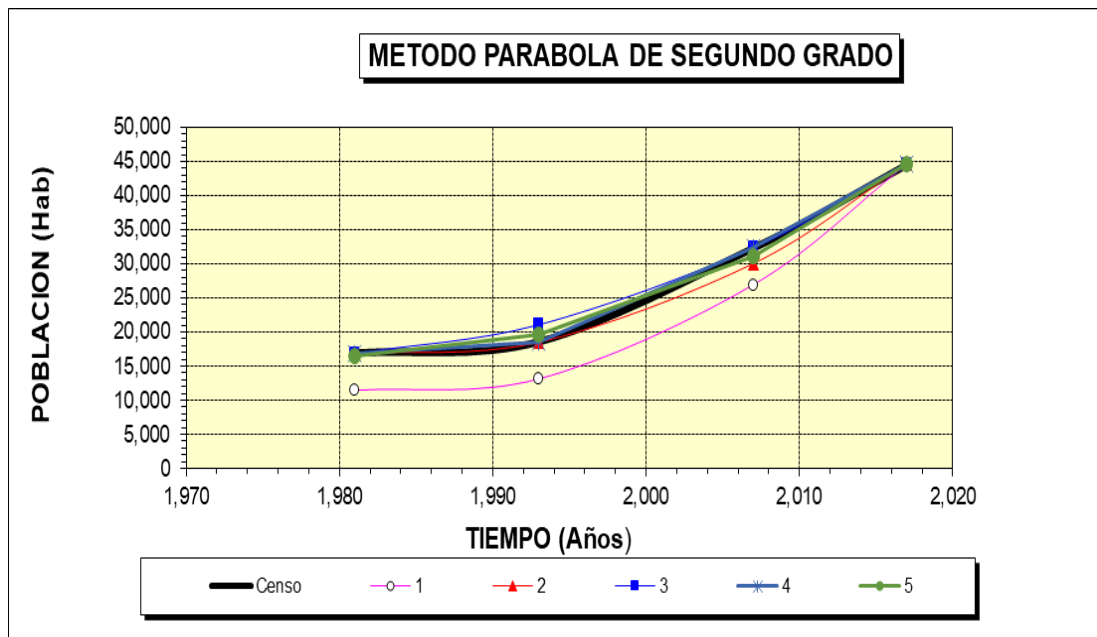
Comportamiento histórico de las ecuaciones:

Curva	1,981	1,993	2,007	2,017	Sumator.	Diferenc.
Censo	16,850	18,524	32,346	44,602	112,322	---
1	11,407	13,081	26,903	44,602	95,994	16,328
2	16,850	18,524	30,053	44,602	110,029	2,293
3	16,850	21,063	32,346	44,602	114,861	2,539
4	16,850	18,524	32,346	44,602	112,322	0
5	16,463	19,602	31,152	44,602	111,819	503

Curva seleccionada:

A =	44,602.00
B =	1,561.71
C =	21.67

Imagen 7. Gráfica M. Parábola Segundo Grado



Fuente: Elaboración propia

Método Progresión Aritmética

Imagen 8. Población según últimos censos

CENSO (Año)	POBLACION (Habitantes)
1,981	16,850
1,993	18,524
2,007	32,346
2,017	44,602

Fuente: INEI

Ecuación:

$$P_f = P_o + K * t$$

- Combinaciones con dos censos:

1,981 1,993	==== > K1 = 0.83
1,981 2,007	==== > K2 = 0.04
1,981 2,017	==== > K3 = 770.89
1,993 2,007	==== > K4 = 987.29
1,993 2,017	==== > K5 = 1086.58
2,007 2,017	==== > K6 = 1225.60

- Combinaciones de tres censos:

$$1,981 \quad 1,993 \quad 2,007 \quad \text{====} > K7 = 532.00$$

$$1,981 \quad 1,993 \quad 2,017 \quad \text{====} > K8 = 724.66$$

$$1,981 \quad 2,007 \quad 2,017 \quad \text{====} > K9 = 340.47$$

$$1,993 \quad 2,007 \quad 2,017 \quad \text{====} > K10 = 1086.58$$

- Combinación con cuatro censos:

$$1,981 \quad 1,993 \quad 2,007 \quad 2,017 \quad \text{====} > K11 = 724.66$$

- Combinación con cuatro censos:

$$1,981 \quad 1,993 \quad 2,007 \quad 2,017 \quad \text{====} > K12 = 886.16$$

Aplicando mínimos cuadrados:

$$Y = A + B * X$$

$$\Delta = (Y - A - B * X)^2$$

$$\Sigma Y = n * A + B * \Sigma X \quad \text{-----(1)}$$

$$\Sigma X * Y = A * \Sigma X + B * \Sigma X^2 \quad \text{-----(2)}$$

$$A = 44,602$$

Y (hab)	X (años)	X*Y	X^2
16,850	-36	-606600	1296
18,524	-24	-444576	576
32,346	-10	-323460	100
44,602	0	0	0
$\Sigma = 112322$	$-\Sigma = 70$	$-\Sigma = 1374636$	$\Sigma = 1972$
K12 =	886.158		

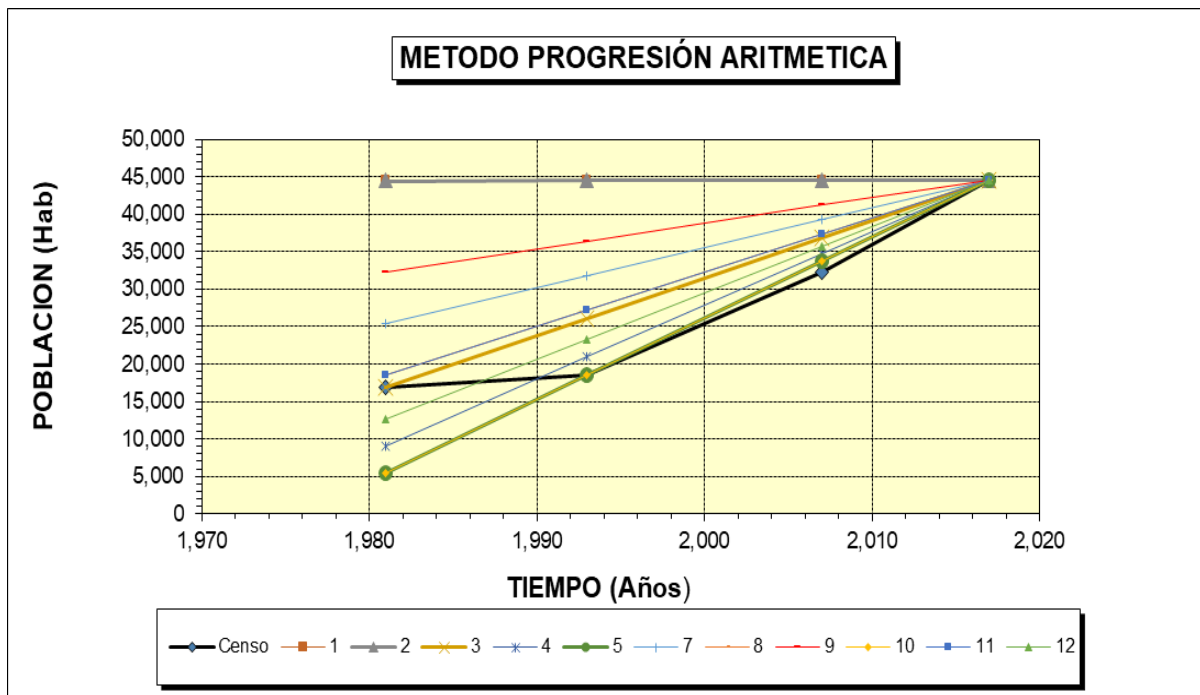
Comportamiento histórico de las ecuaciones:

Curva	K	1,981	1,993	2,007	2,017	Sumatoria	Diferencia
Censo		16,850	18,524	32,346	44,602	112,322	---
1	0.83	44,572	44,582	44,594	44,602	178,350	66,028
2	0.04	44,601	44,601	44,602	44,602	178,406	66,084
3	770.89	16,850	26,101	36,893	44,602	124,446	12,124
4	987.29	9,060	20,907	34,729	44,602	109,298	3,024
5	1086.58	5,485	18,524	33,736	44,602	102,347	9,975
6	1225.60	480	15,188	32,346	44,602	92,616	19,706
7	532.00	25,450	31,834	39,282	44,602	141,168	28,846
8	724.66	18,514	27,210	37,355	44,602	127,681	15,359
9	340.47	32,345	36,431	41,197	44,602	154,575	42,253
10	1086.58	5,485	18,524	33,736	44,602	102,347	9,975
11	724.66	18,514	27,210	37,355	44,602	127,681	15,359
12	886.16	12,700	23,334	35,740	44,602	116,377	4,055

Curva seleccionada:

Po =	44,602 habitantes
K =	987.29

Imagen 9. Gráfica M. Progresión Aritmética



Fuente: Elaboración propia

Selección del Modelo de Crecimiento Poblacional

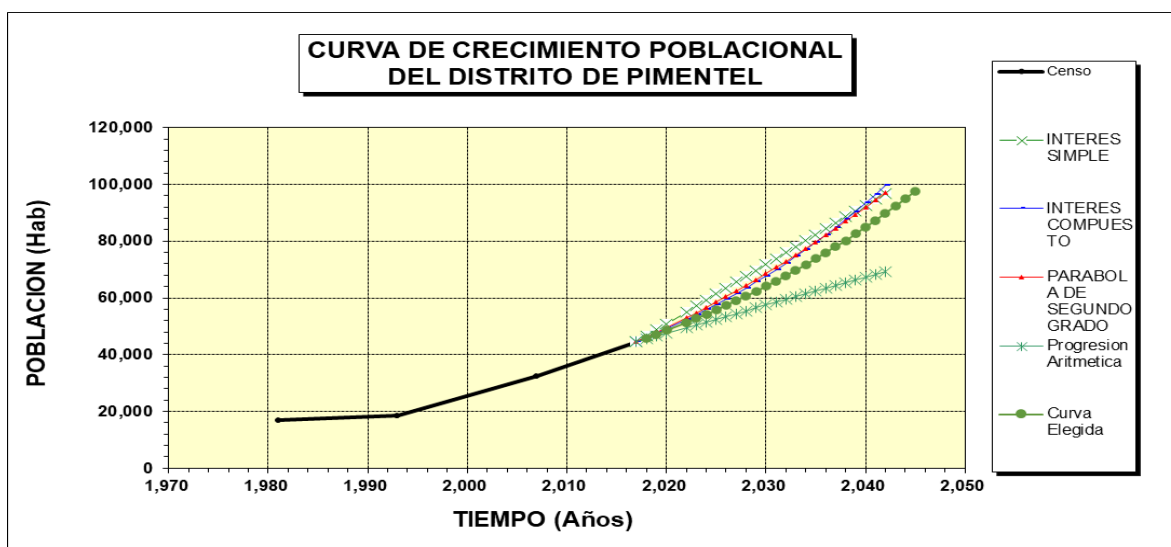
Imagen 10. Selección de Modelo de Crecimiento Poblacional

ETAPA	Año	Censo	INTERES SIMPLE	INTERES COMPUESTO	PARABOLA DE SEGUNDO	Progresion Aritmetica	Curva Elegida
	1,981	16,850					
	1,993	18,524					
	2,007	32,346					
-	2,017	44,602	44,602	44,602	44,602	44,602	44,602
	2,018		46,692	46,058	46,185	45,589	45,866
	2,019		48,783	47,562	47,812	46,577	47,167
	2,020		50,874	49,115	49,482	47,564	48,505
Pre - inv	2,022		55,056	52,374	52,952	49,538	51,295
Pre - inv	2,023		57,147	54,084	54,752	50,526	52,750
Exp. Tec	2,024		59,237	55,850	56,595	51,513	54,246
Obras	2,025		61,328	57,674	58,482	52,500	55,784
1	2,026		63,419	59,557	60,412	53,488	57,366
2	2,027		65,510	61,501	62,385	54,475	58,993
3	2,028		67,601	63,509	64,402	55,462	60,666
4	2,029		69,692	65,583	66,462	56,449	62,387
5	2,030		71,783	67,724	68,566	57,437	64,156
6	2,031		73,873	69,936	70,712	58,424	65,975
7	2,032		75,964	72,219	72,903	59,411	67,846
8	2,033		78,055	74,577	75,136	60,399	69,770
9	2,034		80,146	77,012	77,413	61,386	71,749
10	2,035		82,237	79,527	79,733	62,373	73,784
11	2,036		84,328	82,123	82,096	63,360	75,876
12	2,037		86,418	84,805	84,503	64,348	78,028
13	2,038		88,509	87,574	86,953	65,335	80,241
14	2,039		90,600	90,433	89,447	66,322	82,517
15	2,040		92,691	93,386	91,983	67,310	84,857
16	2,041		94,782	96,435	94,564	68,297	87,263
17	2,042		96,873	99,583	97,187	69,284	89,738
18	2,043		98,964	102,835	99,854	70,271	92,283
19	2,044		101,054	106,192	102,564	71,259	94,900
20	2,045		103,145	109,660	105,317	72,246	97,592

Fuente: Elaboración propia

La tasa de crecimiento distrital es 2.84%

Imagen 11. Curva Crecimiento Poblacional Pimentel



Lotes según plano topográfico

Imagen 12. Población actual

MANZANAS PROYECTADAS	LOTES PROYECTADOS	LOTES VACÍOS	HAB
A	21		109
B	30	8	105
E	20	4	74
F	31	11	98
I	17		88
K	31	3	115
M	49	9	164
P	28	13	77
R	28	4	106
S	18	5	67
T	40	8	123
U	22	7	77
TOTAL	335	72	1203
DENSIDAD POB.	4.57		
POBLACIÓN TOTAL	1203.00		

Fuente: Elaboración propia

Proyección poblacional

Imagen 13. Datos de entrada

Datos de Base Localidad	
Año base	2022
Nº viviendas año base	263
Pob. año base	1 203.00
Densidad Poblacional	4.57
Datos Proyecciones	
Tasa de Crecimiento	2.84%
Horizonte de Evaluación	20

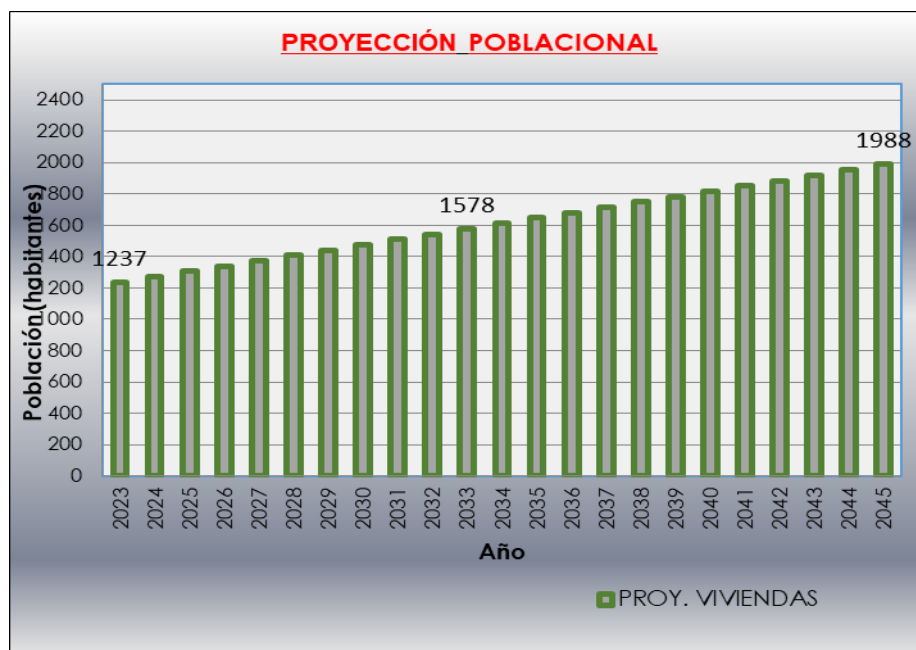
Fuente: Elaboración propia

Imagen 14. Proyección Poblacional

N°	AÑO	PROY. POBLACIONAL	PROY. VIVIENDAS	
Base	2022	1203	1203	Pre Inversión
	2023	1237	1237	Pre Inversión
	2024	1271	1271	Exp. Técnico
0	2025	1305	1305	Obras
1	2026	1339	1339	
2	2027	1374	1374	
3	2028	1408	1408	
4	2029	1442	1442	
5	2030	1476	1476	
6	2031	1510	1510	
7	2032	1544	1544	
8	2033	1578	1578	
9	2034	1612	1612	
10	2035	1647	1647	
11	2036	1681	1681	
12	2037	1715	1715	
13	2038	1749	1749	
14	2039	1783	1783	
15	2040	1817	1817	
16	2041	1851	1851	
17	2042	1885	1885	
18	2043	1919	1919	
19	2044	1954	1954	
20	2045	1988	1988	

Fuente: Elaboración propia

Imagen 15. Gráfica de Proyección Poblacional



Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

- Se calculó una tasa de crecimiento distrital en base a los últimos 4 censos del distrito de Pimentel, mediante 4 modelos matemáticos, como el método de interés simple, interés compuesto, parábola de segundo orden y progresión aritmética, para seleccionar el modelo de crecimiento poblacional resultante. Se obtuvo un valor de tasa de crecimiento distrital igual a 2.84%.
- La población actual recogida de campo es igual a 1203 habitantes.
- La densidad poblacional resultó ser de 4.57 hab/viv.
- La población proyectada a un horizonte de evaluación de 20 años mediante el método aritmético es de 1988 habitantes.

**ANEXO N°06:
DISEÑO DE
REDES DE
DISTRIBUCIÓN
DE AGUA
POTABLE**

ÍNDICE

Generalidades	169
Parámetros de diseño	169
Dotación	169
Normativa	169
Consumo	170
Caudal de Diseño	172
Redes de distribución de agua potable.....	173
Método de Polígonos de Thiessen	173
Presiones en nodos	174
Datos en tuberías	175
Conexiones domiciliarias	175
Conclusiones	176

Generalidades

El área de estudio no cuenta con un sistema de agua potable, y según las visitas de campo se pudo constatar cómo los habitantes de la zona compran agua y algunos hacen largo recorrido para poder obtener este recurso hídrico, por ello, se planteó un diseño hidráulico de las redes de distribución de agua potable para la zona de proyecto. En base a lo mencionado, se procedió a desarrollar una memoria de cálculo.

Los criterios que se consideraron para realizar el diseño fueron tomados de la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones y un decreto ministerial brindado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, para garantizar que este proyecto funcione de forma óptima.

Parámetros de diseño

Dotación

Normativa

El Decreto Ministerial-192-2018-VIVIENDA y la NORMA IS.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones detalla dotaciones a considerar para distintas categorías de usuarios.

Imagen 1. Dotación según opción tecnológica y región

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRAULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: DM-192-2018-VIVIENDA

Imagen 2. Dotación para locales educativos

DOTACIÓN PARA LOCALES EDUCATIVOS - ZONA RURAL	
TIPO DE LOCAL EDUCACIONAL	Dotación
Educación primaria e inferior (sin	20 L por persona
Educación secundaria e inferior (sin	25 L por persona
Educación secundaria en general (con	50 L por persona

Fuente: NORMA IS.010

Imagen 3. Dotación para restaurantes

DOTACIÓN PARA RESTAURANTES	
ÁREA DE LOS COMEDORES EN m2	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m2
Mas de 100	40 L por m2

Fuente: NORMA IS.010

Imagen 4. Dotación áreas verdes

ÁREAS VERDES	
Tipo de establecimiento	Dotación
Areas verdes	2 L/d por m2

Fuente: NORMA IS.010

Imagen 5. Dotación oficinas

ESTABLECIMIENTO OFICINAS	
Tipo de establecimiento	Dotación
Oficinas	6 L/d por m2 de area util

Fuente: NORMA IS.010

Consumo

Consumo Doméstico

El proyecto está situado en la región costa por tanto el valor de dotación a optar es de 90l/hab.d, sin embargo, será un diseño integral, junto con el alcantarillado, es por eso que se asumió, 20l/hab.día adicional al tomado inicialmente.

Imagen 6. Consumo Doméstico

CONSUMO DOMÉSTICO		
Población diseño	1988	Hab
Dotación	110	Lt/Hab/Día
Consumo doméstico	2.531	Lt/seg

Fuente: Elaboración propia

Consumo No Doméstico

La zona de proyecto contempla un área de institución educativa inicial, un área para recreación, local comunal, y comedor popular, por ello se determinó el consumo no doméstico para el posterior cálculo del caudal de diseño.

Consumo Estatal

- Contribución de I.E

La dotación tomada del DM-192-2018-VIVIENDA y el número de alumnos del Padrón de Instituciones Educativas – ESCALE.

Imagen 7. Consumo de Institución Educativa Inicial

Cant.	Descripción	Dotación (Lt/pers.d)	Nº Alum.	Dot. diaria Alumnos(Lt /d)	Q promedio (Lts/seg)
1	I.E.I Nº 402 – Sector Juan Velasco Alvarado	20	79	1580	0.018287
Consumo total					0.0183

Fuente: Elaboración propia

- Contribución de áreas de recreación

Imagen 8. Consumo de áreas de recreación

Cant.	Descripción	Área(m2)	Dotación (Lt/m2.d)	Dotación diaria (Lt/d)	Q promedio (Lts/seg)
1	Área de recreación	1370.6289	2	2741.26	0.031728
Consumo total					0.0317

Fuente: Elaboración propia

Consumo social

- Contribución de Oficinas y similares

Imagen 9. Contribución de Oficinas y similares

Cant.	Descripción	Área(m2)	Dotación (Lt/m2.d)	Dotación diaria (Lt/d)	Q promedio (Lts/seg)
1	Local Comunal	90	6	540.00	0.006250
Consumo total					0.0063

Fuente: Elaboración propia

- Contribución de Comedores

Imagen 10. Consumo de Comedor popular

Cant.	Descripción	Área(m2)	Dotación (Lt/m2.d)	Dotación diaria (Lt/d)	Q promedio (Lts/seg)
1	Comedor popular	90	50	4500.00	0.052083
Consumo total					0.0521

Fuente: Elaboración propia

Resumen de Consumos No Domésticos

Imagen 11. Consumo Total No Doméstico

CONSUMO TOTAL DE AGUA NO DOMÉSTICO			
CATEGORÍA DE USUARIOS	CONSUMO DE AGUA NO DOMÉSTICO (Lts/seg)		
CONSUMO ESTATAL	0.0500		
Institución Educativa	0.0183		
Áreas de recreación	0.0317		
CONSUMO SOCIAL	0.0583		
Local Comunal	0.0063		
Comedor popular	0.0521		

Fuente: Elaboración propia

Caudal de Diseño

Imagen 12. Cálculo de caudal máximo horario

Parámetro de diseño para servicios de agua					
Periodo de diseño		20	años		DM-192-2018-VIVIENDA
Tasa de crecimiento		2.84%			Propio
Nº de viviendas		263			Propio/Registro de campo
Densidad		5	Hab/viv		Propio/Registro de campo
Población actual	Po	1203	hab		
Población futura	Pf	1988	hab		
Coef. De variación diaria	K1	1.3			DM-192-2018-VIVIENDA
Coef. De variación horaria	K2	2			DM-192-2018-VIVIENDA
Demanda de consumo		2.531	lt/seg		
Consumo no doméstico		0.108	lt/seg		
Caudal promedio (Q producción)	Qp	2.639	lt/seg		
Caudal máximo diario	Qmd	3.431	lt/seg		
Caudal máximo horario	Qmh	5.28	lt/seg		

Fuente: Elaboración propia

Redes de distribución de agua potable

Método de Polígonos de Thiessen

Entre cada nudo se traza una mediatriz, por tanto, se genera un área de influencia. Para realizar este procedimiento se usó el software WaterGEMS se siguió los siguientes pasos:

1. Trazar un área de influencia de la zona de estudio en el programa AutoCAD Civil 3D y guardarlo en extensión dwg.
2. Importar el archivo dwg al software ArcGis v10.8 y lo guardamos en extensión .shp.
3. Se importa el archivo en formato .shp al WaterGEMS mediante la herramienta tools, Thiessen Polygon y el programa generará automáticamente los polígonos en base a cada uno de los nodos.
4. Se importa el polígono discretizado al software ArcGis v10.8, y editamos la tabla de propiedades, agregando un ítem de área, el cual se calculará con el mismo programa, y otro ítem de caudal, que se calculará en base al porcentaje de área del total multiplicado por el caudal máximo horario.
5. Regresamos al programa WaterGEMS y mediante la herramienta tools, Load Builder se carga el archivo shape del ArcGis que tiene los datos de caudales y los distribuirá proporcionalmente a cada nudo de acuerdo con el área de influencia.
6. Por último, en la herramienta Analysis del software WaterGEMS, validamos y computamos, y obtendremos, presiones en nudos, caudales, velocidades en cada tramo de tubería.

Los datos de tuberías PVC-U de agua fría con empalme espiga campana o Simple presión (SP) de Clase10 se consideró del manual de TUBOPLAST.

Imagen 13. Diámetros en tuberías

DIAMETRO EXTERIOR		CLASE 10 150 PSI (10 bar)		
NOM Pulg.	REAL mm	ESP. mm	Diam. Inter. mm	PESO Kg. x tubo
1/2	21	1.8	17.4	0.84
3/4	26.5	1.8	22.9	1,080
1	33	1.8	29.4	1,363
1.1/4	42	2	38	1,940
1.1/2	48	2.3	43.4	2,549
2	60	2.9	54.2	4,013
2.1/2	73	3.5	66	5,894
3	88.5	4.2	80.1	8,576
4	114	5.4	103.2	14,201
6	168	8	152	31,006
8	219	10.4	198.2	52,262
10	273	13	247	81,884
12	323	15.4	292.2	114,754

Fuente: TUBOPLAST

Presiones en nodos

Imagen 14. Presiones en nudos

Label	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H2O)	X (m)	Y (m)	Demand (L/s)
J-2	27.40	16.28	11	621,860.16	9,251,777.20	0.384
J-3	26.00	16.32	10	621,936.06	9,252,101.46	0.197
J-4	26.00	15.40	11	621,941.62	9,252,124.66	0.226
J-5	26.41	16.69	10	621,885.00	9,251,870.06	0.171
J-6	26.28	16.68	10	621,891.46	9,251,894.02	0.135
J-7	26.00	15.95	10	621,769.85	9,252,139.16	0.328
J-9	26.01	16.68	9	621,762.31	9,252,106.42	0.161
J-10	26.17	16.80	9	621,900.36	9,251,935.47	0.173
J-11	26.08	16.88	9	621,906.29	9,251,972.74	0.193
J-12	26.17	16.67	9	621,730.81	9,251,978.92	0.191
J-13	26.08	16.66	9	621,739.46	9,252,016.40	0.154
J-14	26.01	17.50	8	621,926.27	9,252,060.58	0.211
J-15	26.03	16.61	9	621,751.30	9,252,064.41	0.156
J-16	26.03	17.50	9	621,916.88	9,252,018.09	0.198
J-17	26.77	16.41	10	621,873.03	9,251,820.72	0.277
J-18	26.73	17.21	9	621,691.42	9,251,826.60	0.370
J-19	26.62	17.11	9	621,703.86	9,251,872.29	0.260
J-20	26.05	17.49	9	621,808.08	9,251,998.44	0.328
J-21	26.03	17.23	9	621,817.94	9,252,045.74	0.426
J-22	26.41	16.80	10	621,716.60	9,251,919.32	0.202
J-23	26.23	17.02	9	621,797.16	9,251,919.42	0.538

Fuente: WaterGEMS

Datos en tuberías

Imagen 15. Resultados en tuberías

Label	Length(3D) (m)	Start Node	Stop Node	Material	Hazen-Williams C	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (m)	Hydraulic Grade (Start) (m)
T-01	14	T-1	J-2	PVC	150.0	80.1	5.278	1.047	0.19	27.59
T-02	45	J-2	J-17	PVC	150.0	66.0	3.267	0.955	0.63	27.40
T-03	176	J-2	J-18	PVC	150.0	66.0	1.627	0.475	0.67	27.40
T-04	51	J-17	J-5	PVC	150.0	66.0	2.260	0.661	0.36	26.77
T-07	177	J-17	J-19	PVC	150.0	66.0	0.730	0.213	0.15	26.77
T-05	47	J-18	J-19	PVC	150.0	66.0	1.257	0.367	0.11	26.73
T-06	49	J-19	J-22	PVC	150.0	66.0	1.726	0.505	0.21	26.62
T-08	25	J-5	J-6	PVC	150.0	66.0	1.985	0.580	0.14	26.41
T-10	175	J-5	J-22	PVC	150.0	66.0	0.105	0.031	0.00	26.41
T-09	61	J-22	J-12	PVC	150.0	66.0	1.630	0.476	0.24	26.41
T-11	42	J-6	J-10	PVC	150.0	66.0	1.312	0.383	0.11	26.28
T-12	98	J-6	J-23	PVC	150.0	66.0	0.538	0.157	0.05	26.28
T-13	38	J-12	J-13	PVC	150.0	66.0	1.303	0.381	0.10	26.17
T-15	175	J-12	J-10	PVC	150.0	66.0	0.135	0.040	0.01	26.17
T-14	38	J-10	J-11	PVC	150.0	66.0	1.274	0.372	0.09	26.17
T-16	49	J-13	J-15	PVC	150.0	66.0	0.714	0.209	0.04	26.08
T-17	71	J-13	J-20	PVC	150.0	66.0	0.435	0.127	0.02	26.08
T-18	47	J-11	J-16	PVC	150.0	66.0	0.731	0.214	0.04	26.08
T-20	102	J-11	J-20	PVC	150.0	66.0	0.350	0.102	0.02	26.08
T-19	48	J-20	J-21	PVC	150.0	66.0	0.458	0.134	0.02	26.05
T-21	69	J-21	J-15	PVC	150.0	66.0	0.004	0.001	0.00	26.03
T-24	103	J-21	J-16	PVC	150.0	66.0	0.028	0.008	0.00	26.03
T-22	43	J-15	J-9	PVC	150.0	66.0	0.562	0.164	0.02	26.03
T-23	44	J-16	J-14	PVC	150.0	66.0	0.560	0.164	0.02	26.03
T-25	34	J-9	J-7	PVC	150.0	66.0	0.385	0.113	0.01	26.01
T-27	170	J-9	J-14	PVC	150.0	66.0	0.016	0.005	0.00	26.01
T-26	42	J-14	J-3	PVC	150.0	66.0	0.365	0.107	0.01	26.01
T-29	170	J-7	J-3	PVC	150.0	66.0	0.057	0.017	0.00	26.00
T-28	24	J-3	J-4	PVC	150.0	66.0	0.226	0.066	0.00	26.00

Fuente: WaterGEMS

Conexiones domiciliarias

El Reglamento Nacional de Edificaciones especifica condiciones mínimas a considerar para conexiones domiciliarias. Se deberán de proyectar conexiones prediales de forma simple y múltiple, ubicadas en cada unidad de uso continuo, con un elemento de medición y control. Los elementos de conexión a tomar en cuenta son caja de medición, las tuberías y el empalme.

En cuanto a la ubicación de los elementos de medición, la normativa peruana señala que deberán ser ubicados a una distancia no menor a 0.30 m, con respecto al límite de propiedad izquierdo o margen derecho, en algún área pública, la cual sea de fácil acceso para la entidad prestadora.

El diámetro mínimo de la conexión predial será de 12.50 mm.

Conclusiones

- El cálculo de caudal máximo horario igual a 5.28 lts/seg, caudal de diseño que fue distribuido en el software WaterCad usando el método de Polígonos de Thiessen.
- Se programó para distribuir la red con una tubería PVC - U de diámetro igual a 3" (80.1 mm) y 2 1/2" (66 mm) y se obtuvo velocidades bajas, debido a que nuestro caudal máximo horario de diseño es menor.
- Se proyectará válvulas de purga en los puntos más bajos, para los tramos donde las velocidades son bajas y no formen sedimentación.
- La presión más baja fue de 8 m.c.a.

**ANEXO N°07: DISEÑO
DE REDES DE
ALCANTARILLADO**

ÍNDICE

Generalidades	179
Caudal de diseño.....	179
Cálculo hidráulico de la red de alcantarillado	180
Datos de diseño.....	180
Cálculo de Caudal Unitario	180
Buzones	182
Conclusiones.....	182

Generalidades

Las redes de alcantarillado se diseñaron teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la normativa. La zona de proyecto actualmente no cuenta con sistema de alcantarillado y genera distintas enfermedades y contaminación ambiental, asimismo mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Caudal de diseño

Para el cálculo de caudal de diseño se tomó en cuenta el caudal máximo horario, caudal por conexiones erradas y el caudal por infiltración el cual dependerá de la longitud de tubería proyectada para la red de alcantarillado.

Imagen 1. Caudal de diseño

Cálculo de Caudales			
Nº de viviendas		263	viv
Población actual	P_o	1203	hab
Población futura	P_f	1988	hab
Caudal Máximo Horario (Qmh)			
Caudal promedio (agua potable)	Q_p	2.639	lt/seg
Caudal promedio (aguas residuales)	$Q_p Ar$	2.111	lt/seg
Coeficiente de variación horaria	K_2	2	
	$Q_{mh Ar}$	4.223	lt/seg
Caudal por conexiones erradas (Qce)			
$Q_{ce} = 0.1 \times Q_{mh Ar}$	Q_{ce}	0.422	lt/seg
Caudal por infiltración			
$Q_{inf} = 0.05 \text{ Lt/seg/km}$	L	2.376	Km
	Q_{inf}	0.119	lt/seg
Caudal diseño	Q_d	4.76	lt/seg

Fuente: Elaboración propia

Cálculo hidráulico de la red de alcantarillado

Datos de diseño

Imagen 2. Datos de entrada

ÍTEM	DATO	CANTIDAD	UND		DESCRIPCION
CUADAL DE DISEÑO	Q _{mh} :	4.764	LT/SEG		Calculo de demanda de alcantarillado
MATERIAL TIPO	PVC-U	-	-		Tubo PVC-U para Alcantarillado con emplame Unión Flexible (U F)
COEFICIENTE DE MANING	n:	0.013	-		Reglamento nacional de edificaciones

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de Caudal Unitario

Imagen 3. Caudal unitario

ÍTEM	DATO	CANTIDAD	UND		DESCRIPCION
CUADAL DE DISEÑO	Q _{mh} :	4.764	LT/SEG		Calculo de demanda de alcantarillado
LONGITUD TOTAL DE TUBERIA	L _t :	2375.683	m		Longitud total de tubería existente
CAUDAL UNITARIO	q _u :	0.002005347	LT/SEG/m		Caudal unitario por unidad de longitud

Fuente: Elaboración propia

Las tuberías tomadas para el diseño fueron de PVC-U para alcantarillado con empalme unión flexible (UF) serie 25.

Imagen 4. Diámetros de tuberías

TUBO PVC-U PARA ALCANTARILLADO CON EMPALME UNIÓN FLEXIBLE (U F)		
SERIE 25		
SN2/SDR 51		
Di mm	Espesor mm	Peso Kg/unid
110		
160	153.6	14.52
200	192.2	22.14
250	240.2	34.76
315	302.6	55.41
355	341	68.73
400	384.4	86.32
450	432.2	109.55
500	480.2	135.55
630	605.4	214.38

Imagen 5. Cálculo hidráulico de red de alcantarillado

CALLE	TRAMO		LONG. TRAMO (M) (1)	CONTRIBUCION		CAUDAL CALCULADO Qc	CAUDAL DISEÑO Qd	COTA FONDO (2)		GRAD. S (3*) m/m	GRAD. MÍN S (3*) m/m	DIAM. NOMINAL DN (mm)	DIAM. INTERNO D (m)	CAUDAL Qo (LT/SEG)	VELOC. Vo (M/SEG)	RELAC. CAUDAL fq=Qd/Qo	RELAC. VELOC. fv=Vo/Vo	VELOC. REAL (M/SEG) v=Vo.fv	RELAC. ALTURA fd=y/D	TIRANTE y=fd.D (m)	RADIO HIDRAULICO (m)	TENSION TRAC. σ (Pa)	Velocidad Crítica Vc (m/s)	VERIFICACIONES		
	INICIO	FIN		EN MARCHA (LT/SEG)	OTRA CONTRIBUCION (LT/SEG)			INICIAL	FINAL															t>=1	Vf<Vc	y/D<=0.75
CALLE 10	BZ - 14	BZ - 11	42.34	0.08	0.00	0.08	1.50	15.90	15.82	0.0020	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 11	BZ - 8	38.07	0.08	0.00	0.08	1.50	15.82	15.803	0.0004	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 8	BZ - 5	42.27	0.08	0.00	0.08	1.50	15.80	15.76	0.0010	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 5	BZ - 2	43.09	0.09	0.00	0.09	1.50	15.76	15.417	0.0080	0.00455	160	0.1536	0.0145	0.7837	0.1032	0.640	0.5013	0.223	0.0343	0.0197	1.5578	2.6348	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 1	BZ - 2	50.32	0.10	0.00	0.10	1.50	15.43	15.417	0.0003	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 14	BZ - 17	41.01	0.08	0.00	0.08	1.50	15.90	15.795	0.0027	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 17	BZ - 19	30.03	0.06	0.29	0.35	1.50	15.80	15.642	0.0051	0.00455	160	0.1536	0.0116	0.6252	0.1294	0.691	0.4318	0.245	0.0376	0.0221	1.1123	2.7908	CUMPLE	CUMPLE	OK
BZ - 19	BZ - 22	43.52	0.09	0.35	0.43	1.50	15.64	15.52	0.0028	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.4120	0.248	0.0382	0.0224	1.0073	2.8118	CUMPLE	CUMPLE	OK	
BZ - 22	BZ - 25	53.18	0.11	0.43	0.54	1.50	15.52	15.254	0.0050	0.00455	160	0.1536	0.0115	0.6194	0.1306	0.692	0.4290	0.245	0.0377	0.0221	1.0961	2.7963	CUMPLE	CUMPLE	OK	
CALLE 08	BZ - 2	BZ - 3	103.82	0.21	0.19	0.40	1.50	15.42	15.256	0.0016	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 4	BZ - 3	62.97	0.13	0.07	0.20	1.50	15.32	15.256	0.0010	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK
CALLE 07	BZ - 5	BZ - 6	103.06	0.21	0.08	0.29	1.50	15.76	15.167	0.0058	0.00455	160	0.1536	0.0123	0.6655	0.1216	0.673	0.448	0.241	0.037	0.0212	1.2134	2.74	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 7	BZ - 6	63.29	0.13	0.09	0.22	1.50	15.45	15.167	0.0044	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK
CALLE 06	BZ - 8	BZ - 9	102.35	0.21	0.08	0.28	1.50	15.80	15.082	0.0070	0.00455	160	0.1536	0.0136	0.7351	0.1100	0.660	0.485	0.230	0.035	0.0206	1.4366	2.70	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 10	BZ - 9	64.69	0.13	0.09	0.21	1.50	15.48	15.082	0.00614	0.00455	160	0.1536	0.0127	0.6862	0.1179	0.668	0.458	0.238	0.037	0.0210	1.2740	2.72	CUMPLE	CUMPLE	OK
CALLE 05	BZ - 11	BZ - 12	104.55	0.21	0.08	0.29	1.50	15.82	15.002	0.0078	0.00455	160	0.1536	0.0144	0.7747	0.1044	0.643	0.498	0.224	0.034	0.0198	1.5351	2.65	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 13	BZ - 12	72.74	0.15	0.00	0.15	1.50	15.61	15.002	0.0084	0.00455	160	0.1536	0.0149	0.8021	0.1009	0.633	0.507	0.221	0.034	0.0193	1.6047	2.61	CUMPLE	CUMPLE	OK
CALLE 04	BZ - 14	BZ-15	104.47	0.21	0.00	0.21	1.50	15.90	14.937	0.0093	0.00455	160	0.1536	0.0156	0.8427	0.0960	0.622	0.524	0.212	0.033	0.0188	1.7269	2.58	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ-15	BZ - 16	75.69	0.15	2.58	2.73	2.73	14.94	14.843	0.0012	0.00343	160	0.1536	0.0095	0.5130	0.2870	0.867	0.445	0.370	0.057	0.0310	1.0533	3.31	CUMPLE	CUMPLE	OK
CALLE 03	BZ - 18	BZ - 17	101.42	0.20	0.00	0.20	1.50	16.02	15.795	0.0022	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK
CALLE 02	BZ - 19	BZ - 20	72.11	0.14	0.00	0.14	1.50	15.64	15.522	0.0017	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 20	BZ - 21	104.76	0.21	0.14	0.35	1.50	15.52	14.792	0.0070	0.00455	160	0.1536	0.0136	0.7311	0.1106	0.661	0.483	0.231	0.035	0.0206	1.4231	2.70	CUMPLE	CUMPLE	OK
CALLE 01	BZ - 22	BZ - 23	73.57	0.15	0.00	0.15	1.50	15.52	15.503	0.0002	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 23	BZ - 24	106.74	0.21	0.15	0.36	1.50	15.50	14.723	0.0073	0.00455	160	0.1536	0.0139	0.7487	0.1080	0.654	0.490	0.228	0.035	0.0203	1.4703	2.68	CUMPLE	CUMPLE	OK
CALLE 11	BZ - 25	BZ - 26	70.79	0.14	0.54	0.68	1.50	15.25	15.2128	0.0006	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 26	BZ - 27	112.95	0.23	0.68	0.91	1.50	15.21	14.665	0.0048	0.00455	160	0.1536	0.0113	0.6100	0.1326	0.694	0.423	0.246	0.038	0.0222	1.0666	2.80	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 3	BZ - 6	38.75	0.08	0.59	0.67	1.50	15.32	15.167	0.0039	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK
PASAJE 02	BZ - 6	BZ - 9	42.18	0.08	1.18	1.26	1.50	15.25	15.2128	0.0010	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 9	BZ - 12	41.85	0.08	1.76	1.84	1.84	15.21	15.002	0.0050	0.00413	160	0.1536	0.0115	0.6216	0.1600	0.730	0.454	0.270	0.041	0.0240	1.1947	2.91	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 12	BZ - 15	42.03	0.08	2.28	2.37	2.37	15.00	14.937	0.0015	0.00367	160	0.1536	0.0098	0.5304	0.2409	0.821	0.435	0.340	0.052	0.0286	1.0372	3.18	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 13	BZ - 16	41.77	0.08	0.00	0.08	1.50	15.61	14.94	0.0162	0.00455	160	0.1536	0.02064	1.1134	0.0727	0.585	0.652	0.183	0.028	0.0172	2.7521	2.47	CUMPLE	CUMPLE	OK
BZ - 13	BZ - 10	42.51	0.09	0.00	0.09	1.50	15.61	15.48	0.0031	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK	
BZ - 10	BZ - 7	43.93	0.09	0.00	0.09	1.50	15.48	15.45	0.0008	0.00455	160	0.1536	0.0109	0.5905	0.1370	0.698	0.412	0.248	0.038	0.0224	1.0073	2.81	CUMPLE	CUMPLE	OK	
BZ - 7	BZ - 4	36.39	0.07	0.00	0.07	1.50	15.45	14.792	0.0180	0.00455	160	0.1536	0.0218	1.1742	0.0689	0.579	0.680	0.179	0.027	0.0169	3.0105	2.44	CUMPLE	CUMPLE	OK	
CALLE 09	BZ - 16	BZ - 21	64.46	0.13	2.81	2.94	2.94	14.84	14.792	0.0008	0.00331	160	0.1536	0.0093	0.5040	0.3149	0.89	0.447	0.38745642	0.060	0.0321	1.0529	3.37	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 21	BZ - 24	41.30	0.08	3.30	3.38	3.38	14.79	14.723	0.0017	0.00310	160	0.1536	0.0090	0.4879	0.3737	0.93	0.452	0.42685047	0.066	0.0343	1.0529	3.48	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 24	BZ - 27	56.73	0.11	3.742	3.86	3.86	14.72	14.665	0.0010	0.00292	160	0.1536	0.0088	0.4730	0.4396	0.97	0.459	0.45981648	0.071	0.0367	1.0594	3.60	CUMPLE	CUMPLE	OK
	BZ - 27	EMPALME	2252.70		4.764	4.764	4.76	14.665	8.42	0.0028	0.00264	200	0.1922	0.0155	0.5355	0.3064	0.88	0.473	0.38321934	0.074	0.0399	1.0950	3.75	CUMPLE	CUMPLE	OK

Fuente: Elaboración propia

Buzones

Se proyectó 27 buzones con diámetro interior de 1.20 m, tal como la normativa peruana señala para tuberías de hasta 800 mm de diámetro. Las alturas de buzones oscilan desde 1.20m, siendo la mínima hasta 2.3m, siendo la máxima.

Conexión predial

El Reglamento Nacional de Edificaciones señala que cada unidad de uso debe contar con un elemento de inspección de fácil acceso a la entidad prestadora del servicio, y se deberá considerar: cámara de inspección, tubería con una pendiente mínima de 15 por mil y accesorio de empalme que permita la descarga en caída libre sobre la clave de la tubería. Se ubicará a una distancia mínima de 1.20 del límite izquierdo o derecho de la propiedad. El diámetro mínimo de la conexión será de 100mm.

Conclusiones

- El caudal máximo horario para realizar el diseño hidráulico de redes de alcantarillado fue de 4.76 m/seg y se trabajó con tuberías PVC-U para alcantarillado con empalme unión flexible (U F) de diámetro igual a 160mm y 200mm para las tuberías de descarga.
- Se trabajó con el valor de caudal mínimo igual a 1.5 lts/seg y se verificó que cumpla la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva la cual supera el valor mínimo de 1 Pa.
- Se satisfizo la condición de si velocidad final es inferior a la velocidad crítica, la altura de lámina de agua debe ser un valor máximo igual o menor al 75% del diámetro.

**ANEXO N°08:
CÁLCULO DE
ESAL**

ÍNDICE

Generalidades	185
Memoria de cálculo	185
Resumen de los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo.....	185
Periodo de diseño	185
Factores de corrección	186
Para un conteo de 7 días	186
Tasa de crecimiento por Región en %	187
Demanda proyectada	188
Factor Carril.....	188
Factor de crecimiento	188
Factor camión	189
Cálculo de ESAL	189
Conclusiones.....	190
Anexos	191

Generalidades

El diseño de la estructura de pavimento del proyecto debe contar con un estudio previo de tráfico, el cual consiste en determinar la carga que tendrá que soportar la estructura, llamada ESAL.

Memoria de cálculo

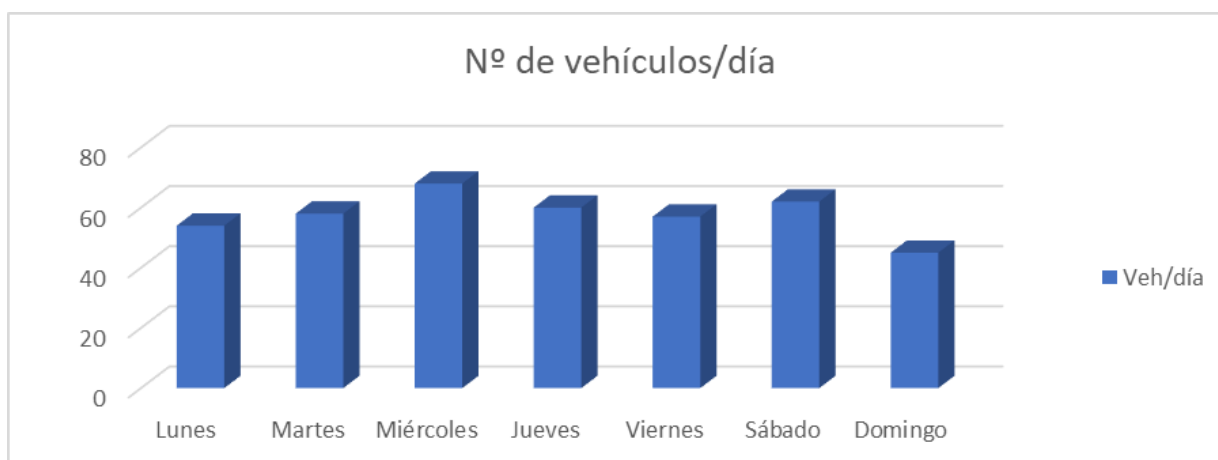
Resumen de los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Imagen 1. Resumen de conteo vehicular

	Mes			Abril	Año		2022	
Tipo de vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
<i>Automovil + Station Wagon</i>	26	24	34	32	28	30	23	
<i>Camioneta (Pickup/Panel)</i>	18	20	22	18	17	19	14	
<i>Combi</i>	10	14	12	8	10	11	6	
<i>Camión 2E</i>	0	0	0	2	2	2	2	
TOTAL	54	58	68	60	57	62	45	

Fuente: Elaboración propia

Imagen 2. Gráfica de conteo vehicular



Fuente: Elaboración propia

Periodo de diseño

El pavimento será diseñado y podrá soportar el efecto del tránsito, minimizando costos de operación y mantenimiento durante dicho periodo.

El horizonte de proyecto fue de 20 años.

Factores de corrección

Los valores de factor de corrección fueron tomados de las fichas estándar sectoriales del MEF, siendo el Peaje Mocce el más cercano a nuestra zona de proyecto.

Imagen 3. Factor de Corrección

Peaje Mocce	Abril	F.C.E Vehículos ligeros	1.065
		F.C.E Vehículos pesados	1.1377

Fuente: MEF






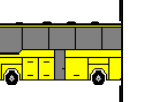
Para un conteo de 7 días

$$IMD_A = IMD_S * FC \quad IMD_S = \frac{(\sum Vi)}{7}$$

Donde:

- IMDS: Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada
- IMDA: Índice Medio Anual
- Vi. Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo
- FC: Factores de Corrección Estacional

Imagen 4. Tipos de vehículo

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	2 E
DIAGRA. VEH.						

Fuente: MTC

Imagen 5. Tráfico vehicular en sector de estudio

Tipo de vehículo	Tráfico Vehicular en dos sentidos por día							TOTAL	IMD _s	Fact. Correc.	IMD _a
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automovil + Station Wagon	26	24	34	32	28	30	23	197	28.14	1.065	30
Camioneta (Pickup/Panel)	16	18	22	16	18	14	12	116	16.57	1.065	18
Combi	10	14	12	8	10	11	6	71	10.14	1.065	11
Camión 2E	0	0	0	2	2	2	2	8	1.14	1.1377	2
TOTAL	52	56	68	58	58	57	43	392	56.00		61

Fuente: Elaboración propia

Tasa de crecimiento por Región en %

Los valores de tasa de crecimiento fueron tomados de las fichas estándar sectoriales del MEF. Siendo Lambayeque la región a la que pertenece nuestra zona de proyecto.

Imagen 6. Tasa de crecimiento por Región

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros		Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	TC		PBI
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

Fuente: MTC

- rvp: 0.97% (para vehículos de pasajeros)
- rvc: 3.45% (para vehículos de carga)

Donde:

- rvp: Tasa de Crecimiento Anual de la Población
- rvc: Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

Demanda proyectada

$$T_n = T_0 * (1 + r)^{n-1}$$

Donde:

- T_n : Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
- T_0 : Tránsito actual (año base) en veh/día
- n: año futuro de proyección
- r: tasa anual de crecimiento de tránsito

Imagen 7. Proyección de tráfico

Proyección de Tráfico		
Tipo de vehículo	Año base	20 años
<i>Automovil + Station Wagon</i>	30	36
<i>Camioneta (Pikup/Panel)</i>	18	22
<i>Combi</i>	11	13
<i>Camión 2E</i>	2	4
TOTAL	61	75

Fuente: Elaboración propia

Factor Carril

El factor carril dependerá de la cantidad de carriles de diseño en la vía a diseñar. El proyecto contará con dos carriles, por tanto, por tanto, el valor adoptado es 0.5.

Imagen 8. Factor carril

Nº carriles (2 direcciones)	%de camiones en el carril de diseño
2	50
4	45 (35-48)
6 ó más	40 (25-48)

Fuente: Guía AASHTO 93

Factor de crecimiento

El factor de crecimiento viene dado por la siguiente expresión:

$$F.C = \frac{(1 + r)^{n-1}}{r}$$

Imagen 9. Factor de crecimiento de tráfico

F Crecim. r_{vp}	21.95
F Crecim. r_{vc}	28.13

Fuente: Elaboración propia

Factor camión

Imagen 10. Factor Camión

Tipo de vehículo	FC
<i>Automovil + Station Wagon</i>	0.0001
<i>Camioneta (Pickup/Panel)</i>	0.0559
<i>Combi</i>	0.0001
<i>Camión 2E</i>	3.71

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de ESAL

El cálculo de ESAL se expresa en la siguiente tabla. Este valor será importante para el diseño estructural del pavimento.

Imagen 11. Cálculo de ESAL

Tipo de vehículo	IMDa	1 año	FC	Factor Crec.	Carril	ESAL parcial
<i>Automovil + Station Wagon</i>	36	13140	0.0001	21.95	0.5	14.42
<i>Camioneta (Pickup/Panel)</i>	22	8030	0.0559	21.95		4927.51
<i>Combi</i>	13	4745	0.0001	21.95		5.21
<i>Camión 2E</i>	4	1460	3.71	28.13		76197.58
					ESAL	81144.72

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

- El conteo de vehículos realizado en el mes de abril durante 7 días consecutivos se tuvo en cuenta la clasificación vehicular y la dirección del flujo (dos sentidos).
- Con la demanda actual de tránsito en el año base, expresado en vehículos/día y teniendo en cuenta cada tipo de vehículo, la tasa de crecimiento anual de Lambayeque, 0.97% para vehículos de pasajeros y 3.45% para vehículos de carga, se proyecta la demanda del volumen de tránsito que servirá al final del periodo de 20 años.
- La estimación del ESAL fue de 81144.72 EE, y es el producto de la demanda proyectada parcial proveniente del conteo vehicular con los datos previamente calculados de las tablas guía como son el factor camión y factor de crecimiento correspondiente a cada tipo de vehículos en simultáneo con el valor del carril de diseño de 0.5, porque se considera dos carriles por sentido. Este valor calculado servirá para su posterior diseño de la estructura del pavimento flexible.

Anexos

Imagen 12. Formato conteo vehicular

REPUBLICA DEL PERÚ		Ministerio de Transportes y Comunicaciones		FORMATO Nº 1.3																			
FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																							
TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION																					
SENTIDO		CODIGO DE LA ESTACION																					
UBICACIÓN		DIA Y FECHA																					
HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS				CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
DIGRA. VEH.																							
00	E																						
A																							
01	S																						
A																							
01	E																						
A																							
02	S																						
A																							
02	E																						
A																							
03	S																						
A																							
03	E																						
A																							
04	S																						
A																							

ENCUESTADOR: _____ JEFE DE BRIGADA: _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTC: _____

Fuente: MTC

Imagen 13. Factores de corrección vehicular

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)															FORMATO N° 1.1 A
N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.9835	1.0000	
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1589	0.9021	1.0000	
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000	
6	CAMANA	0.9535	0.4934	1.0509	1.2663	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000	
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000	
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0590	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9963	0.9896	1.0077	0.7648	1.0000	
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000	
10	CATAC	1.0992	1.0689	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000	
11	CASACANCHA	1.0221	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8830	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.8217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000	
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.0487	0.6261	1.0000	
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	1.0207	1.2832	0.8829	1.0000	
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0002	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000	
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.9673	1.0000	
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	
22	DESIVIO QLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000	
23	DESIVIO TALARÁ	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9635	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000	
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0569	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9838	1.0838	1.0772	1.0791	0.8230	1.0000	
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1080	1.0310	1.0829	0.7531	1.0000	
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8654	0.9256	0.8519	0.7885	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	
29	ICA	0.8652	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000	
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0628	1.1372	1.3867	0.9667	1.0000	
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0650	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9822	1.1421	1.0329	1.0628	0.4477	1.0000	
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9291	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000	
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000	
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9862	1.0088	1.0983	1.0630	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.9889	1.0000	
37	MATARAMI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.6168	1.5740	1.5939	1.4242	1.3091	0.7821	1.0000	
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.8208	1.0000	
39	MOCCE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9698	0.9654	1.0213	1.0118	1.0013	0.8605	1.0000	
40	MON TALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.1059	1.0488	1.0071	1.0540	1.0687	1.0353	0.8310	1.0000	
41	MORROPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0820	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0813	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	1.0000	
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0237	1.0000	
44	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.8663	1.0000	
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9694	1.0000	
46	PAITA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0000	
47	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0677	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000	
48	PAMPA GALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	0.8288	1.0000	
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0838	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9069	0.8363	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0687	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7985	1.0365	0.9748	1.0193	0.8250	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.7673	1.0000	
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0052	0.8096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7769	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9853	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000	
54	PLANCHON	1.0622	1.0822	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000	
55	POMAHUACA	0.9923	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000	
56	PONGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0667	1.0028	0.9826	0.9141	0.9728	0.9669	0.9669	0.9669	0.8065	1.0000	
57	POZO REDONDO	0.9235	0.8602	1.0219	1.0682	1.1022	1.0689	1.0385	1.0403	1.1089	1.0396	1.0052	0.8472	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	0.9849	0.8010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8099	0.5874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0000	
59	QUIULLA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000	
60	RUMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0348	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000	
61	SAN ANTON								1.1261	1.0599	0.9635	1.0337	0.8809	1.0000	
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	1.0000	
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0635	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9572	0.9531	1.0563	0.7550	1.0000	
64	SANTA LUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7803	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000	
65	SAYLLA	1.0247	0.8848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAMA	1.0552	1.0572	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9695	0.8150	1.0387	1.0592	1.0482	0.9393	1.0000	
67	SICUYANI	1.0307	0.8251	1.0268	1.0855	1.1303	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0000	
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	1.0904	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0000	
69	TAMBOGRANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0611	1.0462	1.0492	1.0252	0.8999	0.9612	0.8933	1.0000	
70	TOMASIRI	0.9857	0.9170	1.0642	1.0853	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	1.0303	1.0377	1.0434	0.7758	1.0000	
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.0103	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9599	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	1.0000	
73	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	0.8						

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)		FORMATO Nº 1.1 B													
Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	
		Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC	Pesados FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000	
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8820	1.0000	
3	AMBO	0.7967	0.7889	0.8193	0.7782	0.7945	0.7905	0.7890	1.0456	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000	
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0306	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000	
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0635	1.0533	1.0511	1.0319	0.9894	0.9505	0.9456	0.9335	0.9456	0.9485	1.0000	
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0653	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000	
7	CANCAS	1.0480	0.9888	1.0151	1.0462	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000	
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9463	0.9765	0.8133	1.0000	
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9789	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000	
10	CATAO	1.0638	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9558	0.9884	1.0000	
11	CASACANCHA	1.0685	1.0820	1.0374	1.0774	1.0216	0.9846	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000	
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9656	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9539	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000	
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000	
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000	
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000	
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000	
17	CHULLUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7396	1.0000	
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0638	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000	
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9633	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000	
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	0.9979	0.9314	0.9100	0.7892	1.0000	
21	CUQUIL	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000	
22	DESIVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0667	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000	
23	DESIVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000	
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.0246	1.0246	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000	
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9959	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000	
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000	
27	HUACRAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000	
28	HUARMAY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1596	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000	
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0538	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853	1.0000	
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9680	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000	
31	ILO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0029	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000	
32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9636	0.9677	0.9563	0.9330	0.4681	1.0000	
33	LOMA LARGA BAJA	0.9884	1.0881	1.2082	1.2264	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000	
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0483	1.0486	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0000	
35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	1.0000	
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0595	1.0602	0.9893	0.9652	0.8165	1.0000	
37	MATARANI	0.9789	0.8851	1.0520	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0345	0.9879	0.9887	0.9761	0.8394	1.0000	
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0366	0.9978	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.8032	0.7510	0.6242	1.0000	
39	MOCCO	0.9589	0.9880	1.0560	1.1377	1.0767	0.9555	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9495	0.6739	1.0000	
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0584	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.8286	1.0000	
41	MORROPE	0.9853	0.9582	1.0108	1.0690	1.0412	1.0481	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9444	0.7873	1.0000	
42	MOYOBAMBA	1.0394	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9880	0.9971	0.9593	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	1.0000	
43	NAZCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	0.9794	0.9595	0.9575	0.9266	1.0810	1.0000	
44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0596	1.0523	0.9901	0.9939	0.9811	0.9523	0.8040	1.0000	
45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	0.9510	0.9694	0.9504	0.9633	1.0005	1.0000	
46	PAITA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0623	1.1406	1.0573	0.9480	0.9039	0.8388	0.7955	1.0000	
47	PAMPA CUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0814	0.9853	0.9499	0.9494	0.8790	0.8946	0.8194	1.0000	
48	PAMPA GALERA	1.0903	0.9946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9802	0.9332	0.9554	0.9417	0.9377	0.8104	1.0000	
49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0691	1.0606	1.0664	1.0201	0.9938	0.9473	0.7723	0.7828	0.7751	0.8073	1.0000	
50	PATAHUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9309	0.9448	0.8982	0.9068	0.7907	1.0000	
51	PEDRO RUIZ	1.0395	1.0270	1.0141	1.0435	1.0091	0.9997	1.0051	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.8908	1.0000	
52	PICHIRHUA	1.0749	1.0717	1.0821	1.0739	1.0482	1.0287	0.9978	0.9372	0.9326	0.9460	0.9215	0.7813	1.0000	
53	PIURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9893	0.9711	0.9363	0.7840	1.0000	
54	PLANCHON	1.3438	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8878	0.9470	0.7837	1.0000	
55	POMAHUACA	1.0921	1.0391	1.0628	1.0829	1.0577	1.0278	0.9851	0.9091	0.9596	0.9608	0.9436	0.8243	1.0000	
56	PONGO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9968	0.9792	0.9396	0.9093	0.9267	0.9780	0.9737	0.9432	1.0000	
57	POZO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9996	0.9978	1.0416	1.0090	0.9479	0.8553	1.0000	
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0721	1.0308	1.3038	1.1524	0.9881	0.9410	0.9228	0.8658	0.9105	0.9502	1.0000	
59	QUIULLA	1.1612	1.0851	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9509	0.9766	0.9979	1.1258	0.9767	1.0000	
60	RUMICHACA	1.0818	1.0268	1.0259	1.0168	1.0400	0.9999	0.9651	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0086	1.0000	
61	SAN ANTON								1.0513	1.0045	0.9507	1.0325	0.9682	1.0000	
62	SAN GABAN	1.0987	1.0538	1.1783	1.1125	1.1375	1.0887	1.2293	0.8892	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0000	
63	SAN LORENZO	1.4046	1.3895	1.3441	1.2280	1.1596	1.0389	0.9617	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0000	
64	SANTA LUCIA	1.0470	1.0248	1.0863	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9396	0.9085	0.9206	0.7987	1.0000	
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0339	0.9836	0.9486	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0000	
66	SERPENTIN DE PASAM	1.0230	1.0047	1.0391	1.0460	1.0344	1.0180	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	1.0000	
67	SICUYANI	1.1224	1.0194	1.0416	1.0932	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0000	
68	SOCOS	1.0895	1.0107	1.0057	1.0133	1.0501	0.9948	0.9791	0.9551	0.9911	0.9563	1.0190	0.9775	1.0000	
69	TAMBOGRANDE	0.9581	0.7330	1.1320	1.4600	1.4249	1.2833	1.3179	1.3397	1.1955	1.0221	0.9193	0.7364	1.0000	
70	TOMASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0693	1.0587	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	1.0000	
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9369	0.9286	0.9760	0.9695	1.0221	1.0081	1.0000	
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7871	1.0000	
73	UTCUBAMBA	1.1972	1.0385	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9674	0.9217	0.9488	0.9731	0.9745	0.8352	1.0000	
74	VARIANTE DE PASAMA	0.9887	0.9310	0.9776	1.0										

**ANEXO N°09:
ESTUDIO
HIDROLÓGICO**

ÍNDICE

Generalidades	196
Introducción	196
Objetivos	196
Hidrología	197
Precipitaciones	197
Métodos para el cálculo de caudal	198
Distribuciones para determinar las Precipitaciones	198
Determinación del Caudal de Diseño	203
Métodos alternativos Curvas IDF	205
Cálculo del Caudal de Diseño	208
Proyección de cunetas	209
Conclusiones	209

Generalidades

Introducción

El estudio hidrológico de la zona donde se realizó del proyecto: “AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020”, tendrá influencia en el diseño del drenaje pluvial a considerar para el proyecto.

Con la información que se obtendrá, se pretende el análisis de los diversos factores que permitan la proyección de las obras de arte que comprenderán la infraestructura.

Objetivos

- Realizar el estudio hidrológico de la zona del proyecto.
- Obtener la información real del terreno destinado para el proyecto.
- Utilizar softwares para la obtención de datos relevantes para el estudio.
- Aplicar los conocimientos de hidrología en el periodo de estudio

Hidrología

Precipitaciones

Las precipitaciones obtenidas en la zona obtenidas por la estación Lambayeque, abarcan desde el año 1970 hasta el año 2022, dando como resultado los siguientes datos de precipitación.

Imagen 1. Estación: Lambayeque, Tipo Convencional – Meteorológica

Departamento: Lambayeque		Provincia: Chiclayo		Distrito: San José		Período : 1948-2022							
Latitud: 6° 44' 3.75" Sur		Longitud: 79° 54' 35.4" Oeste		Altitud: 18 m.s.n.m.		(Actualizado a Febrero del 2022)							
Código: 106108		Tipo: Convencional - Meteorológica											
AÑO	MESES												P max anual (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1970	0.01	0.01	2.5	1.6	0.6	0.2	0.01	0.01	0.01	3	1.4	0.4	3.00
1971	0.01	0.01	15.6	1.6	0.01	0.01	0.5	0.01	0.4	4.2	0.6	0.5	15.60
1972	0.01	4.9	35.6	0.01	0.01	0.2	0.01	0.01	1	0.8	0.01	0.3	35.60
1973	2.7	11.6	10.7	3.1	0.2	0.1	0.01	0.3	0.3	0.01	0.2	0.01	11.60
1974	0.01	2.6	0.01	2.8	0.01	0.5	0.01	0.01	0.4	0.3	0.6	0.6	2.80
1975	2.9	1.3	4.8	2.3	0.6	0.1	0.01	3.9	0.01	1.2	0.2	0.1	4.80
1976	2.7	0.2	0.8	2.5	0.9	0.6	0.01	0.01	0.2	0.2	0.01	0.2	2.70
1977	3.9	2.3	2.3	0.2	1.1	0.01	0.2	0.01	2.9	1.6	1.6	1	3.90
1978	0.8	1.2	1.8	0.01	0.2	0.3	0.01	0	1.4	0.2	1.4	0.7	1.80
1979	0.5	1.3	1.8	0.7	1.6	0	0.01	0.01	1.2	0	0.1	0.1	1.80
1980	0.3	0.1	1.6	0.3	0.2	0	0	0	0	0.3	0.4	0.2	1.60
1981	0.01	1.8	9.9	1.6	0.01	0.4	0.2	0.4	0	0.3	0.3	0.3	9.90
1982	0.1	0.01	0.5	1.1	0.01	0	0.1	0.4	0.4	1.3	1.1	0.01	1.30
1983	47.3	5.6	63.6	17.3	30.8	5.5	0	0.01	0.5	1	0.1	1.4	63.60
1984	0.01	5.5	6.2	0.3	0.2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.4	0.4	0.1	6.20
1985	0.01	0.2	3.2	0.01	4.6	0.01	0	0.01	0.01	0.5	3	0.4	4.60
1986	3.8	0	8.5	1.3	0.01	0	0	0.3	0.01	0.5	1.6	0.8	8.50
1987	3.8	1.1	2.5	0.6	0	0	0.7	2.2	0.01	0.01	0.7	0.01	3.80
1988	2.1	0.3	0.5	1.8	1.8	0	0	0.01	0.1	0.4	1.3	0.01	2.10
1989	0.4	1.3	0.1	3.4	0	0.01	0	0.01	0.01	0	0	0	3.40
1990	2	0.1	2.2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.4	1.5	0.1	2.20
1991	0.8	0.5	0.9	0.8	0.01	0.1	0	0	0.1	0.01	0.1	0.2	0.90
1992	0.5	0	13.8	14.2	0.01	0.01	0	0.01	0.01	2	0.1	0.5	14.20
1993	0.01	3	6.6	1.1	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.7	1.4	0.01	6.60
1994	0.3	4.7	16.1	8.3	0.2	0.01	0	0.01	0	0	0.6	1.3	16.10
1995	5.7	0.01	0.4	0.1	0.2	0	0.1	0.01	0.1	0.7	0.6	0.2	5.70
1996	0.01	0.6	2	0.7	1.3	0.01	0	0	0	1.2	0.01	0.01	2.00
1997	0.3	1.4	0.01	0.6	0.01	0.01	0.01	0	0.1	0.8	1.2	10.5	10.50
1998	8.2	71.3	40.5	4.5	1.2	0.01	0	0	0	0.5	0.2	1.2	71.30
1999	0.9	20.1	1	4.4	1.6	0.8	0.4	0	1.3	2.9	0	2.1	20.10
2000	0.6	0.4	1.9	2.1	0.4	5.7	0	0.01	2.5	0.01	0.5	0.5	5.70
2001	0.1	1.6	40.8	7.1	0.2	1.2	0	0.01	0	0.7	0	1	40.80
2002	0	13.2	15.2	2.1	0	0	0.2	0	0	1.2	1.6	1.1	15.20
2003	1.1	3	0.1	0.01	0.01	2.2	0.01	0	0	0.01	14.7	0.01	14.70
2004	0.01	1.1	3.6	0	0.6	0	0.3	0	1.3	1.7	0.01	0.8	3.60
2005	0.3	2.4	1.5	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	2.40
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
2007	2.4	0	1.5	0.01	0.01	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0.01	2.40
2008	2.1	3.8	11.7	3.8	0	0	0.01	0.01	0	0.01	0	0	11.70
2009	3.5	2.1	4.4	0	0.5	0	0	0	0	0.01	0.7	5.7	5.70
2010	0	19.7	8.9	0.4	0.01	0	0	0	0	3.6	2.8	0.01	19.70
2011	2.8	0.01	0.01	7.1	0.01	0	0	0	0	0.01	0.01	3	7.10
2012	0.01	22.1	9.6	0.01	0	0	0	0	0	0	0.9	0.5	22.10
2013	0.01	1.4	8.5	1	2.8	0	0	0	0	1.9	0	0	8.50
2014	0.01	0	0.4	0	3.7	0	0	0	0	0	0	0	3.70
2015	0	0.5	9.1	0.4	0.4	0	0	0	0	0.9	0	0.8	9.10
2016	3.6	1	0.6	5.8	0	0	0	0	0	0	0	0.9	5.80
2017	1.7	34.6	60.7	0	0	0.3	0	0	5.4	0.3	0	0.3	60.70
2018	2.4	0.3	1.3	0.8	0.5	0	0	0	0	0.5	1	3.4	3.40
2019	0	7	1.8	1.4	0.1	0	0.3	0	0	0.5	0	1.1	7.00
2020	0	0.2	0	0	0	0	1.6	0	0.3	0.3	0.4	3.6	3.60
2021	2.1	0	10	7	1.5	0.3	0	0	0.2	3.2	2.5	4.3	10.00
2022	0.5	1.8	8.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.70

Fuente: SENAMHI

Métodos para el cálculo de caudal

Para determinar los caudales para el diseño, se tendrá en cuenta el “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje” del Ministerio de Transporte y comunicaciones; analizando diversos métodos para obtener las precipitaciones para los distintos periodos de retorno a considerar.

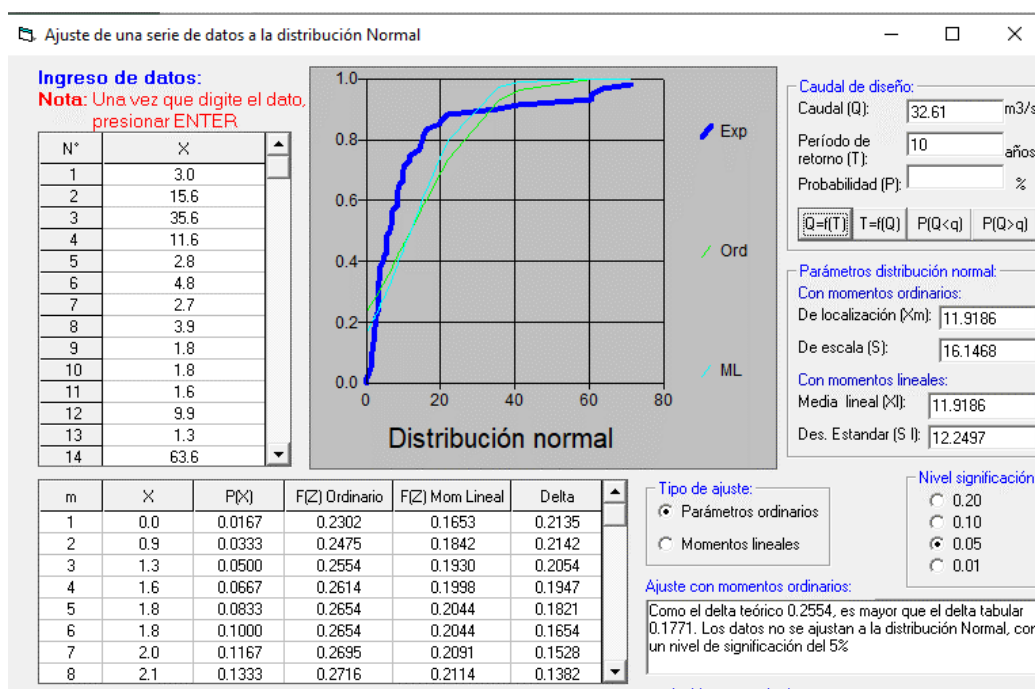
Para ello, se considera los datos pluviométricos obtenidos del sitio web del SENAMHI, siendo los datos pluviométricos los que permitirán determinar los apuntes necesarios para la proyección del diseño de obras de arte, como cunetas.

Para el análisis de datos pluviométricos se utilizará el software “Hidroesta 2”. Se analizarán las siguientes distribuciones:

Distribuciones para determinar las Precipitaciones

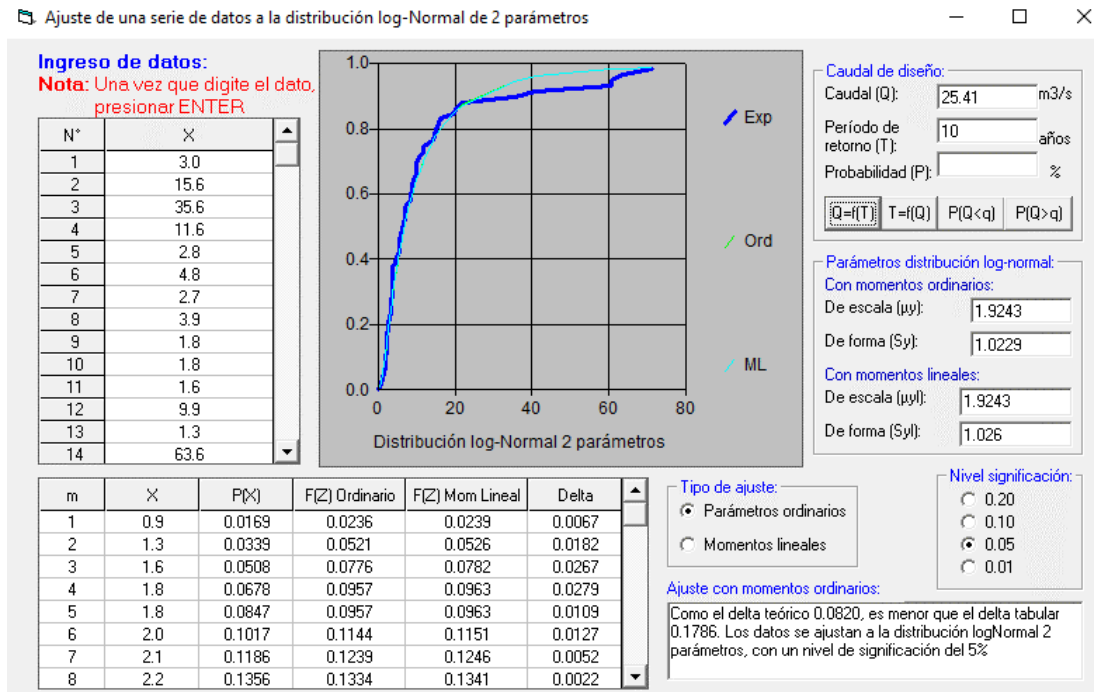
- Distribución Normal

Imagen 2. Distribución Normal



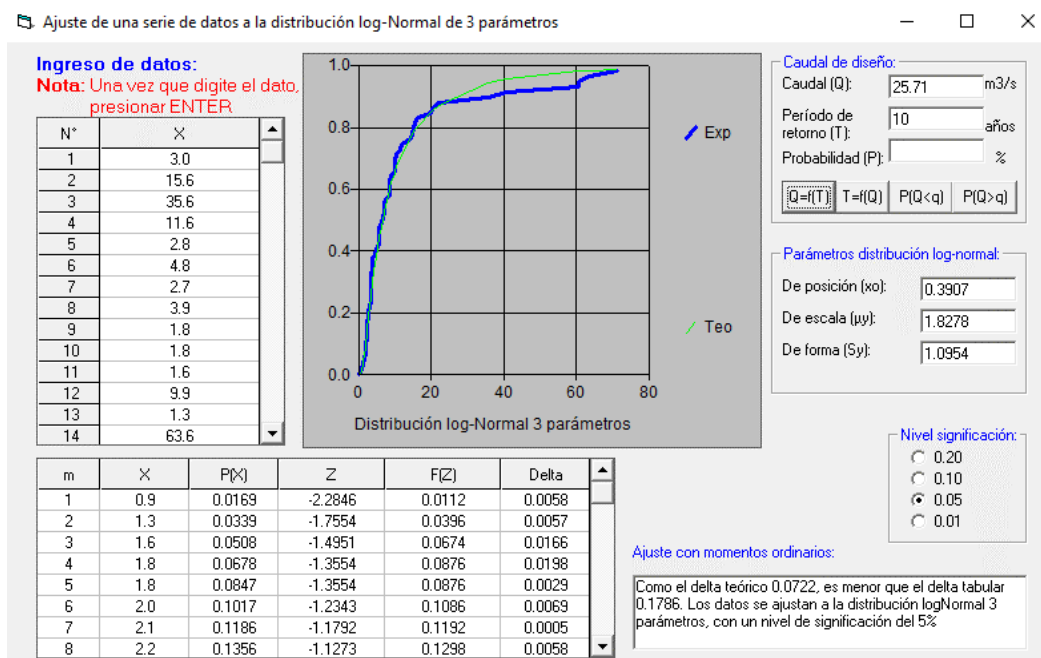
Fuente: HIDROESTA

▪ Distribución Log-Normal de 2 parámetros



Fuente: HIDROESTA

▪ Distribución Log-Normal de 3 parámetros



Fuente: HIDROESTA

- Distribución Gamma de 2 parámetros

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	3.0
2	15.6
3	35.6
4	11.6
5	2.8
6	4.8
7	2.7
8	3.9
9	1.8
10	1.8
11	1.6
12	9.9
13	1.3
14	63.6

Distribución Gamma 2 parámetros

Exp
 Ord
 ML

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): 27.84 m³/s
 Período de retorno (T): 10 años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución Gamma 2 par:
 Con momentos ordinarios:
 De forma (gamma): 1.0097
 De escala (beta): 12.0075
 Con momentos lineales:
 De forma (gamma): 0.6917
 De escala (beta): 17.529

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	0.9	0.0169	0.0701	0.1385	0.0532
2	1.3	0.0339	0.1000	0.1769	0.0661
3	1.6	0.0508	0.1218	0.2029	0.0709
4	1.8	0.0678	0.1361	0.2191	0.0683
5	1.8	0.0847	0.1361	0.2191	0.0513
6	2.0	0.1017	0.1501	0.2346	0.0484
7	2.1	0.1186	0.1570	0.2421	0.0384
8	2.2	0.1356	0.1639	0.2494	0.0283

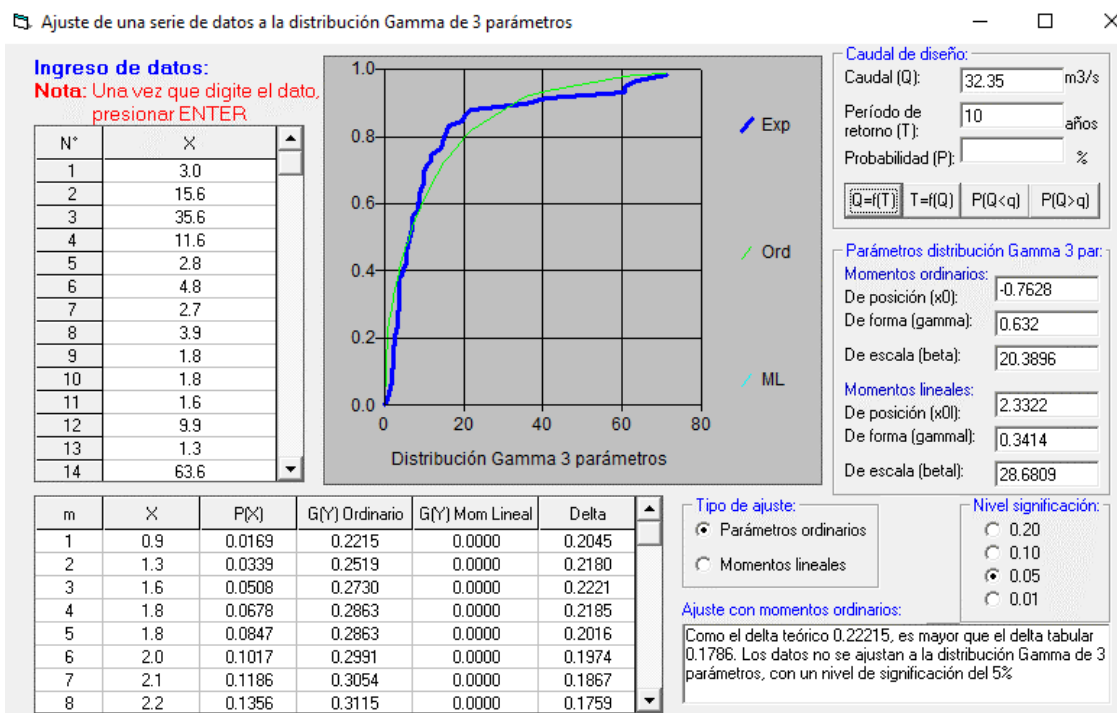
Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1342, es menor que el delta tabular 0.1786. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

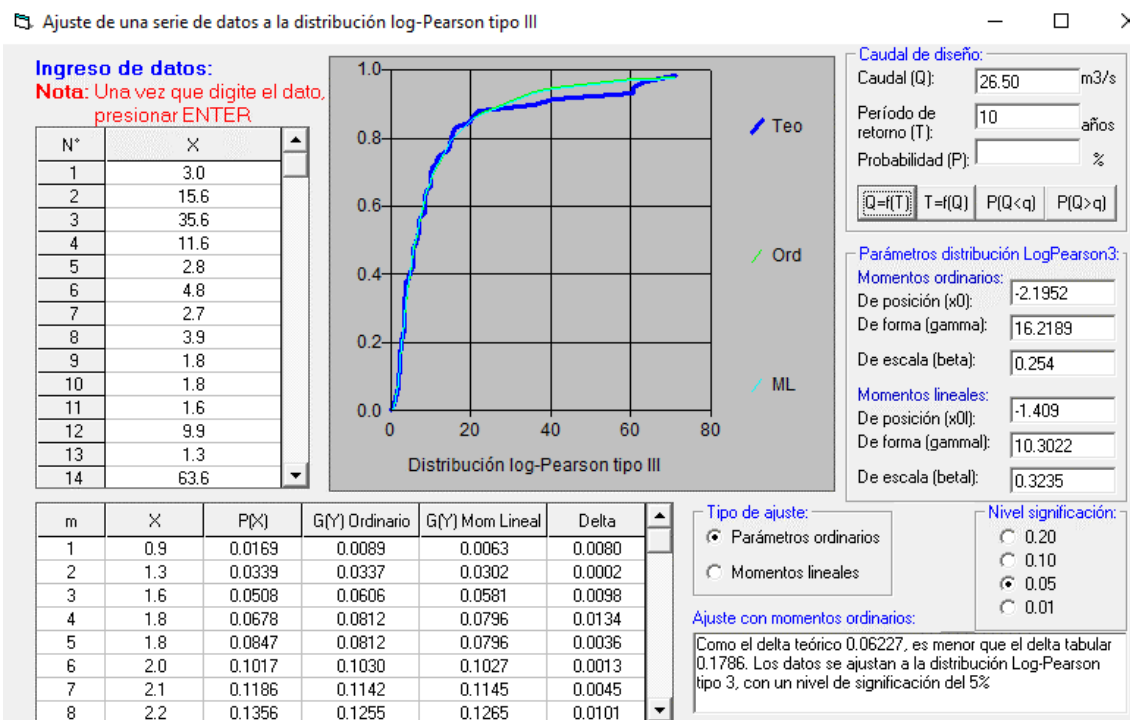
Fuente: HIDROESTA

- Distribución Gamma de 3 parámetros



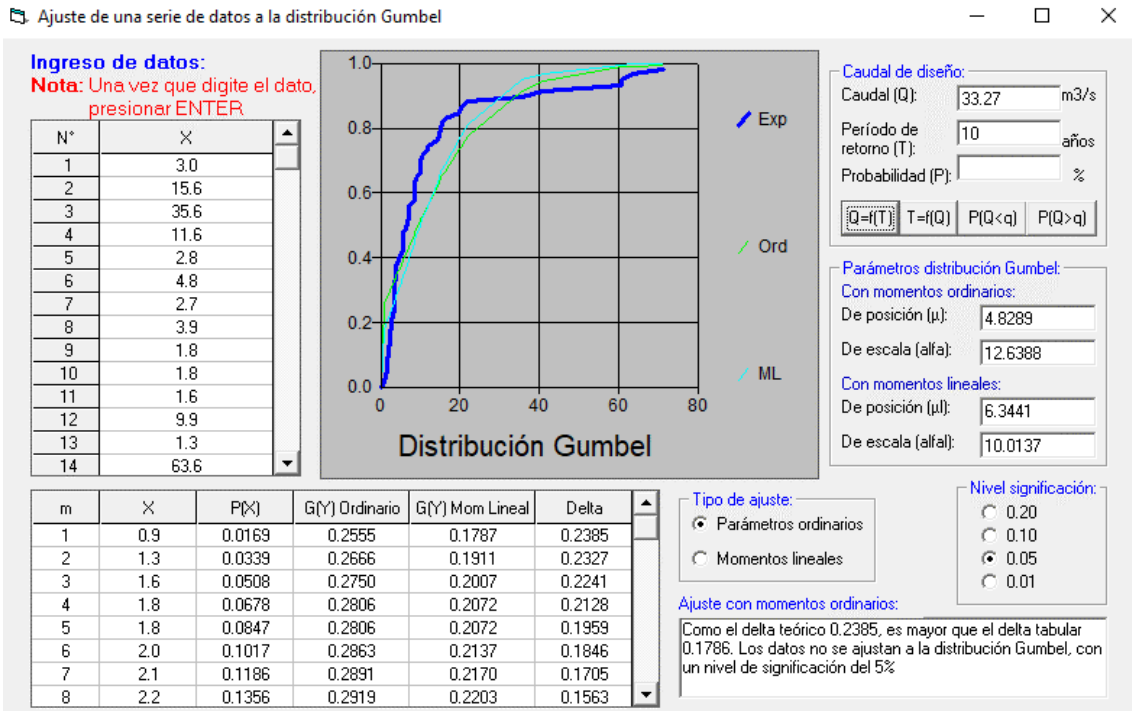
Fuente: HIDROESTA

- Distribución Log-Pearson, tipo III



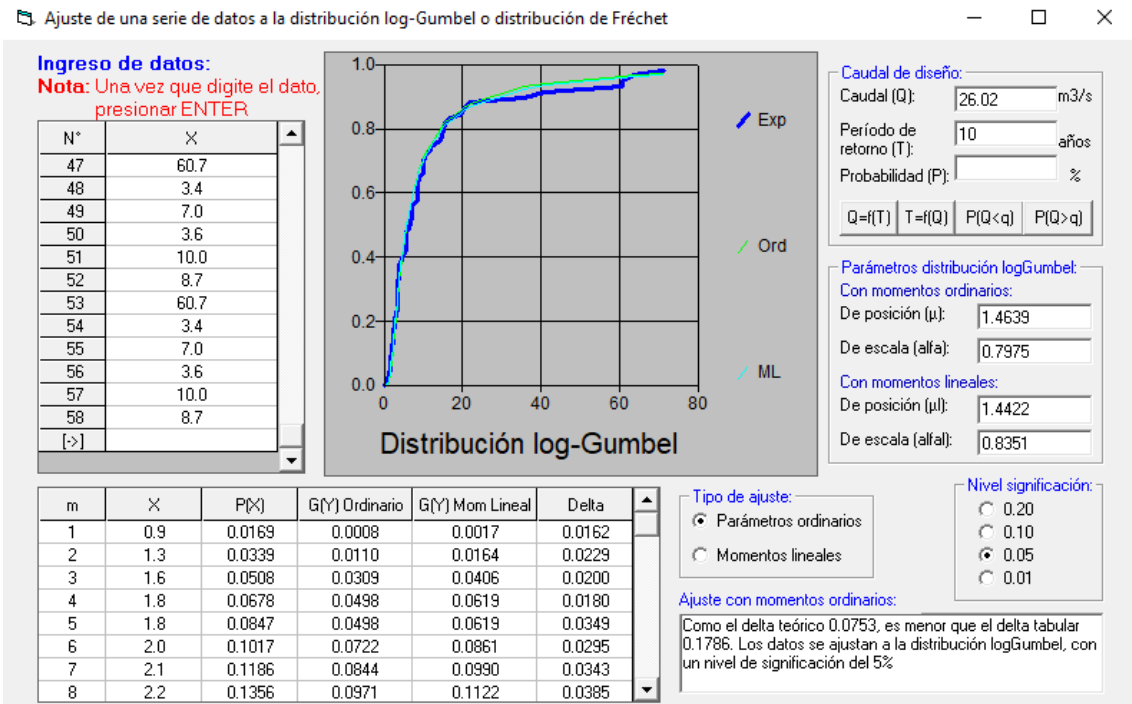
Fuente: HIDROESTA

- Distribución Gumbel



Fuente: HIDROESTA

▪ Distribución LogGumbel



Fuente: HIDROESTA

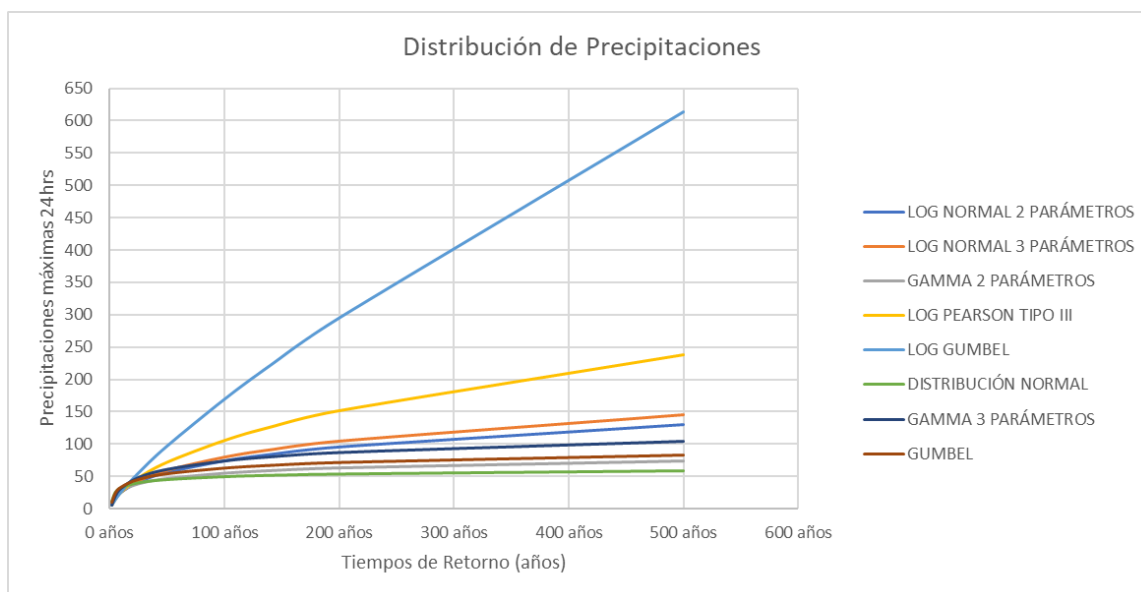
- Resumen de Distribuciones

Imagen 3. Resumen de distribuciones

T	DISTRIBUCIÓN NORMAL	LOG NORMAL 2 PARÁMETROS	LOG NORMAL 3 PARÁMETROS	GAMMA 2 PARÁMETROS	GAMMA 3 PARÁMETROS	LOG PEARSON TIPO III	GUMBEL	LOG GUMBEL
2 años	11.92	6.85	6.61	8.44	6.27	6.3	9.46	5.79
5 años	25.51	16.2	16.03	19.5	20.47	15.66	23.76	14.3
10 años	32.61	25.41	25.71	27.84	32.35	26.5	33.27	26.02
25 años	40.19	41.08	42.74	38.87	48.79	48.26	45.25	55.42
50 años	45.09	56.01	59.41	47.2	61.55	72.61	54.14	97.11
100 años	49.49	74.02	79.95	55.51	74.48	106.36	62.97	169.48
140 años	51.49	84	91.49	59.53	80.8	127.04	67.24	221.9
200 años	53.52	95.53	104.95	63.78	87.51	152.44	71.76	295.17
500 años	58.4	130.15	145.99	74.63	104.76	238.81	83.36	613.72

Fuente: Elaboración propia

Imagen 4. Gráfica de distribución de precipitaciones



Fuente: Elaboración propia

Determinación del Caudal de Diseño

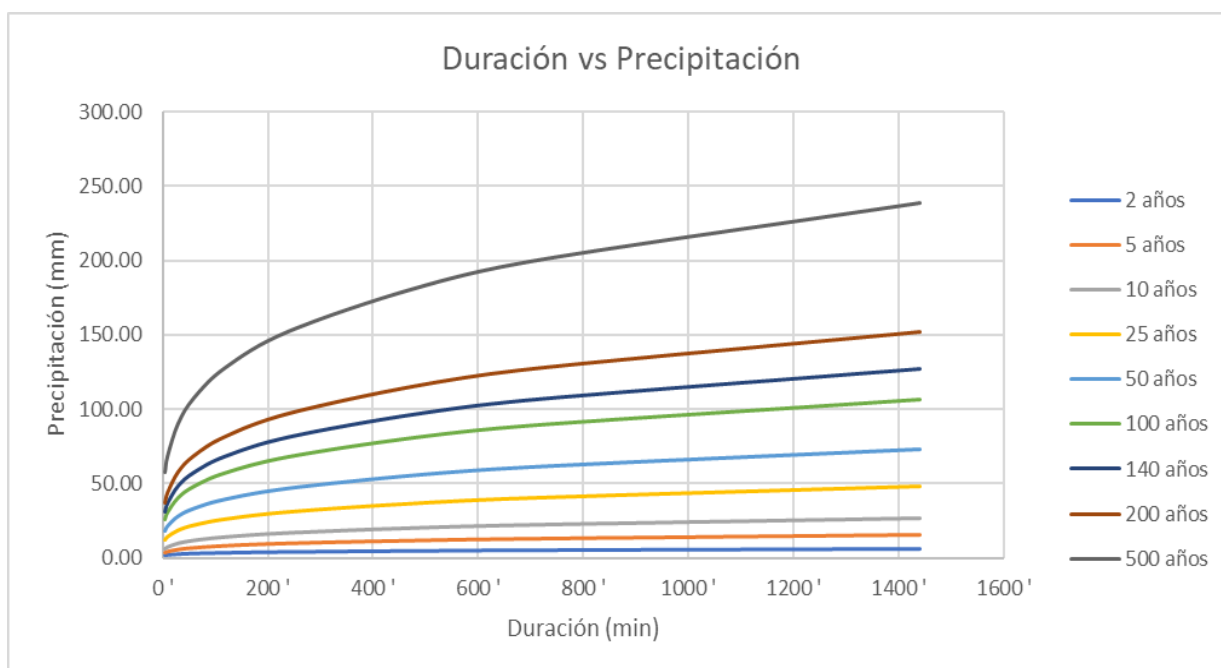
- Determinación de Precipitaciones

Imagen 5. Precipitaciones de diseño

PRECIPITACIONES (mm)										
T	LOG PEARSON TIPO III	5'	10'	30'	60'	120'	240'	480'	720'	1440'
2 años	6.30	1.53	1.82	2.39	2.85	3.38	4.03	4.79	5.30	6.30
5 años	15.66	3.80	4.52	5.95	7.08	8.41	10.01	11.90	13.17	15.66
10 años	26.50	6.43	7.65	10.07	11.97	14.24	16.93	20.14	22.28	26.50
25 años	48.26	11.71	13.93	18.33	21.80	25.93	30.84	36.67	40.58	48.26
50 años	72.61	17.63	20.96	27.59	32.81	39.01	46.39	55.17	61.06	72.61
100 años	106.36	25.82	30.70	40.41	48.05	57.15	67.96	80.82	89.44	106.36
140 años	127.04	30.84	36.67	48.26	57.40	68.26	81.17	96.53	106.83	127.04
200 años	152.44	37.00	44.01	57.91	68.87	81.90	97.40	115.83	128.19	152.44
500 años	238.81	57.97	68.94	90.73	107.89	128.31	152.59	181.46	200.81	238.81

Fuente: Elaboración propia

Imagen 6. Gráfica Duración vs Precipitación



Fuente: Elaboración propia

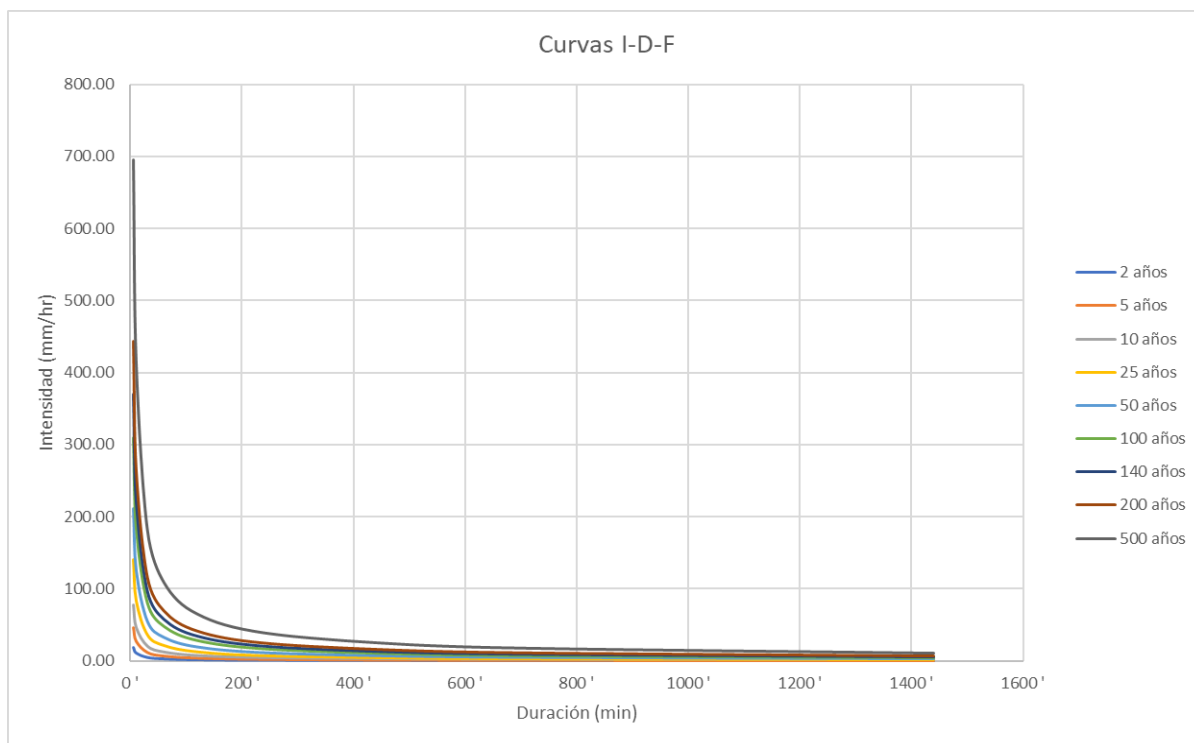
- Determinación de Intensidades

Imagen 7. Intensidades de diseño

INTENSIDADES (mm/hrs)										
T	LOG PEARSON TIPO III	5'	10'	30'	60'	120'	240'	480'	720'	1440'
2 años	6.3	18.35	10.91	4.79	2.85	1.69	1.01	0.60	0.44	0.26
5 años	15.66	45.62	27.12	11.90	7.08	4.21	2.50	1.49	1.10	0.65
10 años	26.5	77.19	45.90	20.14	11.97	7.12	4.23	2.52	1.86	1.10
25 años	48.26	140.58	83.59	36.67	21.80	12.96	7.71	4.58	3.38	2.01
50 años	72.61	211.51	125.76	55.17	32.81	19.51	11.60	6.90	5.09	3.03
100 años	106.36	309.82	184.22	80.82	48.05	28.57	16.99	10.10	7.45	4.43
140 años	127.04	370.06	220.04	96.53	57.40	34.13	20.29	12.07	8.90	5.29
200 años	152.44	444.05	264.03	115.83	68.87	40.95	24.35	14.48	10.68	6.35
500 años	238.81	695.64	413.63	181.46	107.89	64.15	38.15	22.68	16.73	9.95

Fuente: Elaboración propia

Imagen 8. Curvas IDF



Fuente: Elaboración propia

Métodos alternativos Curvas IDF

- Criterio Grobe

Imagen 9. Curva I-D-F. Criterio Grobe

Calcular la ecuación de Imax a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y P...

Ingreso de datos y cálculo ecuación Imax

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	3.0
2	15.6
3	35.6
4	11.6
5	2.8
6	4.8
7	2.7
8	3.9
9	1.8
10	1.8
11	1.6
12	9.9

Calcular Imax de diseño:

Período de retorno (T): años

Duración (D): min

Imax: mm/hr

Resultados y gráfico Imax-D-T

P24h	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
3	1.03	1.14	1.36	1.61	1.78	1.92
15.6	5.36	5.93	7.05	8.38	9.28	9.97
35.6	12.22	13.53	16.08	19.13	21.17	22.75
11.6	3.98	4.41	5.24	6.23	6.90	7.41
2.8	0.96	1.06	1.27	1.50	1.66	1.79
4.8	1.65	1.82	2.17	2.58	2.85	3.07

Año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
1	3.09	2.28	1.36	0.81	0.59	0.48
2	16.07	11.85	7.05	4.19	3.09	2.49
3	36.66	27.05	16.08	9.56	7.06	5.69
4	11.95	8.81	5.24	3.12	2.30	1.85
5	2.88	2.13	1.27	0.75	0.55	0.45
6	4.94	3.65	2.17	1.29	0.95	0.77

T año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
59.00	73.43	54.18	32.21	19.15	14.13	11.39
29.50	65.50	48.33	28.73	17.09	12.61	10.16
19.67	62.51	46.12	27.42	16.31	12.03	9.70
14.75	62.51	46.12	27.42	16.31	12.03	9.70
11.80	42.02	31.00	18.43	10.96	8.09	6.52
9.83	36.66	27.05	16.08	9.56	7.06	5.69

Ecuación	R	R^2	Se
Imax = 23.2310 * T^(1.0919) * D^(-0.7500)	0.9722	0.9452	10.5077

Ajuste:

Calcular la ecuación de Imax a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y P...

Ingreso de datos y cálculo ecuación Imax

Valores de Imax, para diferentes D en min, y para T = 5, 10, 20 y 50 años

Duración D	T = 5	T = 10	T = 20	T = 50
10	23.95	51.05	108.81	295.92
20	14.24	30.35	64.70	175.95
30	10.51	22.39	47.73	129.82
40	8.47	18.05	38.47	104.62
50	7.16	15.27	32.54	88.50
60	6.25	13.32	28.38	77.19
70	5.56	11.86	25.28	68.76
80	5.03	10.73	22.87	62.21
90	4.61	9.82	20.94	56.95
100	4.26	9.08	19.35	52.62
110	3.96	8.45	18.01	48.99
120	3.71	7.92	16.88	45.90

Cálculo valores I,D,T

Resultados y gráfico Imax-D-T

Curvas I-D-T

Fuente: HIDROESTA

- Criterio de Frederick Bell

Imagen 10. Criterio de Frederich Bell

Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos de P máx diarios utilizando el criterio de Frederich Bell

Ingreso de datos y cálculo ecuación Imax

Ingreso de dato necesario:
Este dato, se genera a partir de los datos de Pmax diaria (24 hr), para un T=10 años, con la distribución que mejor la ajuste.

Pmax para 24hr con T=10 años:

Resultado parcial (P6010):
P con D=60 min y T=10 años (P6010):

Imax para diferentes duraciones (D) y periodos de retorno (T):

T	5 min	10 min	20 min	30 min	60 min	120 min
100	65.70	49.17	34.29	27.20	17.86	11.46
50	59.27	44.36	30.93	24.54	16.11	10.34
25	52.83	39.54	27.58	21.87	14.36	9.22
10	44.33	33.18	23.14	18.35	12.05	7.73
5	37.90	28.37	19.78	15.69	10.30	6.61
3	33.16	24.82	17.31	13.73	9.01	5.78
2	29.40	22.01	15.35	12.17	7.99	5.13

Ecuación de Ajuste:

Ecuación	R	R^2	Se
$Imáx = 69.5692 \cdot T^{(0.2040)} \cdot D^{(-0.5535)}$	0.9965	0.9930	1.8518

Resultados y gráfico Imax-D-T

Precipitaciones para diferentes duraciones y periodos de retorno, obtenidos con la fórmula de Bell:

$$P_D^T = (0.21 \ln(T) + 0.52)(0.54D^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

T	5 min	10 min	20 min	30 min	60 min	120 min
100	5.47	8.19	11.43	13.60	17.86	22.92
50	4.94	7.39	10.31	12.27	16.11	20.68
25	4.40	6.59	9.19	10.94	14.36	18.43
10	3.69	5.53	7.71	9.18	12.05	15.47
5	3.16	4.73	6.59	7.85	10.30	13.22
3	2.76	4.14	5.77	6.86	9.01	11.57
2	2.45	3.67	5.12	6.09	7.99	10.26

Calcular Imáx de diseño:

Período de retorno (T): años

Duración (D): min

mm/hr

Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos de P máx diarios utilizando el criterio de Frederich Bell

Ingreso de datos y cálculo ecuación Imax

Resultados y gráfico Imax-D-T

Valores de Imax, para diferentes D = 10, 20, ... 120 en min, y para T = 5, 10, 20 y 50 años

Duración D	T = 5	T = 10	T = 20	T = 50
10	27.01	31.11	35.83	43.20
20	18.40	21.20	24.42	29.43
30	14.70	16.94	19.51	23.52
40	12.54	14.44	16.64	20.05
50	11.08	12.76	14.70	17.72
60	10.02	11.54	13.29	16.02
70	9.20	10.60	12.20	14.71
80	8.54	9.84	11.34	13.66
90	8.00	9.22	10.62	12.80
100	7.55	8.70	10.02	12.08
110	7.16	8.25	9.50	11.46
120	6.83	7.86	9.06	10.92

Curvas I-D-T

Fuente: HIDROESTA

Cálculo del Caudal de Diseño

- Caudal de aporte de Calles y techos (Método Racional)

Imagen 11. Método Racional

Tramo	Descripción		Área(Km2)	Coef. de escorrentía		Coef. de escorrentía ponderado	I (mm/hr) MTC	Caudal circulante (m3/seg)
	Aporte de Viviendas (m2)	Aporte de vías (m2)		Viviendas	Asfalto			
Calle 1	4971.74	1828.50	0.0068	0.83	0.81	0.82	11.97	0.0186
Calle 2	4324.69	1905.16	0.0062	0.83	0.81	0.82	11.97	0.0171
Calle 3	1106.05	835.97	0.0019	0.83	0.81	0.82	11.97	0.0053
Calle 4	3352.40	1952.13	0.0053	0.83	0.81	0.82	11.97	0.0145
Calle 5	3443.46	1813.26	0.0053	0.83	0.81	0.82	11.97	0.0144
Calle 6	3767.55	1924.45	0.0057	0.83	0.81	0.82	11.97	0.0156
Calle 7	4189.73	1726.51	0.0059	0.83	0.81	0.82	11.97	0.0162
Calle 8	4155.60	1160.18	0.0053	0.83	0.81	0.83	11.97	0.0146
Calle 9		3365.11	0.0034		0.81	0.81	11.97	0.0091
Calle 10		4023.628	0.0040		0.81	0.81	11.97	0.0108

Fuente: Elaboración propia

- Caudal de Manning

Imagen 12. Caudal de Manning

Tramo	Coef. Rugosidad (n)	Longitud (m)	Cota inicial	Cota final	ΔH (m)	S (m/m)	H (m)	Rh	Ah	Caudal admisible (m3/seg)
Calle 1	0.01	180.31	16.72	16.92	0.20	0.00113	0.30	0.108	0.098	0.057
Calle 2	0.01	176.86	16.94	16.89	0.05	0.00028	0.30	0.108	0.098	0.029
Calle 3	0.01	101.42	17.22	16.94	0.28	0.00274	0.30	0.108	0.098	0.089
Calle 4	0.01	180.16	17.30	16.84	0.46	0.00256	0.30	0.108	0.098	0.086
Calle 5	0.01	177.29	16.81	17.52	0.71	0.00399	0.30	0.108	0.098	0.108
Calle 6	0.01	167.04	17.30	16.78	0.52	0.00314	0.30	0.108	0.098	0.095
Calle 7	0.01	166.35	17.06	16.75	0.32	0.00190	0.30	0.108	0.098	0.074
Calle 8	0.01	166.80	16.82	16.72	0.10	0.00059	0.30	0.108	0.098	0.041
Calle 9	0.013	386.45	16.965	16.719	0.246	0.00063656	0.5	0.1803	0.2708	0.1677
Calle 10 - I	0.01	173.75	17.52	16.45	1.07	0.00614	0.30	0.108	0.098	0.133
Calle 10 - II	0.01	224.17	17.52	16.82	0.70	0.00314	0.30	0.108	0.098	0.095

Fuente: Elaboración propia

- Verificación de diseño

Imagen 13. Verificación de diseño

Tramo	Caudal admisible (m3/seg)	Caudal circulante (m3/seg)	Caudal acumulado (m3/seg)	Verificación
Calle 1	0.05713	0.0186	0.0186	OK
Calle 2	0.02863	0.0171	0.0171	OK
Calle 3	0.08914	0.0053	0.0053	OK
Calle 4	0.08613	0.0145	0.0145	OK
Calle 5	0.10760	0.0144	0.0144	OK
Calle 6	0.09536	0.0156	0.0156	OK
Calle 7	0.07421	0.0162	0.0162	OK
Calle 8	0.04127	0.0146	0.0146	OK
Calle 9	0.16774	0.0091	0.1014	OK
Calle 10	0.22871	0.0108	0.0186	OK

Fuente: Elaboración propia

Proyección de cunetas

Tramo	Caudal aportante x cuneta (m ³ /seg)	H cuneta (m)	Ancho cuneta (m)
Calle 1	0.02856	0.3	0.6
Calle 2	0.01431	0.3	0.6
Calle 3	0.04457	0.3	0.6
Calle 4	0.04306	0.3	0.6
Calle 5	0.05380	0.3	0.6
Calle 6	0.04768	0.3	0.6
Calle 7	0.03710	0.3	0.6
Calle 8	0.02064	0.3	0.6
Calle 9	0.08387	0.5	0.6
Calle - I	0.06668	0.3	0.6
Calle 10-II	0.04767	0.3	0.6

Conclusiones

- Se logró realizar el estudio hidrológico para realizar el proyecto de tesis planteado, partiendo de los datos de precipitación de la estación de Lambayeque.
- Se aplicaron los conocimientos básicos de Hidrología, adquiridos en el tiempo de estudios.
- Se obtuvo el caudal de diseño para la proyección de las obras de arte (cunetas).

**ANEXO N°10:
DISEÑO DE
PAVIMENTACIÓN**

ÍNDICE

Generalidades	212
Objetivos.....	212
Pavimentación	213
Normativa MTC	213
Categoría de Subrasante	213
Tipo de Tráfico según ESAL.....	213
Diferencial de Serviciabilidad	214
Valores de Drenaje	214
Nivel de Confiabilidad	215
Desviación Estándar	216
Resumen de datos de entrada.....	216
Diseño estructural – Método AASHTO 93	216
Cálculo del Módulo Resiliente	216
Cálculo del número estructural.....	216
Cálculo de "a1"	217
Cálculo de "a2" y "SN1".....	217
Cálculo de "a3" y "SN2".....	219
Cálculo de espesores.....	220
Anexos.....	222

Generalidades

De acuerdo con las visitas de campo se pudo constatar que la zona de estudio no cuenta con una pavimentación, siendo conformadas solo por terreno natural; por ello, se planteará el diseño de la estructura de un pavimento flexible bajo los criterios establecidos en normativa AASHTO 93 y teniendo en cuenta los criterios mínimos estipulados en la normativa de Pavimentos Urbanos.

Objetivos

Diseñar la estructura de pavimento flexible, conformado por carpeta asfáltica en caliente y capas granulares para un periodo de diseño de 20 años, definido en dos etapas basado en la metodología AAHTO 93.

Pavimentación

Normativa MTC

Categoría de Subrasante

El tipo de subrasante que se ajusta al proyecto de acuerdo con el CBR, es de categoría S2: Sub Rasante Regular.

Imagen 1. Categoría de subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₁ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Extraordinaria	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

Tipo de Tráfico según ESAL

El ESAL es de 81144.71619 EE, por tanto, le corresponde el tipo Tp0.

Imagen 2. Tipo de tráfico

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T_{Px}: T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño
PX = Pavimentada, X = número de rango (1, 2, 3, 4)

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

Diferencial de Serviabilidad

El Δ PSI adoptado de acuerdo al tipo de tráfico fue de 1.8.

Imagen 3. Diferencia de serviabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80
	T _{P3}	500,001	750,000	1.80
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	1.50
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	1.50
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	1.50
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	1.20
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	1.20
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	1.20
	T _{P15}		>30'000,000	1.20

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

Valores de Drenaje

Imagen 4. Calidad de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

Imagen 5. Coeficiente de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCAÑO A LA SATURACIÓN			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

Para una calidad de Drenaje:

Teniendo en cuenta que la región Lambayeque para la base y subbase usa materiales granulares, y son calificados con característica de drenaje buena, por ello, el tiempo de exposición de la estructura a la humedad cercana a la saturación es de 5%-25%, se adoptó lo siguiente.

BUENO	5% - 25%
	1.15 - 1.00
$m_2 = 1.075$ $m_3 = 1.075$	

Nivel de Confiabilidad

$T_{p0} \rightarrow R = 65\%$

Imagen 6. Nivel de confiabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS	NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T_{p0}	75,000	150,000	65%
	T_{p1}	150,001	300,000	70%
	T_{p2}	300,001	500,000	75%
	T_{p3}	500,001	750,000	80%
	T_{p4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T_{p5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T_{p6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T_{p7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T_{p8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T_{p9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T_{p10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T_{p11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T_{p12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T_{p13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T_{p14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T_{p15}	>30'000,000		95%

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC

Desviación Estándar

$$S_o=0.45$$

Resumen de datos de entrada

Imagen 7. Datos de entrada para diseño

CBR SUBRASANTE	6.75%
ESAL (EE)	81144.72
Δ PSI	1.8
m2	1.075
m3	1.075
R	65.00
So	0.45
M ca	440000

Fuente: Elaboración propia

Diseño estructural – Método AASHTO 93

Cálculo del Módulo Resiliente

$$M_r = 2555 * CBR^{0.64}$$

CBR SUBRASANTE	6.75	%
Mr =	8672.52	psi
Mr =	8.67	Ksi

Cálculo del número estructural

$$SNT= 1.92$$

Imagen 8. Cálculo de Número Estructural, SN

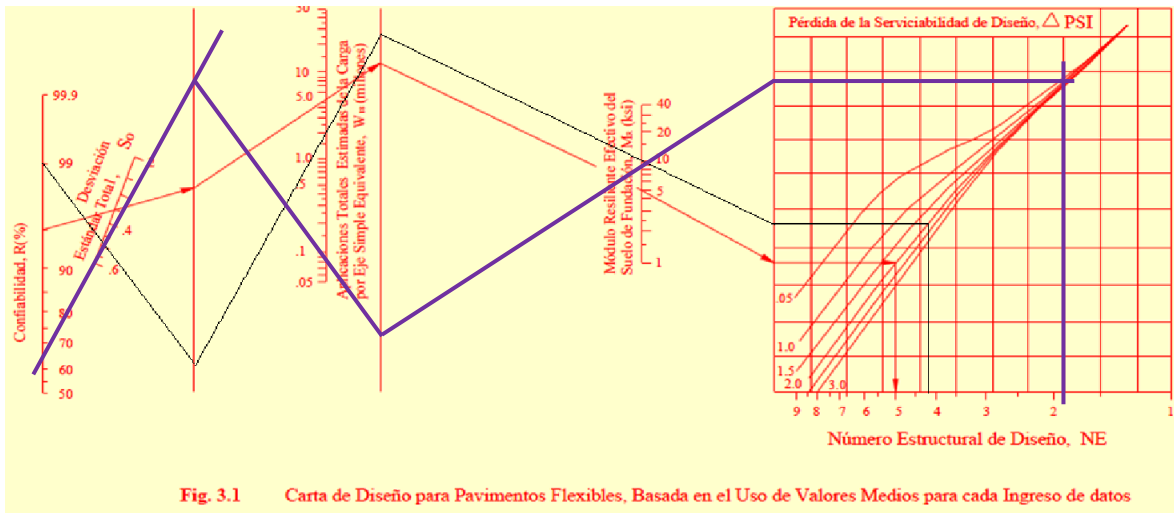


Fig. 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos

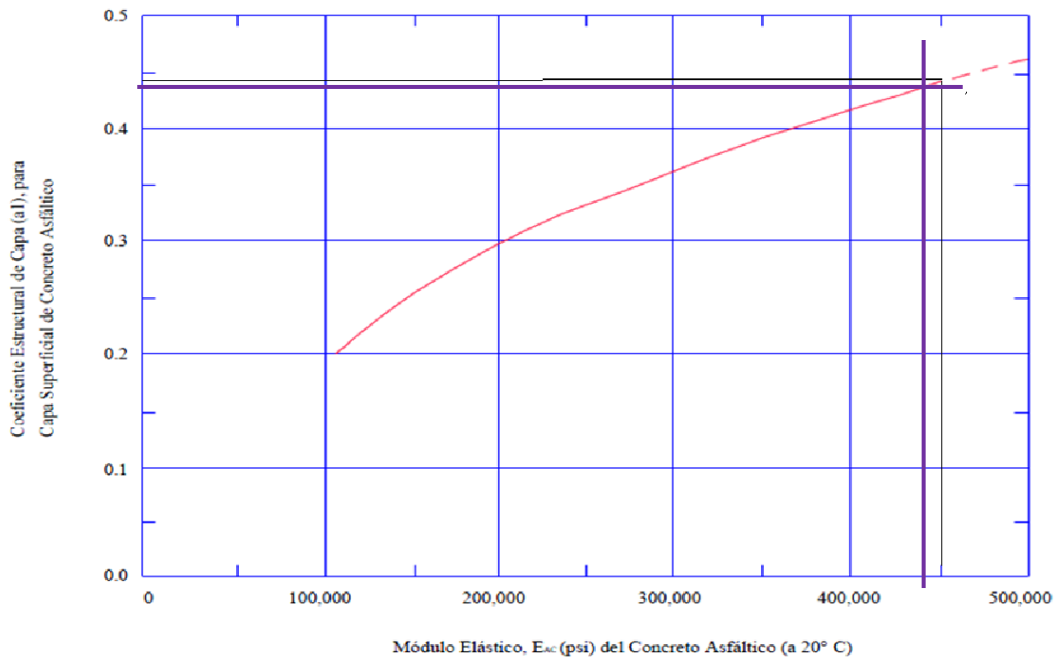
Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

Cálculo de "a1"

Módulo Elástico= 440000

a1= 0.44

Imagen 9. Carta para la estimación del coeficiente de capa de Concreto Armado de Graduación Densa Basada en el Módulo Elástico (Resiliente)



Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

Cálculo de "a2" y "SN1"

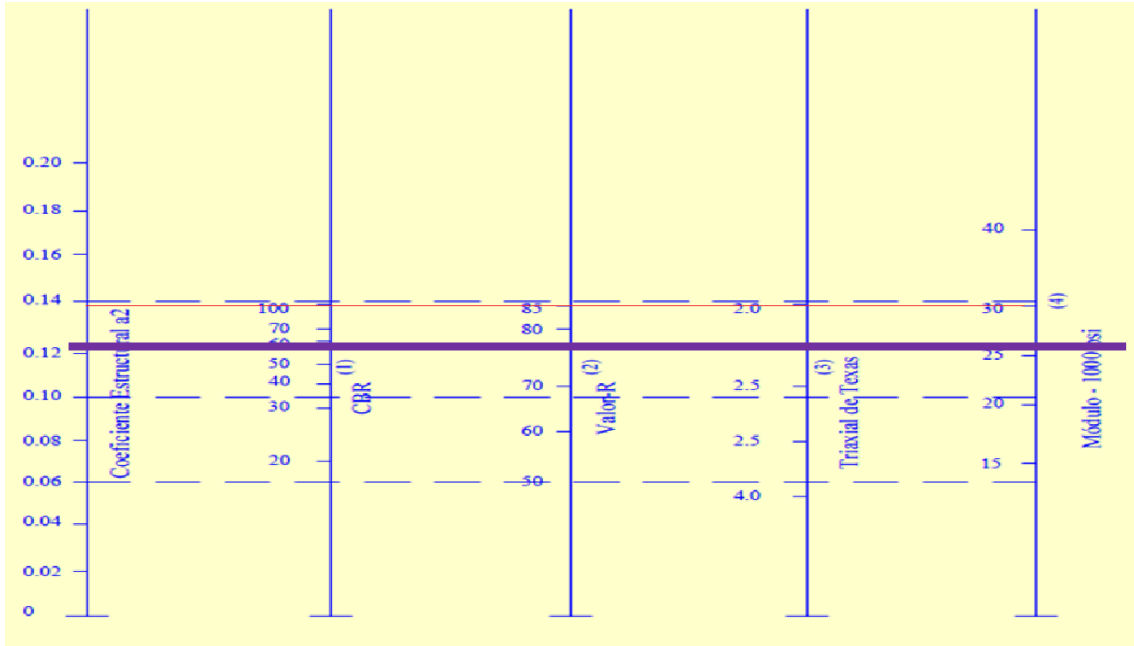
Base con CBR de 80%

$a_2 = 0.135$

SN1 = 1.49

M_r (KSI) = 29

Imagen 10. Variación en el Coeficiente Estructural de Capa Base (a_2) con diferentes parámetros de resistencia



Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

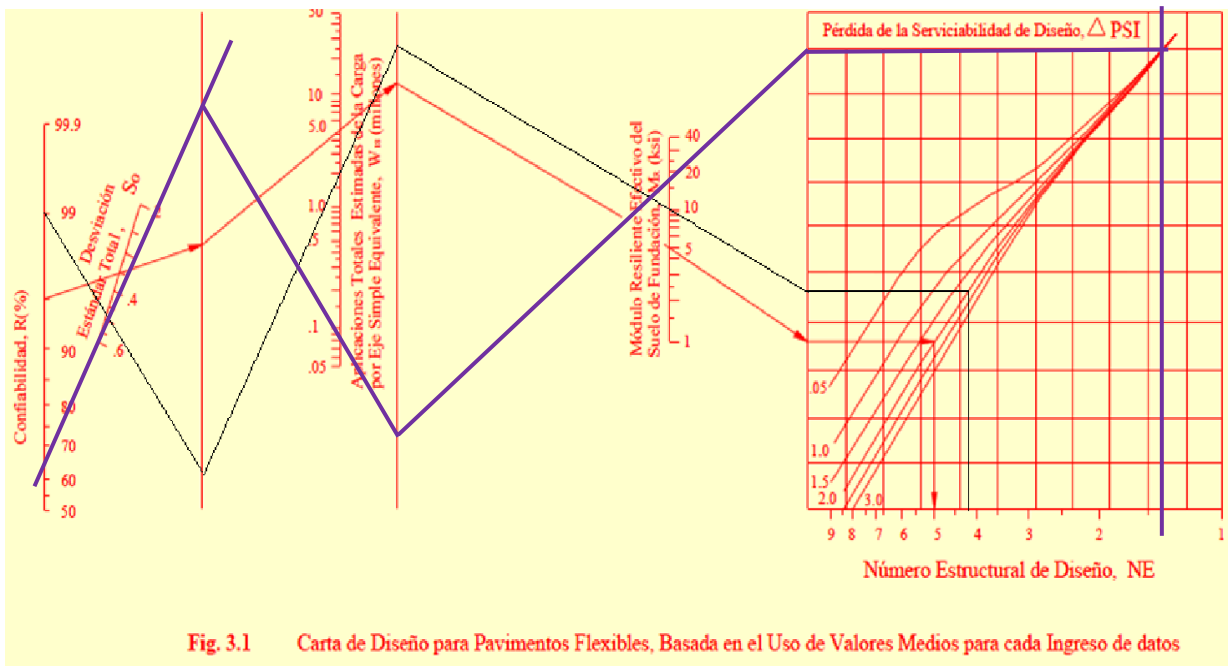
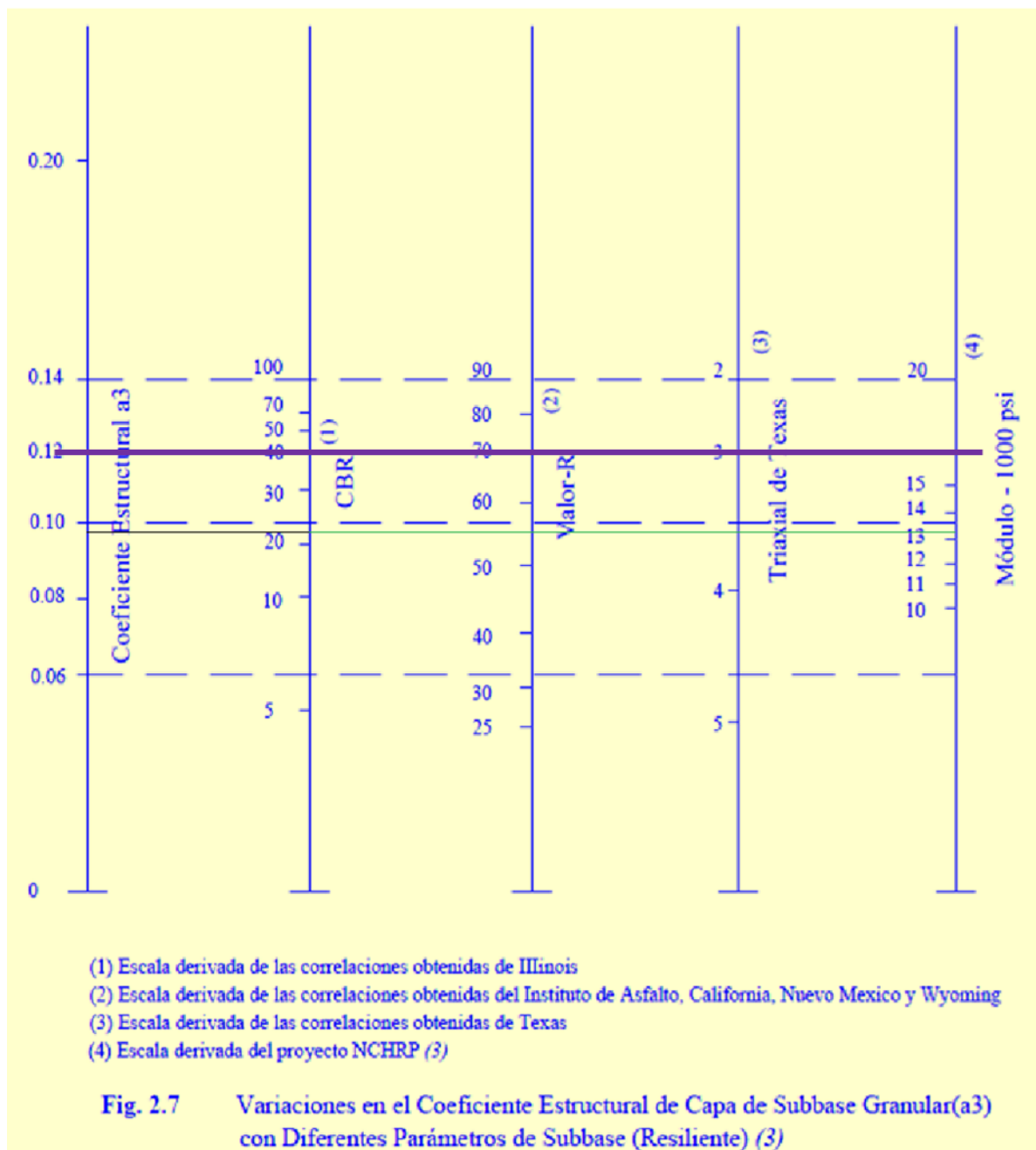


Fig. 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos

Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

Cálculo de "a3" y "SN2"

Imagen 11. Variación en el Coeficiente Estructural de Capa Base (a3) con diferentes parámetros de resistencia



Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

Imagen 12. Cálculo de Número Estructural, SN2

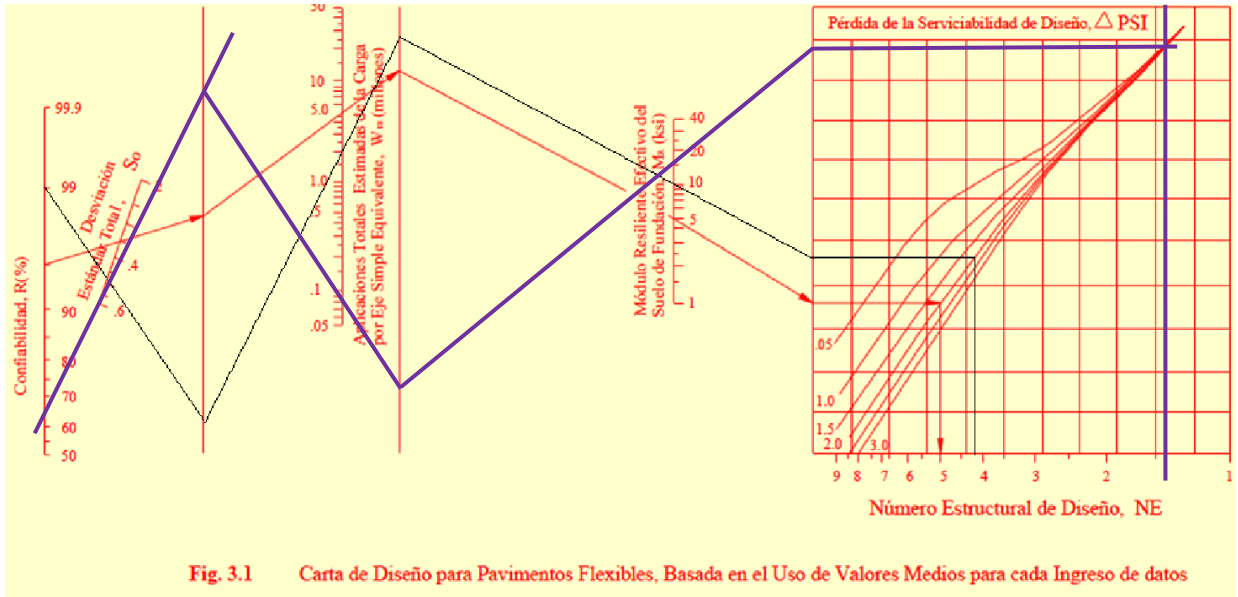


Fig. 3.1 Carta de Diseño para Pavimentos Flexibles, Basada en el Uso de Valores Medios para cada Ingreso de datos

Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

$$a_3 = 0.12$$

$$SN_2 = 1.52$$

$$Mr(KSI) = 16.5$$

Cálculo de espesores

Espesor 1:

$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$	SN1=	1.49	
	a1=	0.44	
	D1 (pulg)=	3.39 pulg	3 pulg
$SN_{1c} = D_1 * a_1$	SN1c=	1.32	

Espesor 2:

$D_2 = \frac{SN_2 - SN_{1c}}{a_2 * m_2}$	SN2=	1.52	
	SN1c=	1.32	
	a2=	0.135	
	m2=	1.075	
	D2 (pulg)=	1.38 pulg	2 pulg
$SN_{2c} = (D_2 * a_2 * m_2) + SN_{1c}$	SN2c=	1.61	

Espesor 3:

$D2 = \frac{SNT - SN2c}{a3 * m3}$	SNT=	1.92	
	SN2c=	1.61	
	a3=	0.12	
	m3=	1.075	
	D3 (pulg)=	2.40 pulg	3 pulg

Cálculo del SNT corregido y verificación:

$$SNT = (a1 * D1) + (a2 * D2 * m2) + (a3 * D3 * m3)$$

SNTc=	1.99725
CORRECTO	

Espesores finales

Imagen 13. Espesores de diseño

C.A	3 pulg	8 cm
BASE GRANULAR 80%	2 pulg	5 cm
SUB BASE GRANULAR (40%)	3 pulg	8 cm
SUB RASANTE (6%)		

Fuente: Elaboración propia

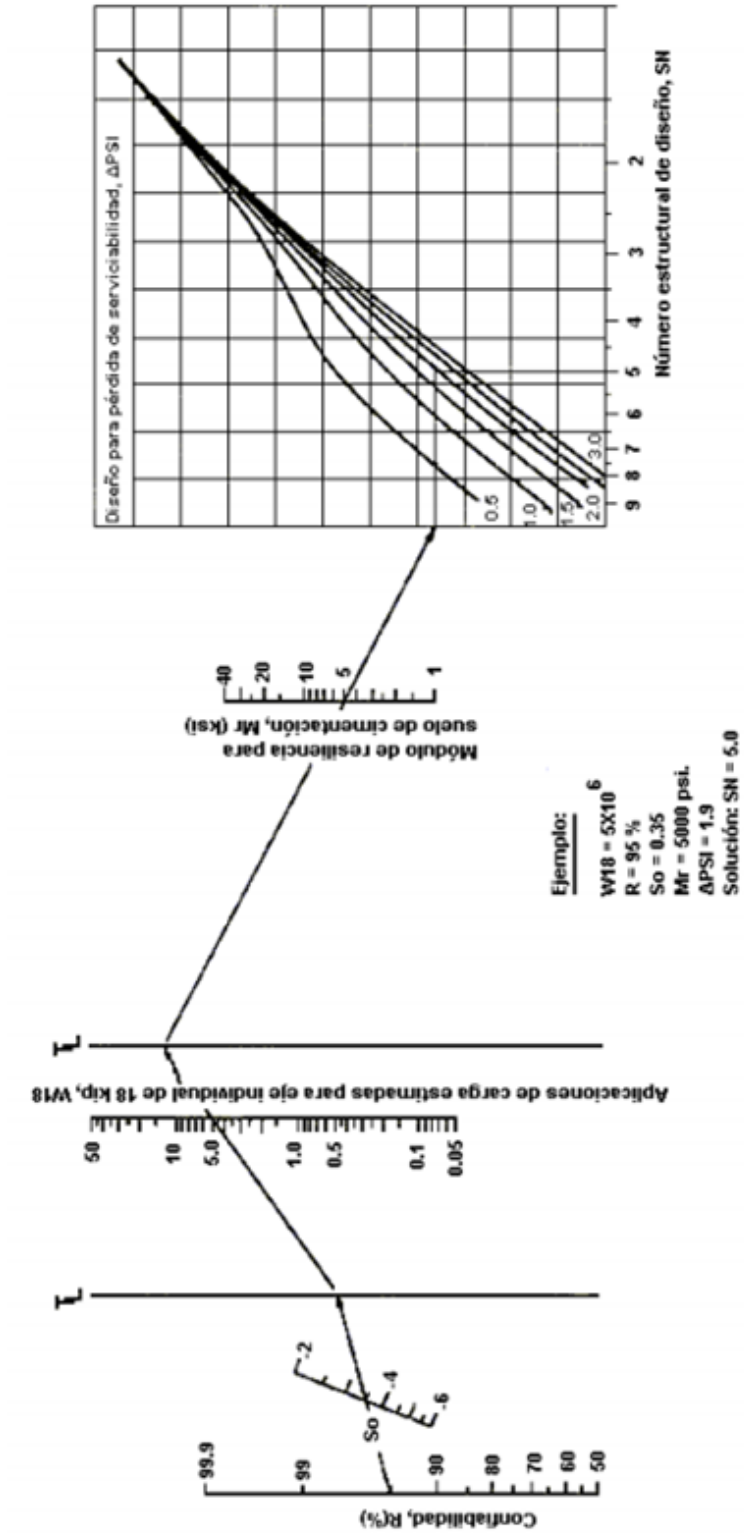
Imagen 14. Espesores mínimos de normativa

			Mínimo
C.A	3 pulg	8 cm	8cm
BASE GRANULAR 80%	2 pulg	5 cm	15cm
SUB BASE GRANULAR (40%)	3 pulg	8 cm	15cm
SUB RASANTE (6%)			2.5 cm

Fuente: Elaboración propia

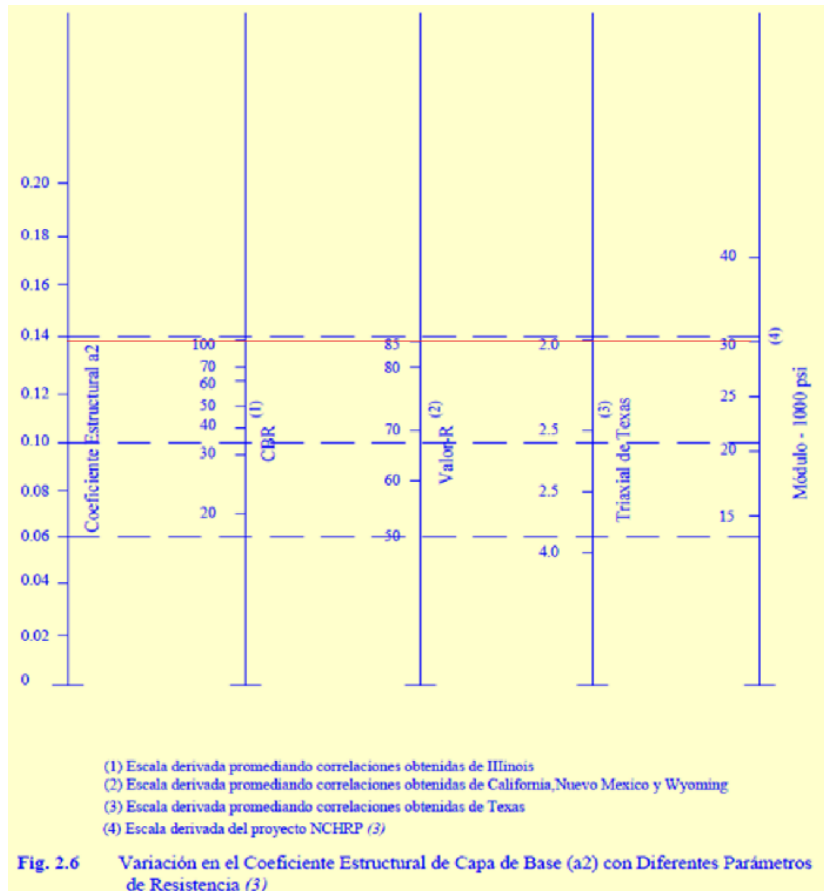
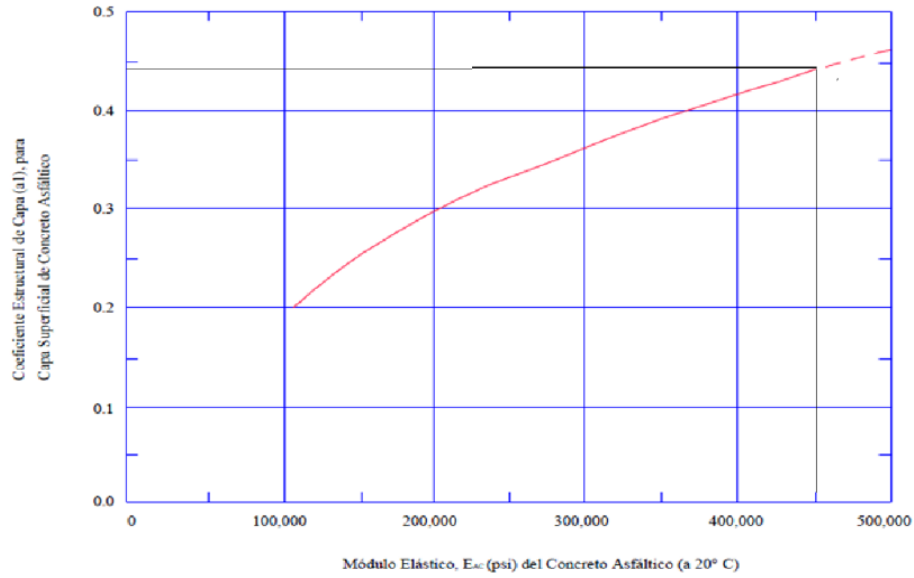
Anexos

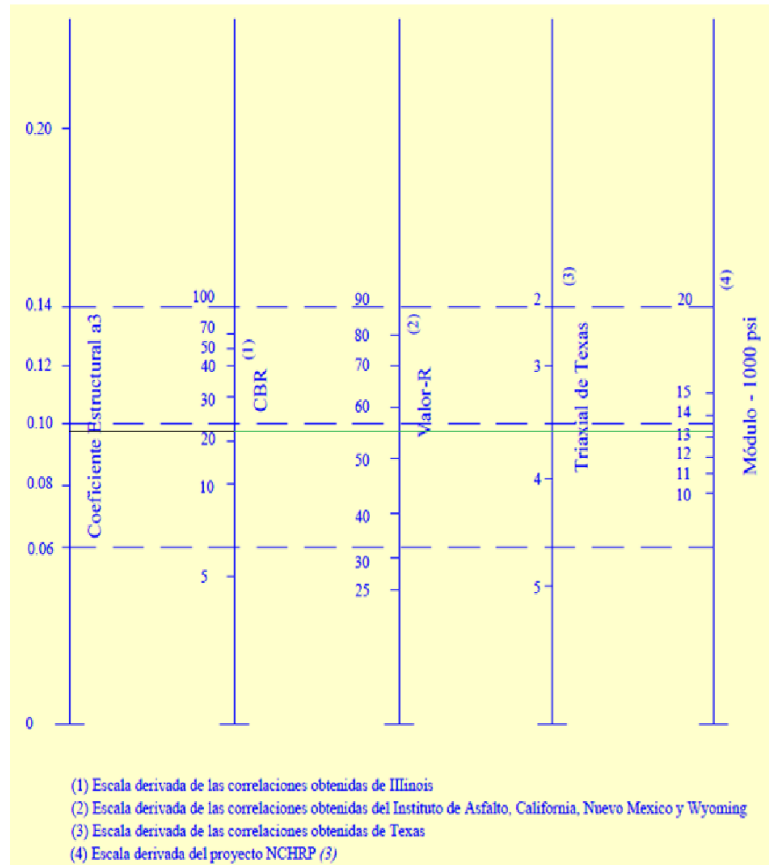
Imagen 15. Número estructural SN



Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

Imagen 16. Coeficientes estructurales





Fuente: Guía de diseño de pavimento método AASHTO 93

**ANEXO N°11:
EVALUACIÓN DE
IMPACTO
AMBIENTAL**

Índice

Resumen Ejecutivo	228
Introducción.....	233
Alcances.....	233
Objetivo General.....	233
Marco Legal	234
Descripción del Proyecto.....	236
Antecedentes.....	236
Descripción de las actividades del Proyecto.....	236
Etapas de Construcción	236
Etapas de Operación.....	237
Etapas de Cierre y Postcierre	237
Área de Influencia del Proyecto	238
Delimitación del Área de Influencia.....	238
Área de Influencia Directa.....	238
Área de Influencia Indirecta	238
Línea Base Ambiental	238
Línea Base Física (LBF).....	238
Línea Base Biológica (LBB)	239
Línea Base Socioeconómica (LBS).....	239
Aspecto Económico.....	240
Identificación y Gestión de Pasivos Ambientales	240
Identificación de Pasivos Ambientales.....	240
Evaluación de Pasivos Ambientales.....	240
Evaluación e Identificación de Impactos Ambientales.....	241
Identificación de los Aspectos Ambientales e Impactos Ambientales	241
Plan de Participación Ciudadana.....	246
Estándares del Gobierno Peruano.....	246
Estrategias de Participación Ciudadana.....	246
Plan de Manejo Ambiental	247
Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas.....	247
Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Efluentes	247
Subprograma de Control y Erosión de Sedimentos.....	249

Subprograma de Protección de Recursos Naturales	250
Programa de Monitoreo Ambiental	251
Monitoreo de Calidad de Agua.....	251
Monitoreo de Calidad de Aire	251
Monitoreo de los Niveles de Ruido	252
Monitoreo de Emisiones.....	252
Monitoreo de Calidad de Suelo	252
Programa de Asuntos Sociales	253
Subprograma de Relaciones Comunitarias.....	253
Subprograma de Contratación de Mano de obra local	253
Subprograma de Participación Ciudadana.....	253
Programa de Educación Ambiental	255
Programa de Capacitación Ambiental	255
Programas de Prevención de Pérdidas y Contingencias.....	256
Programa de Cierre de Obra	258
Programa de Inversiones	259
Plan de Compensación Ambiental	260
Conclusiones y Recomendaciones	260
Conclusiones.....	260
Recomendaciones	260
Referencias	261

Resumen Ejecutivo

En el presente Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto “Ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación en el sector Juan Velasco Alvarado, distrito de Pimentel, Chiclayo, Lambayeque, 2020”, se desarrolló para las etapas de construcción, operación y cierre de dicho proyecto; estudio realizado teniendo en cuenta los requisitos mínimos fijados por la normativa vigente.

Objetivos

Objetivo General

- Identificar, evaluar e interpretar los impactos ambientales, cuya ocurrencia tienen lugar en las etapas de ejecución y operación del proyecto ampliación del sistema de agua potable, alcantarillado y pavimentación; a fin de recomendar las medidas adecuadas que permitan mitigar o eliminar los efectos negativos y fortalecer los positivos, sintetizados en la elaboración de un adecuado Plan de Manejo Ambiental.

Objetivos Específicos

- Detallar los recursos naturales que se verán afectados con el proyecto.
- Definir la matriz de identificación de los impactos ambientales del proyecto.
- Determinar alternativas de solución para llevar a cabo una ejecución, operación y mantenimiento del proyecto.

Breve Descripción del Proyecto

El presente estudio es realizado para el área seleccionada del proyecto, concretamente en el el sector de Juan Velasco Alvarado (ver en ubicación del proyecto). Área que, al ubicarse en una región costa, presenta una topografía llana. Presentándose la ubicación de distintas viviendas, las cuales son las consideradas para llevar a cabo el presente proyecto.

Dicho proyecto está definido en las demandas de la población beneficiaria, que se muestran perjudicados por la inexistencia de un sistema de abastecimiento de agua potable, sistema de desagüe y pavimentación del sector en el que se ubican; teniendo en cuenta que la zona a proyectar dicho proyecto e una zona que no cuenta con dichos sistemas.

Marco Legal que sustenta el EIA

El presente EIA está regido por la Constitución Política del Perú, especialmente regido por los artículos 2, 66 y 67. Asimismo, de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental, Ley Orgánica de Municipalidades, Ley de Recursos Hídricos, Ley de Salud Ocupacional e Higiene, en conjunto con el Reglamento Nacional de Edificaciones, y otro tipo de legislación que permita la correcta ejecución del proyecto, manteniendo un adecuado manejo de los impactos ambientales que se generen durante las distintas etapas del proyecto.

Área de Influencia

Para la determinación del área de influencia, se considera dos tipos de áreas, la influencia directa e indirecta; obteniendo como resultado lo siguiente:

➤ Área de Influencia Directa

El área de influencia directa será determinada al área donde se localizará el proyecto, en conjunto de un polígono de influencia de 500m de dicha zona.

➤ Área de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta corresponde de un polígono de 1km a partir del Área de Influencia Directa.

Línea Base

Línea Base Física

Se tendrá en cuenta los siguientes factores:

- Temperatura
- Hidrología
- Clima
- Geología
- Sismicidad
- Geomorfología

Línea Base Biológica

Se tendrá en cuenta el aspecto biológico, es decir toda presencia de vida en la zona, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Flora
- Fauna

Línea Base Social

Abarca lo referente al aspecto social de la población, considerando lo siguiente:

- Población
- Actividades de la Población

Aspecto Social

Tendrá en cuenta las principales actividades que generan ingresos a la población del distrito de Pimentel.

Identificación de Impactos Ambientales

ETAPAS	ACTIVIDADES
CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Obras Provisionales. <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza del terreno con maquinaria - Replanteo topográfico • Trabajos Preliminares. <ul style="list-style-type: none"> - Movilización y desmovilización de equipos - Topografía y georreferenciación • Movimientos de Tierra. <ul style="list-style-type: none"> - Excavación masiva en material suelto - Refinado, nivelado y compactado con maquinaria - Relleno compactado para estructuras con material propio • Afirmado. <ul style="list-style-type: none"> - Perfilado y compactado en subrasante en zona de corte con equipo - Suministro de afirmado - Extendido y compactado de material afirmado - Agua para riego • Obras de Arte. <ul style="list-style-type: none"> - Excavación de cunetas con maquinaria - Compactado con pizón manual • Transporte. <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material excedente para • Protección Ambiental <ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de calidad de aire - Monitoreo de calidad de agua - Monitoreo de calidad de ruido
OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Operación. <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de residuos solidos

	<ul style="list-style-type: none">• Protección Ambiental.<ul style="list-style-type: none">- Monitoreo de calidad de aire- Monitoreo de calidad de agua- Monitoreo de calidad de ruido
CIERRE	<ul style="list-style-type: none">• Readecuación Ambiental de Campamentos.<ul style="list-style-type: none">- Eliminación de desechos- Clausura de silos y rellenos sanitarios- Recuperación de la morfología- Revegetalización• Acondicionamiento de Desechos y Material excedente.<ul style="list-style-type: none">- Acondicionamiento de áreas- Colocación de material excedente- Colocación de material de desechos

Introducción

El EIA correspondiente al área donde se encontrará la infraestructura del proyecto: **“AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO E PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020”**, tendrá influencia para la definición de los posibles impactos ambientales, de carácter positivo y/o negativos originados en las etapas que comprenderá el proyecto.

Alcances

En la presente Evaluación de Impacto Ambiental, se tiene como alcance, obtener datos que puedan ayudar en definir las distintas alternativas de solución a los impactos ambientales producidos con la definición del proyecto. Con el objetivo de cumplir las metas establecidas, se tendrá en cuenta los siguientes procesos.

- Obtención, análisis y corroboración de la información existente.
- Exploración de campo.
- Definición de un recorrido en zonas aledañas y propias del proyecto.
- Análisis e interpretación de la información recolectada.
- Elaboración de los programas de manejo ambiental correspondientes.
- Informe final. Redacción del informe definitivo

Objetivo General

- Identificar, definir, evaluar e interpretar los impactos ambientales que se generan en las distintas etapas del proyecto en cuestión, con el fin de establecer medidas adecuadas que faciliten la mitigación y/o eliminación de los efectos negativos generados. Asimismo, los efectos positivos generados, puedan ser una mejora para dicho proyecto.

Marco Legal

Constitución Política del Perú (29 de diciembre de 1993)

Toda persona natural tiene derecho de disfrutar el tiempo libre, paz, tranquilidad, además de, gozar de un entorno adecuado, en equilibrio y apto para el desarrollo de su vida diaria.

Ley N° 28611 – Ley General del Ambiente

La presente ley permite la regulación de las leyes normativas, con la finalidad de una adecuada gestión ambiental; en armonía y apto para un adecuado desarrollo de la vida. Además de, un aporte con el medioambiente, promoviendo el cuidado de los principales recursos ambientales; promoviendo un progreso en la calidad de vida de una comunidad y un país sostenible.

Ley N° 27446 – Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Abarca normativas políticas, ya sea a nivel local, regional y nacional, que dan origen a cambios en el ambiente, dichos cambios son significativos. Que generan a su vez esquemas de inversión pública, privada o capital mixto, que abarcan todo tipo de proyectos que generen impactos ambientales negativos significativos.

Ley N° 27446 – Ley Orgánica de Municipales

La presente ley abarca las funciones a llevar a cabo por las municipalidades en los siguientes ámbitos: salud, saneamiento y salubridad. Dichas entidades deben ser provinciales y distritales.

Ley N° 27972 – Ley Orgánica de Gobiernos Regionales

Esta ley define y normaliza la disposición, organización, metas y obligaciones de las entidades regionales. Además, define la estructura descentralizada y democrática del gobierno regional, en función a la ley de bases descentralizadas y la constitución nacional.

Ley N° 28256 – Ley que Regula el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos

Esta ley tiene por finalidad legalizar las funciones, desarrollo y operaciones del transporte por vía terrestre de residuos peligrosos y materiales, con fijación a prevenir y proteger la calidad de vida de las personas y el ambiente.

Ley N° 26482 – Ley General de Salud

Toda persona, ya sea jurídica o natural, no podrá realizar disposición de desechos y/o sustancias que afecten los principales recursos naturales, sin haber adoptado precauciones que garanticen la protección del medioambiente.

Ley N° 27314 – Ley General de Residuos Solidos

La presente ley se basa en la política y lineamientos establecidos por la Ley General del Ambiente. Establece los principios para el cumplimiento de la gestión y control de los RRSS generados; teniendo en cuenta las entidades que están involucradas, de las cuales, destacan: ministerios, entidades relacionadas con la salud, entre otros.

Ley N° 29338 – Ley de Recursos Hídricos, crea el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos

La presente ley se basa en la normativa para el aprovechamiento y gestión de recursos hídricos, entre los cuales comprende aguas superficiales, subterráneas y continentales, teniendo en cuenta los beneficios que traen consigo.

D.L 16998 – Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar

Dicha ley establece condiciones adecuadas relacionados con la salud, salubridad y bienestar en el entorno de trabajo. Asimismo, promover y garantizar un ambiente que no exista peligro alguno, que pueda afectar la salud de los trabajadores, y resguardar un buen ambiente laboral en general.

Ley 26821 – Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales

La presente ley tiene como fin promover y normar el aprovechamiento de los recursos ambientales, ya sean de tipo no renovable o renovable, teniendo en cuenta el equilibrio y normativa adecuada para la inversión; promoviendo un equilibrio entre el desarrollo económico, promoción de recursos naturales, y vida cotidiana.

Reglamento Nacional de Edificaciones

Presenta el fin de cumplir con los requisitos y principios para la realización y diseño de los diferentes elementos para una correcta ejecución de proyectos.

Descripción del Proyecto

Antecedentes

La población que pertenece al distrito de Pimentel, se ve afectada por la inexistencia de los sistemas de abastecimiento de agua potable, desagüe y red vial, ya que no cuenta con los servicios básicos para llevar una vida diaria adecuada, lo que conlleva al planteamiento de dicho proyecto, que será parte de una mejora de la población beneficiaria, generando impactos ambientales positivos.

Descripción de las actividades del Proyecto

Etapa de Construcción

- **Obras preliminares**
Comprende las distintas actividades antes de llevar a cabo el proyecto principal, teniendo en cuenta las siguientes actividades: nivelación y desbroce, limpieza de obra, topografía.
- **Movilización y desmovilización de insumos**
Comprende el uso de los diferentes insumos (equipo y materiales) para las distintas actividades del proyecto.
- **Movimiento de tierras**
Consiste en la excavación y/o remoción del terreno natural presente en la zona del proyecto, y que comprenderá las siguientes zonas: Área de producción (tratamiento de residuos sólidos), Área administrativa, Vías de acceso, entre otros.
- **Suministro e instalación de tuberías y accesorios**
Comprende en la instalación de los distintos accesorios que comprende la red de tuberías, así como la instalación y suministro de tuberías.
- **Encofrados y desencofrados**
Comprende en el moldeamiento de los diferentes buzones que comprenderá el sistema de desagüe.
- **Suministro de afirmado**
Comprende al suministro de material granular para la conformación de la capa de rodadura.

➤ **Imprimación asfáltica**

Consiste en la colocación de material asfáltico para la carpeta de rodadura.

Etapa de Operación

➤ **Red de abastecimiento de agua potable**

Después de la instalación de tuberías y accesorios que comprenderá el sistema de agua potable, el abastecimiento de agua potable será mediante una red, para que así la población beneficiaria cuente con dicho servicio básico.

➤ **Red de alcantarillado**

Con la conformación del sistema de alcantarillado, se permitirá que la población beneficiaria cuente con un adecuado sistema de evacuación de aguas residuales provenientes a raíz del consumo de la red de agua potable prevista anteriormente.

➤ **Pavimentación**

Comprende el adecuado uso de las vías de acceso hacia la población, con la finalidad de presentar una circulación eficiente, y que permita el desarrollo de la población.

Etapa de Cierre y Postcierre

➤ **Plan de Manejo Ambiental**

Comprende actividades que se realizarán luego de la etapa de operación.

Área de Influencia del Proyecto

Delimitación del Área de Influencia

Área de Influencia Directa

El área de influencia directa está constituida por un polígono (radio de 500m) entorno a la ubicación del proyecto, sector Juan Velasco Alvarado.

Área de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta corresponde de un polígono de 1km a partir del Área de Influencia Directa.

Línea Base Ambiental

Línea Base Física (LBF)

Clima

El clima del distrito de Pimentel se caracteriza por ser un clima cálido (en temporadas de verano), y frío (en temporadas de invierno), permanentemente húmedo y cálidos, que comprende la extensión del departamento de Lambayeque.

Temperatura

La temperatura media es superior a 18°C en temporadas de invierno; y superior a 25°C en temporadas de verano.

Geomorfología

Presenta terrenos llanos y planos, siendo una zona árida en su totalidad.

Geología

Comprende de cobertura árida en la superficie, además de estratos de arcilla limos y gravas.

Hidrología

Pimentel se encuentra dentro de la Cuenca del Chancay – Lambayeque, en zona colindante con el Océano Pacífico y se han identificado 20 estaciones meteorológicas dentro de esta cuenca, de las cuales 12 funcionan y 8 están desactivadas. No obstante, la estación de Lambayeque es la más cerca de la zona de proyecto.

En cuanto a las precipitaciones, en condiciones normales estas son escasas a nulas; en eventos extraordinarios presentados en los años 1972, 1983 y 1998, han sobrepasado las expectativas y causando problemas tanto a la ciudad como a los sectores aledaños a Pimentel. Los periodos lluviosos son los meses de verano; enero, febrero y marzo.

Sismicidad

El distrito de Pimentel comprende a la Zona 4 de sismicidad, establecida por el RNE, la Norma E030, siendo un distrito con frecuencia de efectos sísmicos.

Línea Base Biológica (LBB)

Flora

La flora se considera como zonas con poca cobertura vegetal, sin embargo existen árboles, gras y maleza.

Fauna

La fauna presenta las siguientes especies:

- Mamíferos: perros, gatos, entre otras especies
- Aves: palomas, gallinas, entre otras especies.
- Réptiles: iguanas, lagartijas, entre otros.
- Anfibios: ranas, sapos, entre otros.

Línea Base Socioeconómica (LBS)

Aspecto Social

➤ Población

- El distrito de Pimentel con una población, según el censo del año 2017, de 44 602 habitantes, y con una proyección de 52505 habitantes par el 2020.

➤ Principales Actividades de la población

Los pobladores de Pimentel se dedican a actividades pesqueras, es decir a la pesca artesanal, debido a que se ubican en una zona aledaña al océano pacífico, siendo esta actividad la principal para la obtención de ingresos de dicha población.

Aspecto Económico

El distrito de Pimentel se caracteriza por ser en gran parte pescadores y comerciantes, siendo dichas actividades las principales en la obtención de ingresos económicos.

Identificación y Gestión de Pasivos Ambientales

Identificación de Pasivos Ambientales

Tabla 2: Pasivos Ambientales

Código de ficha de pasivo ambiental	Pasivo Ambiental	Origen del pasivo	Grado de contaminación	Comentarios/observaciones
PA-01	Residuos Sólidos	Movimientos de tierra	Bajo Riesgo	Dicho pasivo se dará a través de una mala disposición de los residuos sólidos procedentes del proyecto
PA-02	Gases Nocivos	Empleo de maquinaria pesada	Alto Riesgo	Se considerarán como pasivos ambientales de alto riesgo, a aquellos que perjudiquen la salud de las
PA-03	Derrame de Combustible	Empleo de maquinaria pesada	Bajo Riesgo	Este pasivo implica la contaminación del recurso suelo, por lo tanto, puede generar modificaciones de las propiedades de dicho recurso.

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de Pasivos Ambientales

Para los pasivos ambientales que se generan con el presente proyecto se deben tomar medidas de prevención, y para lo cual, se plantean actividades mitigadoras, así como, realizar actividades para el monitoreo de calidad ambiental (considerándose una fase no menor a 5 años), con el fin de garantizar que los efectos negativos generados por los pasivos ambientales disminuyen con el tiempo; teniendo en cuenta medidas correctoras para un ambiente estable y en equilibrio.

Evaluación e Identificación de Impactos Ambientales

Identificación de los Aspectos Ambientales e Impactos Ambientales

Para la determinación de los Aspectos Ambientales e Impactos Ambientales, fueron determinados a partir de las etapas de: Construcción, Operación y Cierre. Dando como resultado las siguientes actividades a considerar.

Tabla 3: identificación de Impactos ambientales

ETAPAS	ACTIVIDADES
CONSTRUCCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Obras Provisionales. <ul style="list-style-type: none"> - Limpieza del terreno con maquinaria - Replanteo topográfico • Trabajos Preliminares. <ul style="list-style-type: none"> - Movilización y desmovilización de equipos - Topografía y georreferenciación • Movimientos de Tierra. <ul style="list-style-type: none"> - Excavación masiva en material suelto - Refinado, nivelado y compactado con maquinaria - Relleno compactado para estructuras con material propio • Afirmado. <ul style="list-style-type: none"> - Perfilado y compactado en subrasante en zona de corte con equipo - Suministro de afirmado - Extendido y compactado de material afirmado - Agua para riego • Obras de Arte. <ul style="list-style-type: none"> - Excavación de cunetas con maquinaria - Compactado con pizón manual • Transporte. <ul style="list-style-type: none"> - Transporte de material excedente para • Protección Ambiental <ul style="list-style-type: none"> - Monitoreo de calidad de aire - Monitoreo de calidad de agua - Monitoreo de calidad de ruido
OPERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Operación. <ul style="list-style-type: none"> - Aumento de residuos solidos

	<ul style="list-style-type: none"> • Protección Ambiental. - Monitoreo de calidad de aire - Monitoreo de calidad de agua - Monitoreo de calidad de ruido
CIERRE	<ul style="list-style-type: none"> • Readecuación Ambiental de Campamentos. - Eliminación de desechos - Clausura de silos y rellenos sanitarios - Recuperación de la morfología - Revegetalización • Acondicionamiento de Desechos y Material excedente. - Acondicionamiento de áreas - Colocación de material excedente - Colocación de material de desechos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Matriz de Leopold: Etapa de Construcción

MATRIZ DE LEOPOLD		CONSTRUCCIÓN																				MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO						
		OBRAS PROVISIONALES		TRABAJOS PRELIMINARES			MOVIMIENTO DE TIERRAS			AFIRMADO			TRANSPORTE	PAVIMENTACIÓN		SISTEMA DE AGUA POTABLE		SISTEMA DE ALCANTARILLADO		PROTECCIÓN AMBIENTAL									
MAGNITUD	IMPORTANCIA	ALMACÉN	CARTEL DE OBRA	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	TOPOGRAFÍA	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO	LIMPIEZA DE OBRA	EXCAVACIONES Y MOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN	ELABORACIÓN DE MATERIAL EXCELENTE CON MAQUINARIA	COMPACTADO EN SUBRAS ANTES EN ZONA DE CORTE CON EQUIPO	COLOCACIÓN DE AFIRMADO	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MATERIAL AFIRMADO	AGUA PARA RIEGO	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCELENTE	CALLE Y BARRAS	VEREDAS	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS	CONEXIONES DOMICILIARIAS	BUZONES	CONEXIONES DOMICILIARIAS	MEANS OBRAS DE CALIDAD DE AGUA	MEANS OBRAS DE CALIDAD DE AGUA	MEANS OBRAS DE CALIDAD DE RUIDO			
		FACTORES AMBIENTALES	AIRE	EMISIÓN DE GASIS	-2	2				-2	-2	-2	1	-3	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	4			-24
INCREMENTO DEL NIVEL DEL RUIDO	-2							-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-3	2	-2	2	-1		3	2	-27	
PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	-2			1				1	2	1	2	3	1	1	2	1	1	2	2	3	2	3	2	2	1			1	28
ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE (ODORES)	-2			2				-2	-3	-2	-2	-3	-3	-2	-3	-1	-2	-2	-2	-3			-3	3	4			3	-28
AGUA	ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS SUBTERRANEAS		-1	1				-3	-3	2	2	3																	-13
	ISCORRINTIA																												13
	AFFECTACION DEL AGUA SUPERFICIAL															-1													-1
SUELO	EROSIÓN DEL SUELO																												-1
	CALIDAD DE SUELO																												8
	PERMEABILIDAD																												2
FLORA	ARBUSTOS																											3	
	PASTOS																											2	
	ARBOLES																											3	
	MAMIFEROS																											3	
	AVES																											3	
	REPTILES Y ANIBROS																											3	
CIVIL	PASAJE URBANO																											3	
	AFFECTACION DE SALUD DEL TRABAJADOR																											3	
	EMPLAJO																											3	
	SERVICIOS																											3	
MAGNITUD (+/-)		-17	4	-8	-6	0	-33	-32	3	-5	-20	-2	-3	-2	-2	-7	-25	-22	-13	-2	-8	-13	-6	11	12	5	-		
PROMEDIO		-41	6	-11	-8	-6	-98	-109	13	-9	-60	0	0	5	6	-9	-54	-34	-42	-20	-18	-34	-6	27	21	5	-476		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Matriz de Leopold: Etapa de Operación

MATRIZ DE LEOPOLD		OPERACIÓN						MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO	
		CONJUNTO DE SISTEMAS			PROTECCION AMBIENTAL					
MAGNITUD	IMPORTANCIA	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	SISTEMA DE DESAGUE	PAVIMENTACIÓN	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	MONITOREO DE CALIDAD DE RUIDO	MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO	
										<p>Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo</p> <p>Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado</p>
FACTORES AMBIENTALES	AIRE	EMISIÓN DE GASES			2	1		2	2	
		INCREMENTO DEL NIVEL DE RUIDO		-3	-2			2	-3	-8
		PARTICULAS EN SUSPENSIÓN		-1	-2				-3	-5
		ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE (OLORES)		2	2	1			5	-9
	AGUA	ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUAS SUBTERRANEAS	-2	-2					-4	-8
		ESCORRENTÍA	-2	-2			1		-3	-7
		AFECCIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL							0	0
	SUELO	EROSIÓN DEL SUELO	-2	-2					-4	-8
		CALIDAD DE SUELO	-2	-2					-4	-6
		PERMEABILIDAD	-2	-2	1				-4	-10
	FLORA	ARBUSTOS							0	0
		PASTOS							0	0
ÁRBOLES								0	0	
FAUNA	MAMÍFEROS							0	0	
	AVES							0	0	
	REPTILES Y ANFIBIOS							0	0	
	ANIMALES DOMÉSTICOS							0	0	
CV	PAISAJE URBANO							0	0	
ECONÓMICO	AFECCIÓN DE SALUD DEL TRABAJADOR	-1						-1	-1	
	EMPLEO	1	1	1	1	1	1	6	6	
	COMERCIO			1				1	1	
	SERVICIOS			1				0	0	
MAGNITUD (+/-)		-12	-15	-3	1	2	3	-	-53	
PROMEDIO		14	16	7	1	2	2	-53	Ok	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Matriz de Leopold: Etapa de Cierre de obra

MAGNITUD <small>Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo</small>		PROTECCION AMBIENTAL			MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO
		MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA	MONITOREO DE CALIDAD DE RUIDOO		
IMPORTANCIA <small>Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado</small>						
A I R E	EMISIÓN DE GASES	2	2	4	4	
	INCREMENTO DEL NIVEL DE RUDO	1	2	2	2	
	PARTICULAS EN SUSPENSION			0	0	
	ALTERACION DE LA CALIDAD DEL AIRE (OLORES)			0	0	
A G U A	ALTERACION DE LA CALIDAD DE AGUAS SUBTERRANEAS	2	2	2	4	
	ESCORRENTÍA	1	1	1	1	
	AFECTACION DEL AGUA SUPERFICIAL	2	2	2	4	
S U E L O	EROSIÓN DEL SUELO			0	0	
	CALIDAD DE SUELO			0	0	
	PERMEABILIDAD			0	0	
F L O R A	ARBUSTOS			0	0	
	PASTOS			0	0	
	ÁRBOLES			0	0	
F A U N A	MAMIFEROS			0	0	
	AVES			0	0	
	REPTILES Y ANFIBIOS			0	0	
	ANMALES DOMESTICOS			0	0	
C V	PAISAJE URBANO			0	0	
E C O N O M I C O	AFECTACION DE SALUD DEL TRABAJADOR			0	0	
	EMPLEO	1	1	1	3	
	COMERCIO	1	1	1	3	
	SERVICIOS			0	0	
MAGNITUD (+/-)		1	6	3	-	18
PROMEDIO		3	10	5	18	Ok

Fuente: Elaboración propia

Plan de Participación Ciudadana

Estándares del Gobierno Peruano

Según “SEACE”, se tienen en cuenta normas legales para la participación ciudadana, entre las cuales destacan:

- **Ley General del Ambiente: “Artículo 46”** – Una persona jurídica o natural, actúe en solitario o en grupo, tiene la facilidad dar opiniones, oposiciones, observar, dar sus puntos de vista y/o apuntes, en los procesos que lleven a cabo políticas y acciones de gestión, así como en la toma de decisiones de la gestión ambiental. Asimismo, interactuar con su ejecución, seguimiento y control. El derecho a una participación ciudadana se ejerce en forma responsable.
- **D.S. N°002 – 2009 – MINAM;** Reglamento sobre el acceso a la información ambiental y participación ciudadana en asuntos medioambientales.

Estrategias de Participación Ciudadana

Para llevar a cabo la labores que indica SEACE, con el objetivo de establecer una buena comunicación con los grupos de interés, para promover y garantizar una participación efectiva, contribuyendo con mejoras en beneficio del proyecto y la población.

Imagen 1: Mecanismos de Participación Ciudadana



Fuente: Elaboración propia

a. Talleres participativas o informativos

- Gestionar y coordinar talleres, en donde la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto sea partícipe en conjunto con los grupos de intereses.
- Coordinar para dichas labores, horas y fechas.

b. Oficinas de información, visitas guiadas, entrevistas y encuestas

- Gestionar, coordinar oficinas o centros de información, entrevistas, visitas guiadas y encuestas, las cuales la empresa se encargará de resolver.
- Coordinar para dichas actividades, horas y fechas.

Plan de Manejo Ambiental

Programa de Medidas Preventivas, Mitigadoras y Correctivas

Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Efluentes

El presente subprograma permite y tiene como objetivo principal minimizar y evitar los impactos ambientales negativos que se generen a partir de la evacuación de líquidos generados por el proyecto, además de residuos sólidos, considerados para la gestión adecuada de los mismos, en conjunto con la normativa ambiental.

a. Etapa de Construcción**➤ Residuos Sólidos**

- Para la gestión de residuos sólidos generados por el proyecto, se llevará a cabo la distribución teniendo en cuenta los residuos sólidos aprovechables (que puedan recuperarse), no reaprovechables y peligrosos. Para lo cual, se llevará a cabo procesos de segregación, llevados a cabo por la empresa encargada del proyecto, con la finalidad de eludir la contaminación ambiental producido por los mismos residuos; teniendo en cuenta la NTP 900.058.2005.
- Para la acumulación de residuos sólidos, se realizará de manera interna, para su posterior traslado.
- La acumulación de los residuos sólidos se realizará en base a la clasificación de los mismos; es por ello que, se considera el almacenamiento preliminar, los generadores permitirán receptáculos para la acumulación de los desechos, y dichos serán colocados en áreas destinadas para la disposición de los residuos sólidos.

- Para realizar el acopio preliminar de los residuos sólidos peligrosos, se llevará a cabo con el uso de recipientes rígidos, que faciliten el manejo de este tipo de residuos, permitiendo así una buena calidad ambiental. Asimismo, se hará el uso de almacenamientos temporales, para lo cual, los residuos generados serán llevados diariamente, los residuos transportados serán llevados segregados con la finalidad de un eficiente tratamiento y acopio de residuos.
- El traslado de los residuos sólidos estará encargado por una empresa de residuos que será contratada por la contratista, y se tendrá en cuenta que la empresa tenga autorización para el transporte de residuos peligrosos y no peligrosos.

➤ **Líquidos y Efluentes**

- El control de efluentes domésticos en la fase de construcción del proyecto, se utilizarán baños portátiles, donde el personal de la obra utilizará para necesidades básicas.

b. En la Etapa de Operación

➤ **Residuos Sólidos**

- Al tratarse de un proyecto de abastecimiento de agua potable, redes de alcantarillado y pavimentación, los residuos generados en la etapa de operación serán tratados por la municipalidad o entidad del distrito, con la finalidad de mantener un proyecto eficiente, sin presencia de residuos sólidos.

➤ **Líquidos y Efluentes**

- Se considera redes de alcantarillado para el traslado de aguas servidas y su posterior tratamiento

c. En la Etapa de Cierre

➤ **Residuos Sólidos**

- Los RRSS generados serán tratados por empresas prestadoras de servicios para su traslado y posterior tratamiento.

➤ **Líquidos y Efluentes**

- Los líquidos y efluentes remanentes del proyecto serán trasladados por la red de alcantarillado, para su posterior tratamiento.

Subprograma de Control y Erosión de Sedimentos

a. En la Etapa de Construcción

➤ Control y prevención de la emisión de polvo, calidad (humos y gases)

- Utilizar cisternas móviles, con la finalidad de evitar las partículas en suspensión, y fomentar la salud del trabajador.
- Al momento de realizar el transporte de materiales excedentes, serán trasladados con un toldo húmedo para disminuir la emisión de polvo, también se puede optar por humedecerlos antes de ser subido al camión para su traslado hacia la disposición final.
- Se usará maquinaria pesada en buen estado de funcionamiento, con la finalidad de evitar y disminuir la emisión de gases nocivos.

➤ Control y prevención de Ruidos molestos

- La maquinaria a utilizar debe estar en constante mantenimiento y uso de componentes que permitan la disminución de ruido generados por las mismas.
- Los trabajadores usarán EPP'S destinados a prevalecer su salud.
- No se realizarán turnos nocturnos, para prevalecer la salud de los trabajadores expuestos a ruidos, y la población beneficiaria no pueda verse afectada.

b. En la Etapa Operación

➤ Control y prevención de la emisión de polvo, calidad (humos y gases)

- La entidad del distrito se encargará del mantenimiento de la pavimentación, con la finalidad de evitar la acumulación de polvo, y la afectación a la salud de la población beneficiaria.
- Uso de maquinaria encargada de dar mantenimiento continuo a la pavimentación del distrito.

➤ Control y prevención de Ruidos molestos

- Uso de maquinaria y/o tecnología para evitar ruidos molestos.
- Uso de EPP'S para garantizar la salud del personal.

c. En la Etapa de Cierre

➤ Control y prevención de la emisión de polvo, calidad (humos y gases)

- Se hará uso de tecnología para el mantenimiento y/o funcionamiento de la pavimentación.

➤ **Control y prevención de Ruidos molestos**

- No será necesario dicho control, porque no habrá presencia de maquinaria pesada, salvo el mantenimiento de las vías de acceso.

Subprograma de Protección de Recursos Naturales

a. En la Etapa de Construcción

➤ **Medidas de control y calidad del suelo**

- Crear un programa que permita la inspección a los vehículos, cuya finalidad sea comprobar el estado de la maquinaria a utilizar.
- Se hará la restauración del suelo afectado en la zona del proyecto.
- El personal con el que se contará para el mantenimiento de la maquinaria, estará capacitado para realizar las labores necesarias y en casos de derrames deberán actuar inmediatamente, para remediar el daño generado.

➤ **Medidas de control al impacto del paisaje**

- El personal evitará el arrojado de residuos a las zonas aledañas al proyecto.
- Se deberá mantener el área de del proyecto en las mejores condiciones.

b. En la Etapa de Operación

➤ **Medidas de control y calidad del suelo**

- Programa de revisión técnica para vehículos, que permita el prevalecer de las vías de acceso.

➤ **Medidas de control al impacto del paisaje**

- Garantizar la conservación de la condición visual del paisaje.

c. En la Etapa de Cierre

➤ **Medidas de control y calidad del suelo**

- Mantenimiento constante (evitar el acopio de RRSS) de la zona del proyecto y aledaños.

➤ **Medidas de control al impacto del paisaje**

- Preservar la condición visual del paisaje luego de finalizar el proyecto.

Subprograma de Seguridad

➤ Medidas en la mejora de la seguridad

- En las instalaciones del proyecto, se contará con medios que garanticen a seguridad en la obra, es decir, el uso de botiquines, extintores de fuego, entre otro tipo de medios.
- El personal del proyecto contará con los EPP'S necesarios para llevar a cabo cada actividad designada.
- Se contará con señalización en zonas de peligro dentro de la obra, así como tener en cuenta las normas de seguridad establecida en los lineamientos correspondientes.
- Se dará capacitaciones a los trabajadores, para poder actuar en casos de posibles accidentes.

Programa de Monitoreo Ambiental

Monitoreo de Calidad de Agua

a. En la Etapa de Construcción

- Se tendrán en cuenta los siguientes parámetros: pH, turbidez, sólidos totales, oxígeno disuelto, DBO, nitratos, fosfatos, coliformes fecales. Ya que el proyecto que se lleva a cabo es de abastecimiento de agua potable, y se debe contar con los parámetros adecuados.

b. En la Etapa de Operación

- Se harán evaluaciones cuando el proyecto se ponga en marcha, realizándose evaluaciones, teniendo en cuenta los informes técnicos correspondientes, así como medidas de control y recomendaciones.

c. En la Etapa de Cierre

- Una vez el proyecto cierre, se harán evaluaciones continuas, para comprobar la calidad del agua suministrada.

Monitoreo de Calidad de Aire

a. En la Etapa de Construcción

- Se llevarán a cabo evaluaciones de calidad del aire, con lo que se darán recomendaciones para preservarlo en caso sea un impacto negativo considerable.

b. En la Etapa de Operación

- Se harán evaluaciones continuas.

c. En la Etapa de Cierre

- Se harán evaluaciones continuas.

Monitoreo de los Niveles de Ruido**a. En la Etapa de Construcción**

- Se harán evaluaciones, teniendo en cuenta el informe técnico con sus medidas de control y recomendaciones.

b. En la Etapa de Operación

- Se llevarán a cabo evaluaciones continuas.

c. En la Etapa de Cierre

- Al tratarse del cierre del proyecto, se realizará una evaluación después de haberse cerrado el proyecto.

Monitoreo de Emisiones**a. En la Etapa de Construcción**

- Se realizarán monitoreo de emisiones mensualmente durante toda la fase de construcción

b. En la Etapa de Operación

- Se realizarán evaluaciones continuas.

c. En la Etapa de Cierre

- Se harán evaluaciones al cerrar el proyecto para garantizar el impacto ambiental positivo del recurso.

Monitoreo de Calidad de Suelo**a. En la Etapa de Construcción**

- Se realizarán monitoreo de emisiones mensualmente durante toda la fase de construcción

b. En la Etapa de Operación

- Se realizarán evaluaciones continuas.

c. En la Etapa de Cierre

- Se harán evaluaciones continuas.

Programa de Asuntos Sociales

Subprograma de Relaciones Comunitarias

a. Finalidad:

- Conservar un manejo de conflictos adecuado, comunicación transparente y desarrollar un mecanismo eficiente para realizar las coordinaciones necesarias para la aplicación de dicho subprograma, considerando las responsabilidades de las partes involucradas.

b. Dirigido:

- A la población y grupos de beneficiarios del área de influencia.

c. Impactos que atiende el programa:

- La relación del proyecto con la población.
- Atender las inquietudes que tiene la población a lo que se tiene en el proyecto

Subprograma de Contratación de Mano de obra local

a. Finalidad:

- Generar puestos de trabajo para la población beneficiaria y/o población aledaña, con el fin de brindar y generar puestos de trabajo a la población principal.

b. Dirigido:

- A la población.

c. Impactos que atiende el programa:

- Cubrir la necesidad de mano de obra.
- Sean beneficiado directamente con una remuneración justa, a su trabajo.

Subprograma de Participación Ciudadana

a. Finalidad:

- Este subprograma facilita la mejora de entendimiento, creación de diálogo y toma de decisiones entre los participantes. Promueve la colaboración eficiente de las personas, las organizaciones e instituciones respecto a las actividades del proyecto.

b. Dirigido:

- A la población.

c. Impactos que atiende el programa:

- Mejor diálogo con la población y sectores de interés.
- Recoger las sugerencias e inquietudes de la población

- Estar en coordinación mutua sobre los puntos que se van a llevar a cabo en el proyecto a realizar.

Imagen 2: Esquema de Participación Ciudadana

Primer Taller informativo

La empresa invita a la población en general a participar en el taller informativo antes de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental Detallado del Proyecto **DISEÑO DE UNA PLANTA DE VALORIZACIÓN PARA RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE AWAJÚN**

En este taller se informará a la población, los alcances del Proyecto, y la forma como se desarrollará el Estudio de Impacto Ambiental Detallado, así como recoger sus opiniones e inquietudes.

El taller informativo se realizará el XX de febrero de 2021, en el Local Comunal de la Comunidad/Centro poblado XXXX a las 10:00 a.m.

Te esperamos.

Fuente: Elaboración propia

Imagen 3: Modelo de Información para Participación Ciudadana

DATOS DEL ENTREVISTADO

- Nombre y edad:
- Poblado o comunidad en la que reside:
- Distrito:
- Provincia:
- Región:

I. SOBRE EL PROYECTO

- ¿Qué aspecto le genera dudas?.....
Rpta.....
.....
- ¿Qué aspecto le fue claro?.....
Rpta.....
.....

II. SOBRE EL PROYECTO

- ¿Qué aspecto le genera dudas?.....
Recomendaciones.....
.....
Opiniones.....
.....
- ¿Qué aspecto le fue claro?.....
Recomendaciones.....
.....
Opiniones.....
.....

Fuente: Elaboración propia

Programa de Educación Ambiental

El objetivo del presente programa es incitar conocimientos en aspectos ambientales, seguridad y salubridad, que tienen relación con el proyecto y establecer y/o mejorar programas de capacitación, actualización y formación en temas ambientales.

Tendrá un alcance tanto para la población beneficiaria y miembros encargados de llevar a cabo el proyecto.

La implementación de este programa implica principalmente a la fase de construcción del proyecto, puesto que los resultados de impactos negativos serán progresivos.

Para llevar a cabo este programa, se consideran los siguientes aspectos:

- Convocatorias para organizar acerca de los fines del programa.
- Llevar a cabo diálogos informativos de educación ambiental.
- Convocatoria a la población aledaña en sensibilizaciones ambientales (campañas, eventos, entre otros).

Programa de Capacitación Ambiental

El presente programa priva de capacitación continua al personal encargado del proyecto, teniendo en cuenta temas ambientales, seguridad y salud; además de respuestas ante emergencias, para evitar daños ambientales o a la salud de las personas.

El fin del presente programa es la capacitación ambiental, además de sensibilizar al personal que trabaja en el proyecto, en temas relacionados con seguridad, salud ocupacional, respuesta ante emergencias, con el objetivo de prever daños personales y medioambientales, en las distintas etapas del proyecto.

Se basa en la Política de Seguridad Salud y Medio Ambiente de la empresa constructora. Asimismo, se deberá cumplir con los requisitos definidos en el marco normativo vigente.

Programas de Prevención de Pérdidas y Contingencias

Se deben garantizar y promover los siguientes principios:

- El cumplimiento con la normativa nacional vigente.
- Debe orientar a tener un entorno de trabajo seguro y saludable, que garantice la seguridad en operaciones, obteniendo los estándares más altos.

Subprograma de Salud Ocupacional

- La empresa contratista está encargada a la protección y garantizar buenas situaciones de trabajo, que se encarguen la salud de sus trabajadores, teniendo en cuenta los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales, en base con la norma de Seguridad y Salud Ocupacional.
- La finalidad es establecer actividades para impedir enfermedades ocupacionales, dicho programa tiene como alcance aplicar sobre el personal del proyecto.

Subprograma de Prevención y Control de riesgos laborales

- Dicho subprograma contiene fundamentos para alcanzar en la etapa de ejecución del proyecto, no puedan presentarse inconvenientes que sitúen en riesgo la seguridad de los trabajadores.
- La finalidad es la de definir las responsabilidades y actividades del proyecto, para evitar accidentes y así garantizar la salud del personal.

Subprograma de Contingencias

- El fin del subprograma es definir las normas para ejercer rápida y eficientemente en las acciones de respuesta ante las emergencias que puedan darse en las distintas fases del proyecto. Además, prevenir el daño físico y a la salud de los trabajadores y de la población aledaña; prevenir el daño a las obras existentes; minimizar los daños económicos y/o perjuicios a los pobladores durante la etapa de ejecución; minimizar el impacto en el ecosistema.

Además, se tendrán en cuenta los siguientes problemas.

a. Derrame de combustible

- Identificar la dimensión de la emergencia.
- Preparar los medios necesarios en caso se produzca un incendio.
- No encender los motores de los vehículos, en caso estos estuvieran durante la emergencia.
- Mantener alejado a las personas que no cuenten con EPP'S.
- Reponer con material limpio el área donde se produjo la emergencia.
- Evaluar los daños ocasionados y realizar el informe respectivo.

b. Incendios y explosiones

- Se usará una alarma antiincendios, que puede ser el claxon de una movilidad, para así dar aviso a todas las áreas de la obra sobre la emergencia.
- En caso de incendio, evitar que el fuego se expanda rápidamente, este debe causar el menor daño posible.
- Se deberá evacuar el área de influencia de la obra.
- Evaluar los daños ocasionados y realizar el informe respectivo.

c. Intoxicaciones, quemaduras por insolación y envenenamientos.

- El botiquín de primeros auxilios deberá contar con ungüentos para quemaduras, vendas, alcohol.
- En el caso de intoxicaciones, quemaduras y envenenamientos, se deberá aplicar los primeros auxilios; de ser necesario se debe trasladar a la persona al centro de salud más cercano.
- Verificar que el personal mantenga la ropa adecuada de trabajo para evitar quemaduras por insolación

Programa de Cierre de Obra

Consiste en definir las actividades para retirar las instalaciones temporales construidas para la ejecución del proyecto.

Por lo tanto, el plan de cierre de este proyecto contempla el restablecer las áreas ocupados en las obras provisionales, logrando en lo posible alcanzar las condiciones originales del entorno.

A continuación, se detallan las decisiones a seguir para el cierre del proyecto:

a. Limpieza general

- Después del término de la ejecución y operación de la infraestructura, se deberá remover los residuos generados, y depositarlos en un lugar de disposición final adecuado.
- No se deberá dejar montículos de tierra u otros materiales utilizados en el proyecto.

b. Sitios de usos comunes y almacén

- Al final de la obra se procederá a la eliminación de las obras provisionales como el cartel de obra, cerco perimétrico, caseta de guardianía, depósito, entre otros.

Programa de Inversiones

El programa de inversiones corresponde al presupuesto general del proyecto; para ello, se considera el siguiente programa; siendo el correspondiente del EIA el apartado N06, con el Plan de Manejo Ambiental.

Tabla 7: Presupuestos de la Evaluación de Impacto Ambiental

06	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL				40.804,00
06.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS Y CORRECTIVAS				4.450,00
06.01.01	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				1.500,00
06.01.01.01	CONTROL DE POLVO	glb	1,00	850,00	850,00
06.01.01.02	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	glb	1,00	450,00	450,00
06.01.01.03	AGUA PARA RIEGO	glb	1,00	200,00	200,00
06.01.02	ETAPA DE OPERACIÓN				450,00
06.01.02.01	MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	glb	1,00	450,00	450,00
06.01.03	ETAPA DE CIERRE				2.500,00
06.01.03.01	MONITOREO Y CONROL	glb	1,00	2.500,00	2.500,00
06.02	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL				14.450,00
06.02.01	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				1.300,00
06.02.01.01	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	glb	1,00	850,00	850,00
06.02.01.02	MONITOREO DE CALIDAD DE RUIDO	glb	1,00	450,00	450,00
06.02.02	ETAPA DE OPERACIÓN				6.800,00
06.02.02.01	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	glb	1,00	850,00	850,00
06.02.02.02	MONITOREO DE CALIDAD DE RUIDO	glb	1,00	450,00	450,00
06.02.02.03	MONITOREO DE EMISIÓN DE GASES	glb	1,00	2.400,00	2.400,00
06.02.02.04	MONITOREO DE EFLUENTES	glb	1,00	3.100,00	3.100,00
06.02.03	ETAPA DE CIERRE				6.350,00
06.02.03.01	MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE	glb	1,00	850,00	850,00
06.02.03.02	MONITOREO DE EMISIÓN DE GASES	glb	1,00	2.400,00	2.400,00
06.02.03.03	MONITOREO DE EFLUENTES	glb	1,00	3.100,00	3.100,00
06.03	PROGRAMA DE ASUNTOS SOCIALES				750,00
06.03.01	CHARLAS INFORMATIVAS	glb	1,00	500,00	500,00
06.03.02	INFORMACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO	glb	1,00	250,00	250,00
06.04	PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL				754,00
06.04.01	MATERIAL DIDACTICO	glb	1,00	4,00	4,00
06.04.02	CAPACITACIÓN AL PERSONAL	glb	1,00	750,00	750,00
06.05	PROGRAMA DE SEGURIDAD Y SALUD				1.200,00
06.05.01	CONSULTAS MÉDICAS	glb	1,00	1.200,00	1.200,00
06.06	PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE PÉRDIDAS Y CONTINGENCIAS				6.700,00
06.06.01	IDENTIFICACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS	glb	1,00	1.200,00	1.200,00
06.06.02	EDUCACIÓN Y CAPACITACIÓN	glb	1,00	5.500,00	5.500,00
06.07	PROGRAMA DE ABANDONO Y CIERRE				12.500,00
06.07.01	LIMPIEZA	glb	1,00	5.000,00	5.000,00
06.07.02	MONITOREO	glb	1,00	4.500,00	4.500,00
06.07.03	SUPERVISIÓN	glb	1,00	3.000,00	3.000,00

Fuente: Elaboración propia

Plan de Compensación Ambiental

En el área de influencia directa donde se ubicará el proyecto, los impactos ambientales negativos han sido compensados en su totalidad, es decir, la naturaleza prevaleció en la zona del proyecto.

Además, para tener en cuenta la compensación ambiental en la zona del proyecto, se hará la implementación de áreas verdes para de cierta manera compensar las áreas verdes iniciales en el proyecto, y el mantenimiento de dichas áreas verdes será mediante el reaprovechamiento de las aguas residuales del proyecto. Asimismo, las especies de plantas a utilizar para dichas áreas serán plantas nativas de la zona.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Los impactos ambientales negativos son de dos tipos, siendo estos considerados como nivel moderado y bajo; y son ocasionados en la fase de construcción del proyecto.
- La evaluación de impacto ambiental tendrá importancia en las etapas del proyecto permitirá que los impactos ambientales negativos generados serán mitigados, dando como resultado un proyecto en equilibrio con el ambiente.

Recomendaciones

- Realizar las capacitaciones necesarias tanto para el personal como para la población involucrada.
- Aplicar las medidas recomendadas para la mitigación de los impactos ambientales que se generen en las distintas etapas del proyecto

Referencias

- Conesa Fernandez Vitora, Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Mundiprensa. Madrid. España 2010.
- Valdivia Mercado, Sonia. Instrumentos de Gestión Ambiental para el Sector Construcción. Lima, Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima. Perú. 2009
- Gómez Orea Domingo, Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Mundiprensa. Madrid. España. 2010.
- Canter Larry. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Mc Graw Hill. Santa Fe Bogotá. Colombia. 1999

**ANEXO N°12:
CERTIFICADOS DE
LABORATORIO DE
SUELOS**



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-010-2022

pág. 1 de 4

1.- Expediente : 010
2.- Cliente : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

Dirección : CAL. JUAN PABLO II NRO. 682 URB. LAS BRISAS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

3.- Equipo : BALANZA
Marca : OHAUS Gold Series
Modelo : R31P30
N° Serie : 8335320494
Procedencia : CHINA
Identificación : BAL - 41
Capacidad máxima : 30000 g
Capacidad mínima : NO INDICA
Div. De escala (d) : 10 g
Div. De verificación (e) : NO INDICA
Clase de exactitud : NO INDICA
Tipo : ELECTRÓNICA

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

4.- Fecha y lugar de calibración

Fecha de calibración : 21/02/22
Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Fecha de Emisión : 21/02/22

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.
Ing. Secundino Burga Fernandez
JEFE DE METROLOGIA
REG. CIP. 169278

Ing. Secundino Burga Fernandez
Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.
Jan Carlos Chavesta Reyes
TÉCNICO DE METROLOGIA

Jan Carlos Chavesta Reyes
Técnico de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-010-2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

pág. 2 de 4

5.- Método de calibración

Los resultados de la calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII "del SNM - INACAL.

6.- Patrones de referencia

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de unidades (SI).

TRAZABILIDAD	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO
PESATEC PERU S.A.C LABORATORIO ACREDITADO	JUEGO DE PESAS (1mg a 2 kg) CLASE DE EXACTITUD (M1)	1021-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C LABORATORIO ACREDITADO	PESA 10 kg CLASE DE EXACTITUD(M2)	1030-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C LABORATORIO ACREDITADO	PESA 20 kg CLASE DE EXACTITUD(M2)	1014-MPES-C-2021

7.- Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

TEMPERATURA	INICIAL	FINAL
	29.3°C	29.3°C

HUMEDAD RELATIVA	INICIAL	FINAL
	47%HR	47%HR

Medición N°	CARGA L1 (g) = 15000.00		
	I (g)	ΔL (mg)	E (g)
1	15000.0	500.0	4.500
2	15000.0	500.0	4.500
3	15000.0	600.0	4.400
4	14999.0	500.0	3.500
5	15000.0	600.0	4.400
6	15000.0	500.0	4.500
7	14999.0	600.0	3.400
8	14999.0	500.0	3.500
9	14999.0	600.0	3.400
10	15000.0	500.0	4.500
Diferencia máxima (g)			1.100
± Error máximo permisible (g)			20.000

Medición N°	CARGA L2 (g) = 30000.00		
	I (g)	ΔL (mg)	E (g)
1	30000.0	700.0	4.300
2	30000.0	900.0	4.100
3	30001.0	600.0	5.400
4	30000.0	700.0	4.300
5	30001.0	900.0	5.100
6	30001.0	700.0	5.300
7	30001.0	700.0	5.300
8	30000.0	700.0	4.300
9	30000.0	900.0	4.100
10	30000.0	900.0	4.100
Diferencia máxima (g)			1.300
± Error máximo permisible (g)			30.000



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP-LM-010-2022

pág. 3 de 4

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

POSICIÓN DE LAS CARGAS

TEMPERATURA	INICIAL	FINAL	<table border="1" style="text-align: center;"> <tr><td>2</td><td>5</td></tr> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td></tr> </table>	2	5	1		3	4	HUMEDAD RELATIVA	INICIAL	FINAL
	2	5										
1												
3	4											
29.5°C	29.5°C	47%HR	47%HR									

POSICIÓN DE CARGA	DETERMINACIÓN DE E ₀				DETERMINACIÓN DEL ERROR CORREGIDO E _c				
	CARGA EN CERO (g)	l (g)	ΔL (mg)	E ₀ (g)	CARGA L(g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)
1	10.00	10.00	500.0	4.500	10000.00	10000.00	500	4.500	0.000
2		10.00	500.0	4.500		10000.00	500	4.500	0.000
3		10.00	400.0	4.600		10000.00	400	4.600	0.000
4		10.00	500.0	4.500		10000.00	500	4.500	0.000
5		10.00	400.0	4.600		10000.00	400	4.600	0.000
± Error máximo permisible (g)									20.000

Ensayo de pesaje

TEMPERATURA	INICIAL	FINAL	HUMEDAD RELATIVA	INICIAL	FINAL
	29.7°C	29.7°C		47%HR	47%HR

CARGA L(g)	CRECIENTE				DECRECIENTE				± EMP (g)
	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (g)	E _c (g)	
10.000	10.00	500.0	4.500
500.000	500.00	400.0	4.600	0.100	500.000	400.000	0.100	0.100	10.000
1000.000	1000.00	400.0	4.600	0.100	1000.000	500.000	0.000	0.000	10.000
2000.000	2000.00	500.0	4.500	0.000	2000.000	400.000	0.100	0.100	10.000
3000.000	3001.00	300.0	5.700	1.200	3001.000	500.000	1.000	1.000	10.000
5000.000	4999.00	300.0	3.700	-0.800	5000.000	500.000	0.000	0.000	20.000
10000.000	10000.00	400.0	4.600	0.100	10000.000	400.000	0.100	0.100	20.000
15000.000	14999.00	500.0	3.500	-1.000	15000.000	400.000	0.100	0.100	20.000
20000.000	20000.00	500.0	4.500	0.000	20000.000	600.000	-0.100	-0.100	30.000
25000.000	25000.00	600.0	4.400	-0.100	24999.000	500.000	-1.000	-1.000	30.000
30000.000	30001.00	500.0	5.500	1.000	30001.000	500.000	1.000	1.000	30.000

L: Carga puesta sobre la balanza.

E₀: Error en cero.

EMP: Error máximo permisible

l: Lectura de la balanza.

E: Error encontrado.

ΔL: Carga incrementada.

E_c: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

Lectura corregida

$$U_R = 2 \times \sqrt{0.420961111 \text{ g}^2 + 5.62974\text{E-}10 \text{ R}^2}$$

$$R_{\text{corregida}} = R + (-5.41266\text{E-}07) \text{ R}$$

8.- Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones de largo plazo.

9.- Observaciones:

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

10.- Evidencias:

- Se adjunta una foto del equipo calibrado.





SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
LABORATORIO DE TEMPERATURA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LT - 007-2022

pág. 1 de 5

1.- Expediente : 007
2.- Cliente : SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C
Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

3.- Equipo: : HORNO
Alcance Máximo : 110 °C
Marca : ALFA
Modelo : G-030-250
Numero de serie : MT-010
Código de Identificación : HOR-05

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 110 °C
Div. Escala/Resolución.	0.1
Tipo	DIGITAL

4.- Fecha y lugar de calibración

Fecha de calibración : 20/07/2022
Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

Fecha de Emisión: 21/07/2022

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.
Ing. Secundino Barga Fernández
JEFE DE METROLOGÍA
REG. DIR. 169278

Ing. Secundino Barga Fernández
Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.
Jan Carlos Chavesta Reyes
TÉCNICO DE METROLOGÍA

Jan Carlos Chavesta Reyes
Técnico de Metrología

5.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19.5 °C	20.0 °C
Humedad	68 % HR	69 % HR

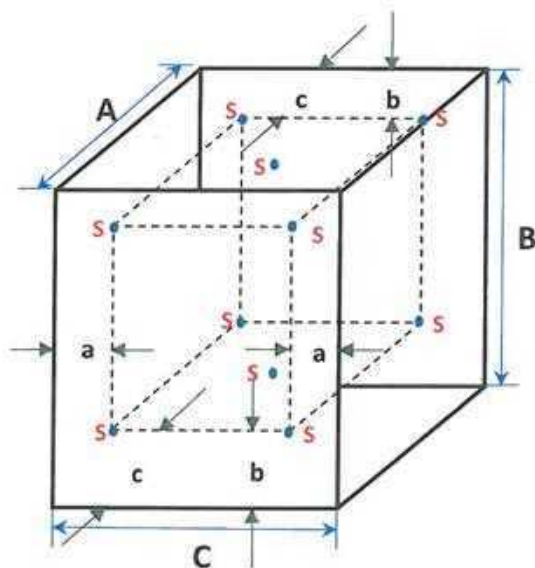
6.- Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la calibración de Baños Termostáticos PC-019; 2da edición; abril 2009, del SNM-INDECOPI.

7.- Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
PESATEC (LABORATORIO ACREDITADO)	SE UTILIZO TERMOMETRO DE 12 CANALES	0038-TPES-C-2022

DISTRIBUCION DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO



Dimensiones internas

- A= 44.00 cm
- B= 100.00 cm
- C= 50.00 cm



● : Sensor de Temperatura

A,B,C: Dimensiones del volumen interno.

a,b,c: Aproximadamente 1/10 a 1/4 de ls dimensiones del volumen interno.

Los sensores S5 y S10 están ubicados aproximadamente en el centro de sus respectivos niveles.



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
LABORATORIO DE TEMPERATURA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LT - 007-2022

pág. 3 de 5

8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN

Tiempo (min)	Termómetro o del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T prom	Tmax-Tmin
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	112.1	110.9	113.7	113.6	110.8	111.5	108.3	112.1	108.1	108.1	110.9	5.6
2	110.1	112.3	111.0	113.8	114.3	110.5	111.9	108.7	110.4	108.4	108.2	110.9	6.1
4	109.9	112.0	110.8	113.3	114.2	110.3	111.6	109.5	109.8	108.4	107.8	110.8	6.4
6	110.1	112.2	110.8	113.3	114.2	110.3	111.9	108.6	109.9	108.5	108.1	110.8	6.1
8	110.0	112.4	111.1	113.5	114.4	110.4	111.9	108.4	110.4	108.6	108.2	110.9	6.2
10	109.9	112.5	111.2	113.8	114.4	110.6	112.1	108.0	111.2	108.7	108.3	111.1	6.4
12	110.0	112.2	111.0	113.5	114.1	110.2	111.9	108.1	110.9	108.5	108.1	110.8	6.0
14	110.0	112.3	111.1	113.4	114.2	110.0	111.9	108.5	110.3	108.5	108.2	110.8	6.0
16	110.1	112.2	111.0	113.4	114.1	110.2	111.9	107.9	110.6	108.6	108.0	110.8	6.2
18	110.0	112.5	111.2	113.5	114.3	110.3	112.1	107.6	111.3	108.8	108.0	110.9	6.7
20	110.0	112.3	111.1	113.5	114.1	110.2	112.0	107.5	111.0	108.5	108.0	110.8	6.6
22	110.0	112.1	111.0	113.3	114.2	110.1	112.0	108.1	110.5	108.5	107.9	110.8	6.3
24	110.0	112.3	111.0	113.5	114.1	110.3	112.0	107.1	111.4	108.2	107.8	110.8	7.0
26	109.9	112.3	111.0	113.4	114.2	110.3	112.1	107.0	111.4	108.7	107.9	110.8	7.2
28	109.9	112.2	111.0	113.3	114.1	110.3	111.9	106.9	111.5	108.6	107.9	110.8	7.2
30	110.0	112.1	110.8	113.4	113.9	110.5	111.9	106.7	111.9	108.5	107.8	110.7	7.2
32	110.0	112.2	110.9	113.3	113.9	110.3	111.9	106.9	111.3	108.4	107.9	110.7	7.0
34	110.1	112.3	110.9	113.4	114.0	110.2	112.0	107.2	111.4	108.5	108.0	110.8	6.8
36	110.1	112.3	111.0	113.4	114.0	110.4	112.0	106.8	111.7	108.4	107.9	110.8	7.2
38	110.2	112.1	111.0	113.3	114.0	110.3	111.9	107.2	111.2	108.5	108.0	110.7	6.8
40	110.2	112.1	110.9	113.3	114.0	110.0	111.9	107.2	111.1	108.5	107.9	110.7	6.8
42	110.2	112.3	111.1	113.4	114.1	110.5	112.1	107.0	111.9	108.6	108.0	110.9	7.1
44	110.1	112.4	111.2	113.6	114.2	110.4	112.1	107.8	111.4	108.6	108.1	111.0	6.4
46	110.0	112.2	111.0	113.3	114.0	110.1	111.9	107.3	111.4	108.6	108.0	110.8	6.7
48	110.0	112.2	110.9	113.3	114.0	110.2	111.9	107.1	111.2	108.6	107.8	110.7	6.9
50	110.0	112.2	111.0	113.3	114.0	110.5	112.0	107.0	111.8	108.5	107.9	110.8	7.0
52	110.0	112.2	111.1	113.4	114.1	110.4	112.1	106.9	111.6	108.6	107.9	110.8	7.2
54	110.1	112.2	110.9	113.5	114.1	110.6	112.0	106.7	111.8	108.4	107.8	110.8	7.4
56	110.0	112.3	111.1	113.6	114.0	110.7	112.0	106.7	112.3	108.4	107.7	110.9	7.3
58	110.0	112.0	110.7	113.2	113.6	110.2	111.8	106.5	111.6	108.4	107.7	110.6	7.1
60	110.1	111.8	110.6	113.1	113.6	110.0	111.6	106.8	110.9	108.3	107.5	110.4	6.8
T.PROM	110.0	112.2	110.9	113.4	114.0	110.3	111.9	107.5	111.2	108.5	107.9	110.8	
T.MAX	110.2	112.5	111.2	113.8	114.4	110.8	112.1	109.5	112.3	108.8	108.3		
T.MIN	109.9	111.8	110.6	113.1	113.6	110.0	111.5	106.5	109.8	108.1	107.5		
DTT	0.3	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8	0.6	3.0	2.5	0.7	0.8		



PARAMETRO	VALOR °C	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°c)
Maxima temperatura medida	114.4	0.4
Mínima temperatura medida	106.5	0.4
Desviación temperatura medida en el tiempo	3.0	0.1
Desviación temperatura medida en el espacio	6.6	0.3
Estabilidad Medida (±)	1.5	0.04
Uniformidad Medida	7.4	0.6

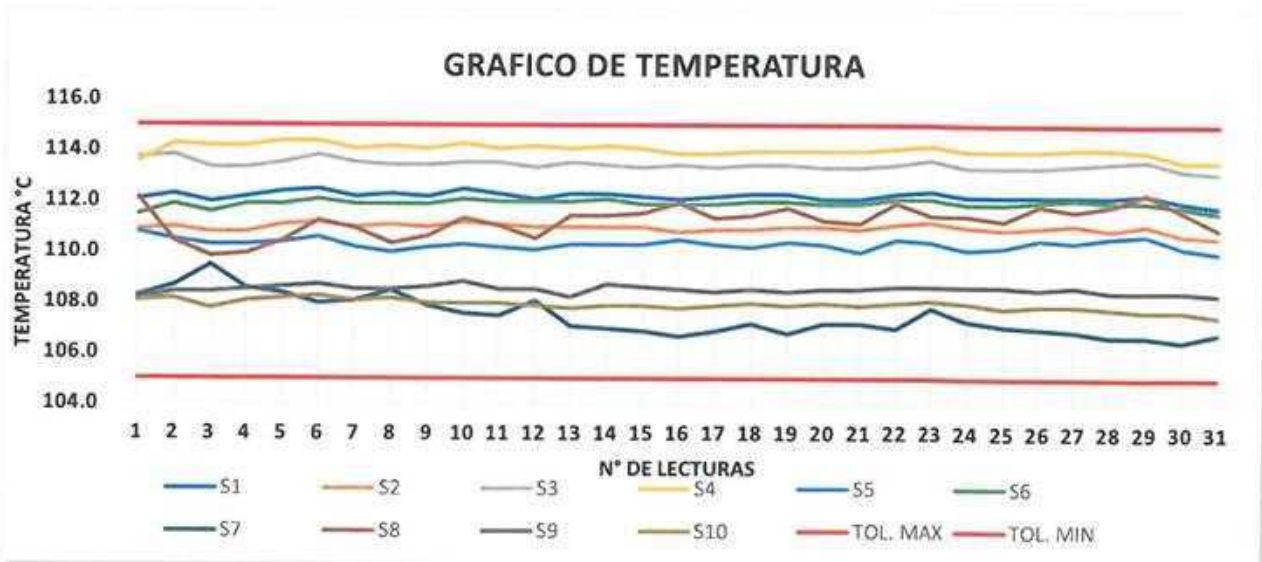
- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- Tprom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para instante dado.
- T.MAX : Temperatura máxima
- T.MIN : Temperatura mínima
- DTT : Desviación de Temperatura en el tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxia y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



9.- Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- El laboratorio no se hace responsable de mala manipulación del equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Fig. 01: Horno ALFA calibrado





SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LF - 020-2022

pág. 1 de 3

1.- Expediente : 020
2.- Cliente : Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C.
Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1 Fundo El Cerrito Lambayeque - Chiclayo

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

3.- Equipo: : CORTE DIRECTO
Marca : A&A INSTRUMENTS
Modelo : STZJY-6 Digital Electric
N° Serie : 130618
Procedencia : CHINA
Identificación : PM-01
Clase: : NO INDICA
Indicador (tipo): : DIGITAL
Marca : A&A INSTRUMENTS
Modelo : STZJY-6 Digital Electric
N° Serie: : 130618
Capacidad máxima: : 2000 (N)
Resolución : 1 (N)

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4.- Fecha y lugar de calibración

Fecha de calibración : 24/10/2022
Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1 Fundo El Cerrito Lambayeque - Chiclayo

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y

5.- Método de calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI - PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayos Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del Sistema de medida de Fuerza."-Julio 2006.

6.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5 °C	22.8 °C
Humedad	65 %HR	64 %HR

Fecha de Emisión: 24/10/2022

SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Ing. Secundino Burga Fernandez
JEFE DE METROLOGIA
REG. CIP 169278

Ing. Secundino Burga Fernandez

Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Jan Carlos Chavesta Reyes

Jan Carlos Chavesta Reyes

Técnico de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LF - 020-2022

pág. 2 de 3

7.- Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
METROIL S.A.C	CELDA DE CARGA DE 450 kgf	CF-0077-2021

8.- Resultados de medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de referencia			
%	F _i (N)	F ₁ (N)	F ₂ (N)	F ₃ (N)	F _{promedio} (N)
10.0	200.0	201.04	200.06	201.04	200.71
20.0	400.0	402.07	401.09	402.07	401.74
30.0	600.0	603.11	602.13	603.11	602.78
40.0	800.0	804.15	803.16	804.15	803.82
50.0	1000.0	1004.20	1004.20	1005.18	1004.53
60.0	1200.0	1205.24	1205.24	1205.24	1205.24
70.0	1400.0	1407.25	1406.27	1406.27	1406.60
80.0	1600.0	1608.00	1608.29	1607.31	1607.87
90.0	1800.0	1809.33	1808.35	1808.35	1808.68
100.0	2000.0	2009.38	2009.38	2009.38	2009.38
Retorno a cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (N)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición			Incertidumbre expandida (k = 2)	
	Error de medida q (%)	Repetibilidad b (%)	Resol.Relativa a (%)	(u)	(u %)
200.0	0.36	0.49	0.50	0.87	0.44
400.0	0.44	0.24	0.25	0.88	0.22
600.0	0.46	0.16	0.17	0.89	0.15
800.0	0.48	0.12	0.13	0.90	0.11
1000.0	0.45	0.10	0.10	0.91	0.09
1200.0	0.44	0.00	0.08	0.66	0.06
1400.0	0.47	0.07	0.07	0.95	0.07
1600.0	0.49	0.06	0.06	0.92	0.06
1800.0	0.48	0.05	0.06	1.00	0.06
2000.0	0.47	0.00	0.05	0.79	0.04

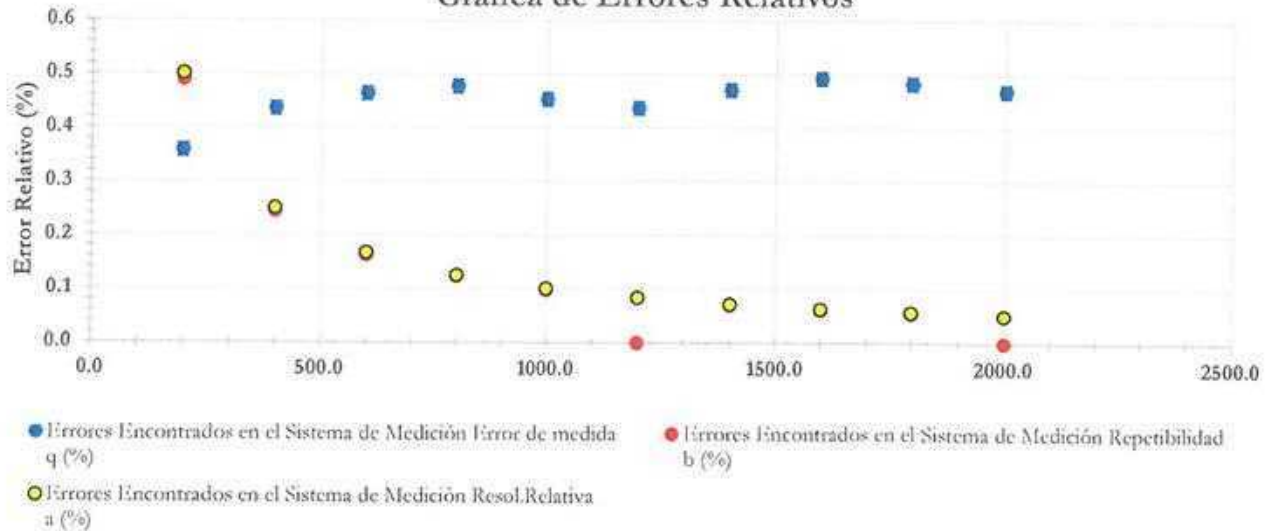
Incertidumbre por error de cero u_0	0.00
---------------------------------------	------

9.- Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $K=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Gráfica de Errores Relativos



10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.





SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
SLSP - LF - 006-2022

pág. 1 de 3

1.- Expediente : 006
2.- Cliente : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C
Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

3.- Equipo: : PRENSA CBR
Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
N° Serie : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Identificación : P-CBR-02
Clase: : NO INDICA
Indicador (tipo): : DIGITAL
Marca : HIWEIGH
Modelo : 315-X8
N° Serie: : 662522
Capacidad máxima: : 5000 (kgf)
Resolución : 0.1 (kgf)

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4.- Fecha y lugar de calibración

Fecha de calibración : 23/03/2022
Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5.- Método de calibración

La calibración de realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al LEDI - PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayos Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del Sistema de medida de Fuerza."-Julio 2006.

6.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28.7 °C	28.1 °C
Humedad	53 %HR	55 %HR

Fecha de Emisión: 24/03/2022

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.
Ing. Secundino Burga Fernández
JEFE DE METROLOGIA
REG. CIP 169278

Ing. Secundino Burga Fernandez
Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.
Jan Carlos Chavesta Reyes
TÉCNICO DE METROLOGIA

Jan Carlos Chavesta Reyes
Técnico de Metrología

7.- Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISÍSMICAS (PUCP)	CELDA DE CARGA DE 4500 kgf	INF - LE 262 - 21 B

8.- Resultados de medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
%	F _i (kgf)	Patrón de referencia			
		F ₁ (kgf)	F ₂ (kgf)	F ₃ (kgf)	F _{promedio} (kgf)
9.0	450.0	441.7	442.1	441.7	441.8
18.0	900.0	893.6	893.8	893.4	893.6
27.0	1350.0	1347.3	1347.6	1347.4	1347.4
36.0	1800.0	1800.3	1800.8	1800.2	1800.4
45.0	2250.0	2250.2	2250.5	2250.3	2250.3
54.0	2700.0	2700.9	2701.3	2701.3	2701.2
63.0	3150.0	3151.9	3152.0	3151.9	3151.9
72.0	3600.0	3602.9	3602.8	3603.2	3603.0
81.0	4050.0	4053.6	4054.3	4053.6	4053.8
89.9	4495.0	4500.4	4500.8	4500.6	4500.6
Retorno a cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición			Incertidumbre expandida (k = 2)	
	Error de medida q (%)	Repetibilidad b (%)	Resol.Relativa a (%)	(u)	(u %)
450.0	-1.81	0.09	0.02	0.34	0.08
900.0	-0.71	0.04	0.01	0.48	0.05
1350.0	-0.19	0.02	0.01	0.65	0.05
1800.0	0.02	0.03	0.01	0.91	0.05
2250.0	0.01	0.01	0.00	1.19	0.05
2700.0	0.04	0.01	0.00	1.27	0.05
3150.0	0.06	0.00	0.00	1.44	0.05
3600.0	0.08	0.01	0.00	1.67	0.05
4050.0	0.09	0.02	0.00	1.91	0.05
4495.0	0.12	0.01	0.00	2.07	0.05

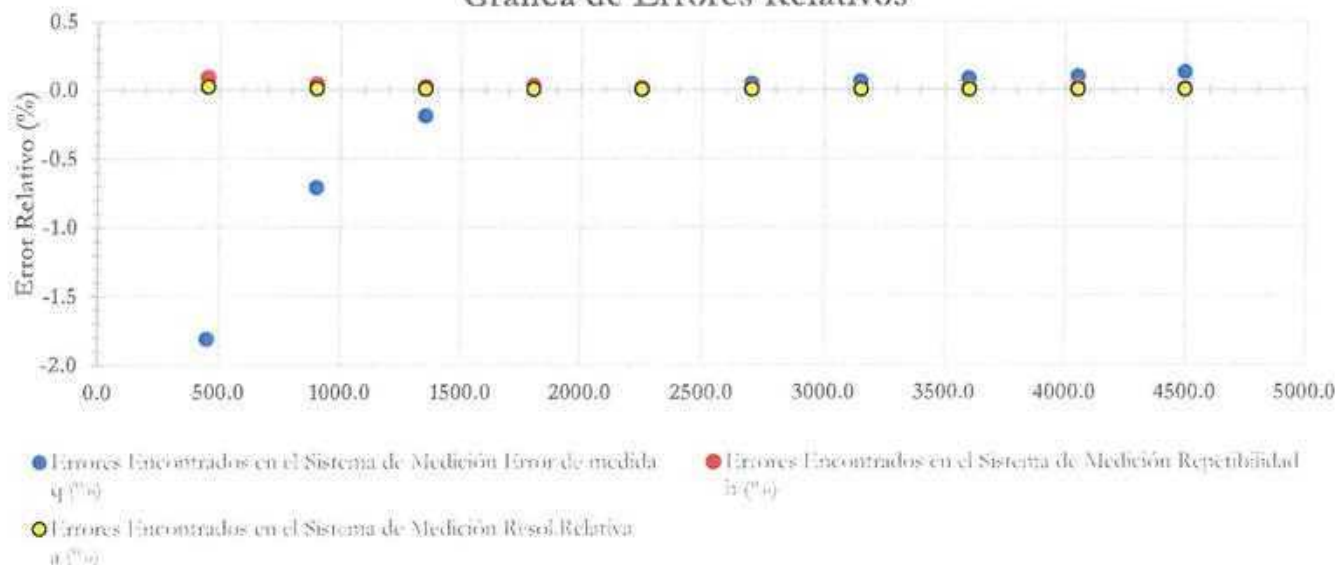
Incertidumbre por error de cero u ₀	0.00
------------------------------------------------	------

9.- Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura K=2, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Gráfica de Errores Relativos



10. Observaciones

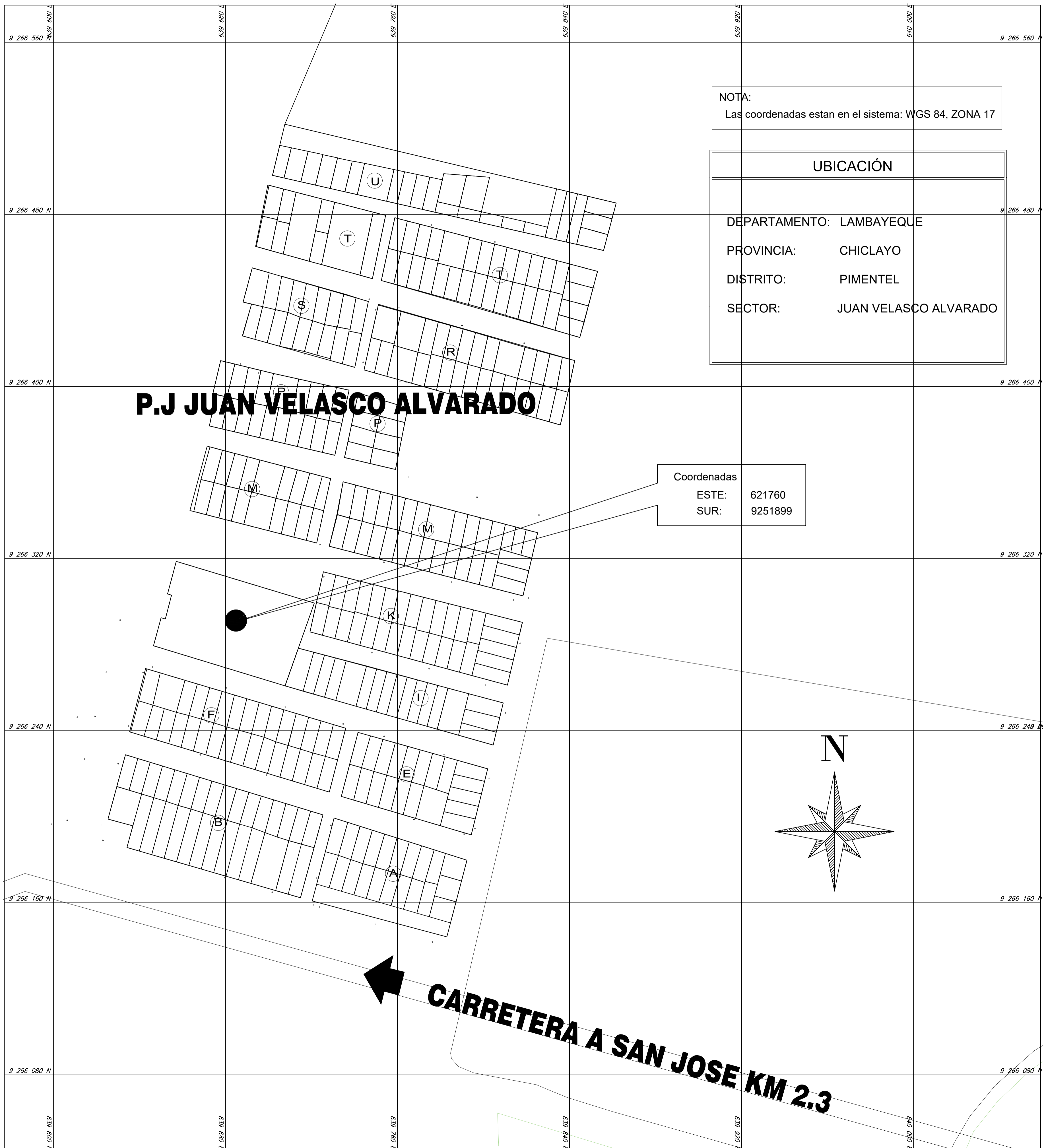
- Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.

11. Evidencias

- Se adjunta una foto del equipo calibrado.

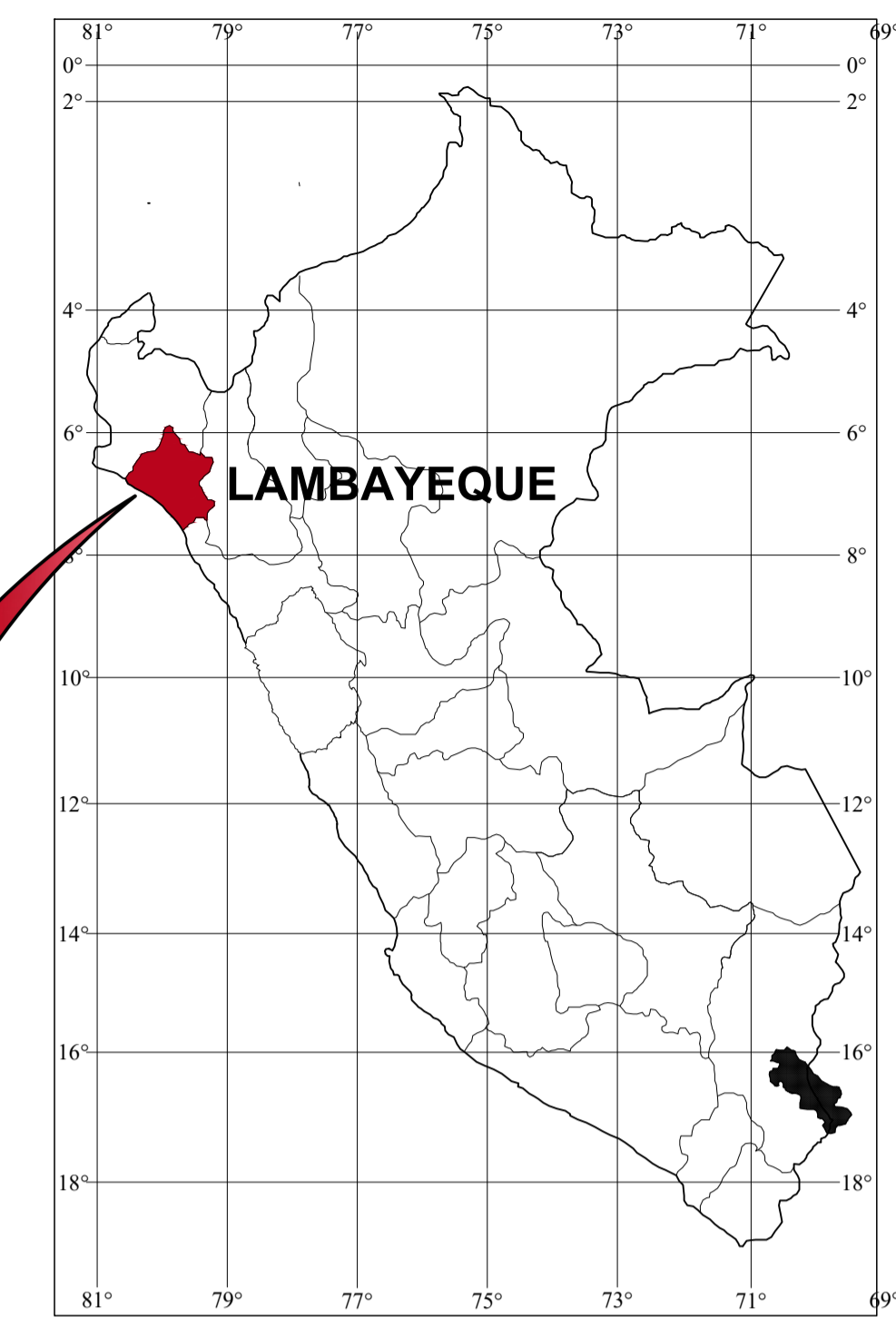


ANEXO N°13:
PLANOS



NOTA:
Las coordenadas estan en el sistema: WGS 84, ZONA 17

UBICACIÓN	
DEPARTAMENTO:	LAMBAYEQUE
PROVINCIA:	CHICLAYO
DISTRITO:	PIMENTEL
SECTOR:	JUAN VELASCO ALVARADO

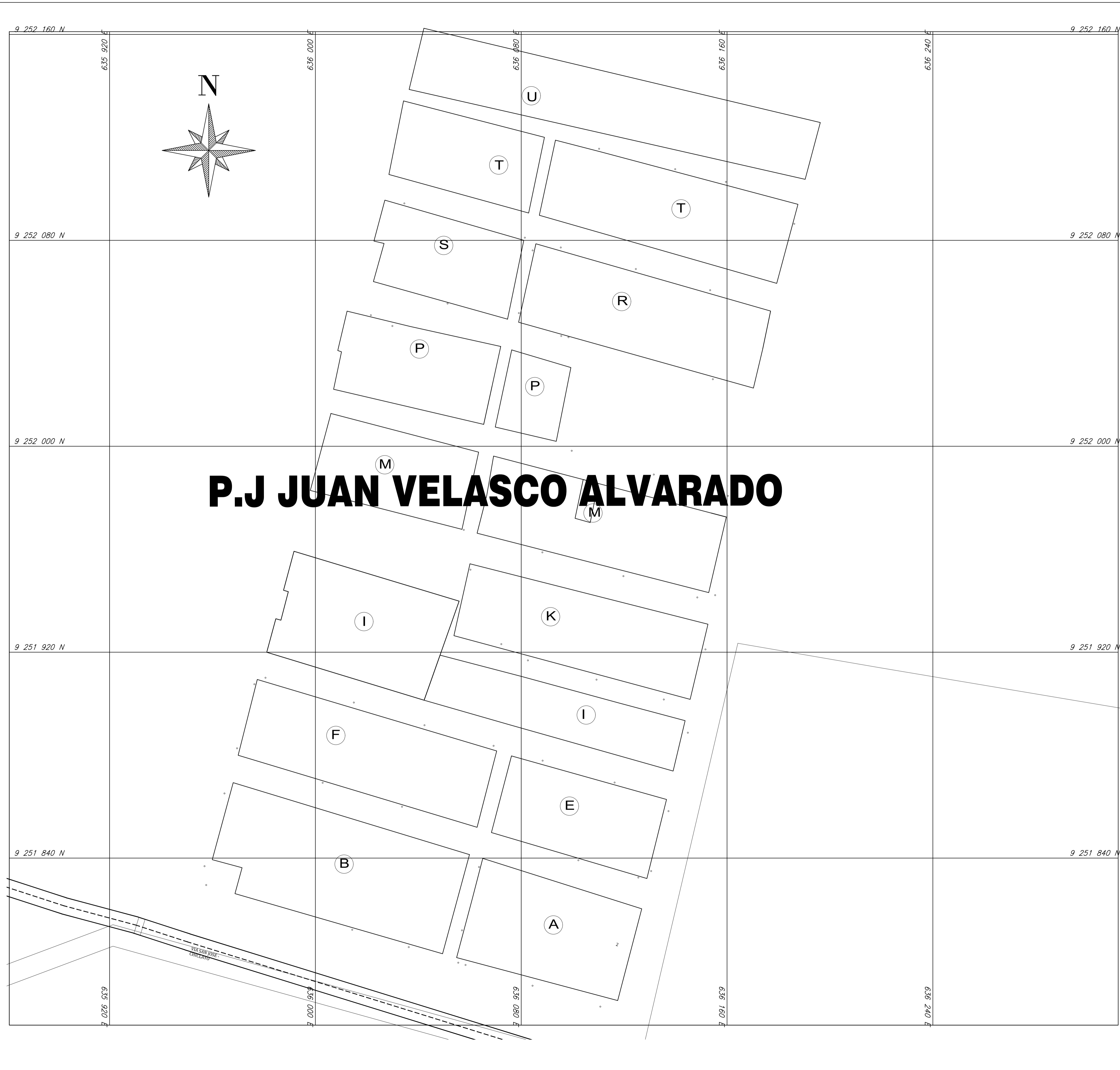


MAPA POLITICO DEL PERÚ
Esc. S/E



MAPA POLITICO DE LAMBAYEQUE
Esc. S/E

 USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo	UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
	Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"		
	Plano: UBICACIÓN		Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO
	Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: U-01
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO		
Fecha: OCTUBRE 2022	Escala: 1:1000	Asesor: CENTENO CCANTO, ERNESTO MARTIN	



P.J JUAN VELASCO ALVARADO

CUADRO GENERAL DE ÁREAS	
DESCRIPCIÓN	ÁREA (m ²)
ÁREA VIVIENDA	35289.03
I.E	1862.53
ÁREA RECREACIÓN	1370.63
LOCAL COMUNAL	90.00
COMEDOR POPULAR	90.00
TOTAL	38702.19

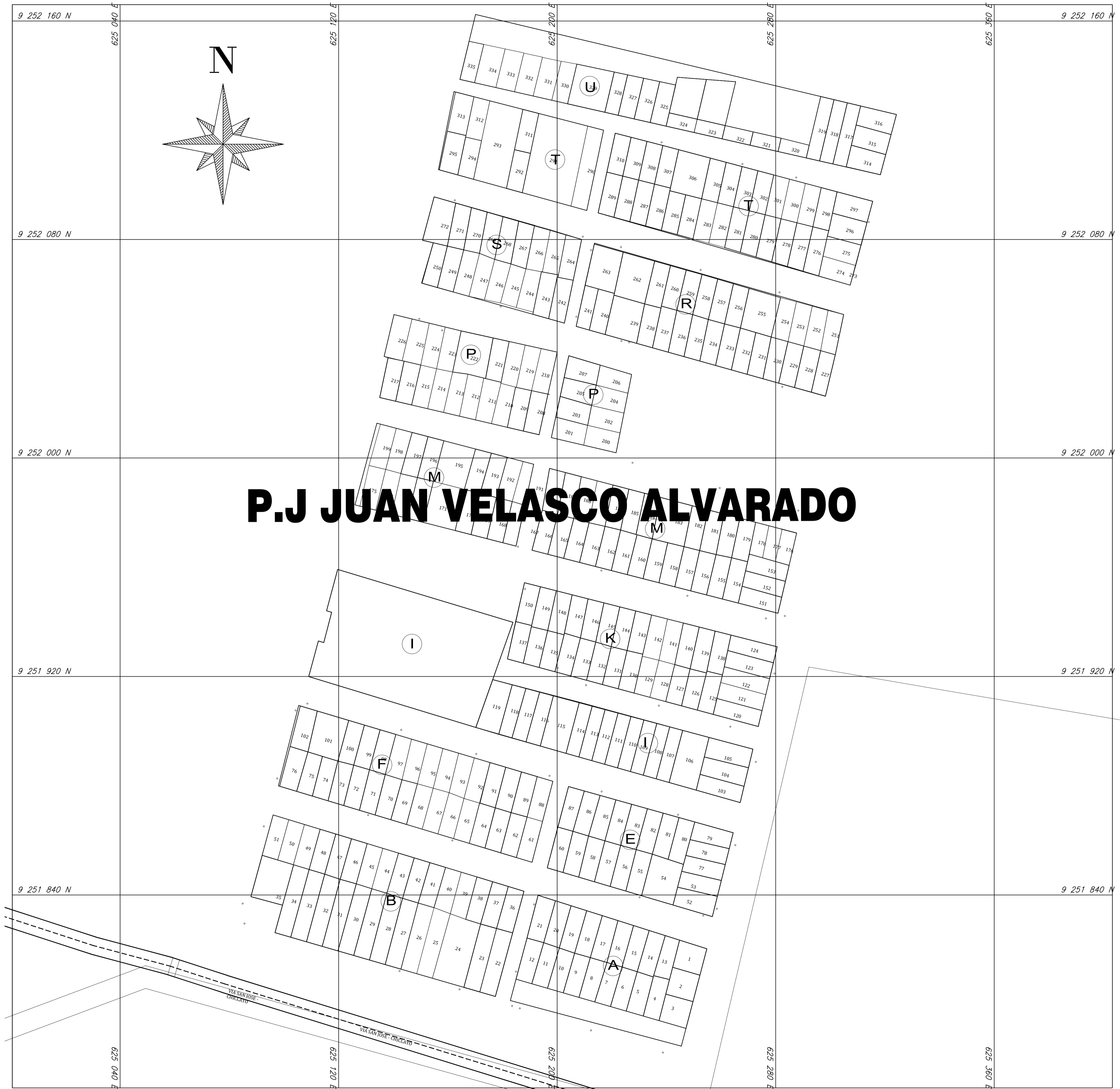
LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
(A)	MANZANAS

UBICACIÓN	
DEPARTAMENTO:	LAMBAYEQUE
PROVINCIA:	CHICLAYO
DISTRITO:	PIMENTEL
SECTOR:	JUAN VELASCO ALVARADO



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"			
Plano: MANZANEO		Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO	
Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N° Lamina: M-01	
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO		
Fecha: OCTUBRE 2022	Escala: 1:750	Asesor: CENTENO CCANTO, ERNESTO MARTIN	



CUADRO GENERAL DE ÁREAS	
DESCRIPCIÓN	ÁREA(m2)
ÁREA VIVIENDA	35289.03
I.E	1862.53
ÁREA RECREACIÓN	1370.63
LOCAL COMUNAL	90.00
COMEDOR POPULAR	90.00
TOTAL	38702.19

MZA	N° LOTES
A	21
B	30
E	20
F	31
I	17
K	31
M	49
P	28
R	28
S	18
T	40
U	22
TOTAL	= 335

P.J JUAN VELASCO ALVARADO

LEYENDA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCIÓN
	LOTE CONSTRUIDO
	LOTE VACIO
	PERIMETRO DE LA MANZANA
	NOMBRE DE MANZANA

METRADOS GENERALES	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
263 UND	CONEXIÓN DOMICILIARIA



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

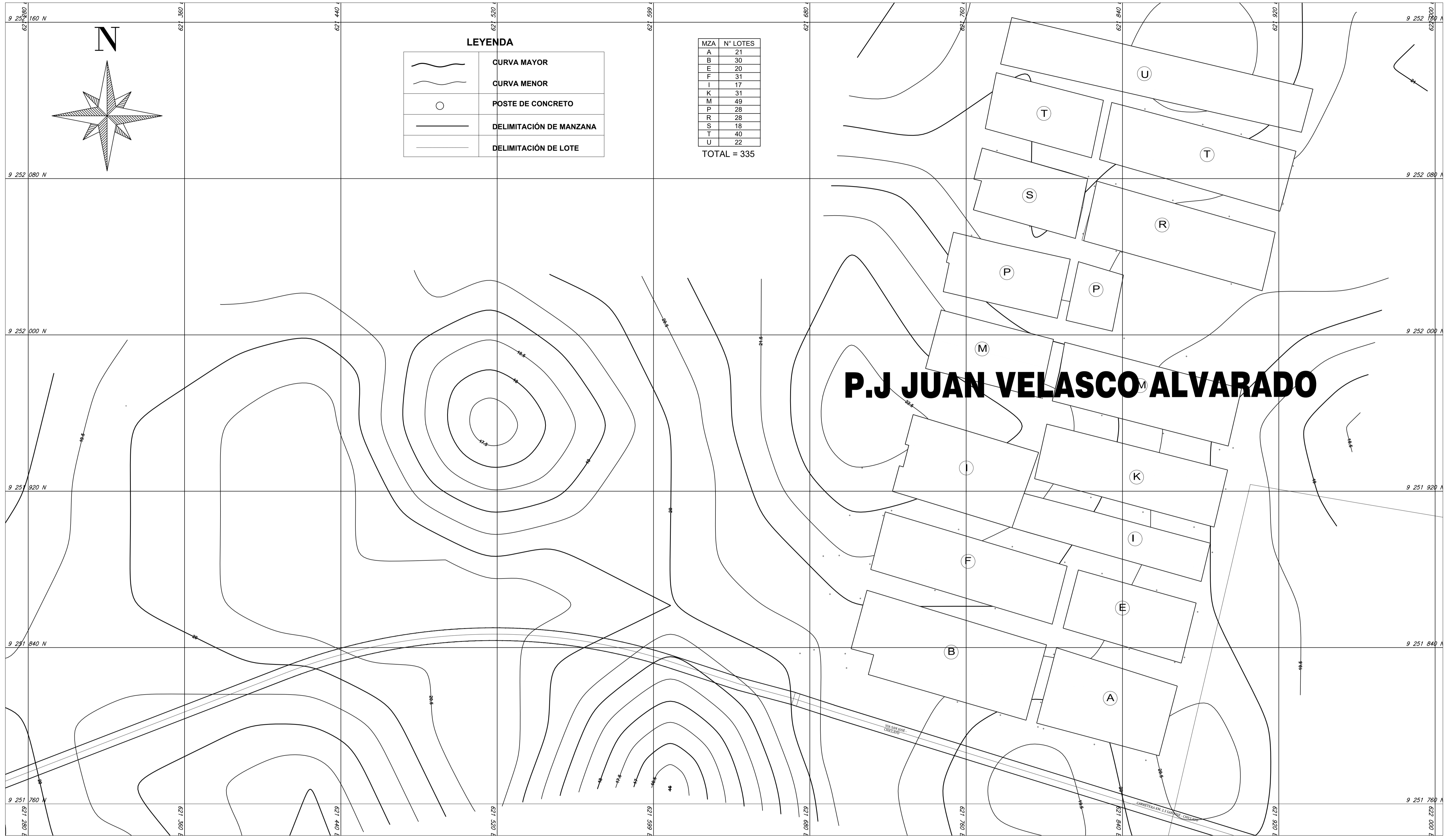
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

Proyecto de tesis:
"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano: LOTIZACIÓN Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N° Lamina: L-01
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO	

Fecha: OCTUBRE 2022 Escala: 1:750 Asesor: CENTENO CCANTO, ERNESTO MARTIN



P.J JUAN VELASCO ALVARADO

PLANO TOPOGRÁFICO
ESCALA 1:1000

NOTA:
Las coordenadas estan en el sistema: WGS 84, ZONA 17S

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

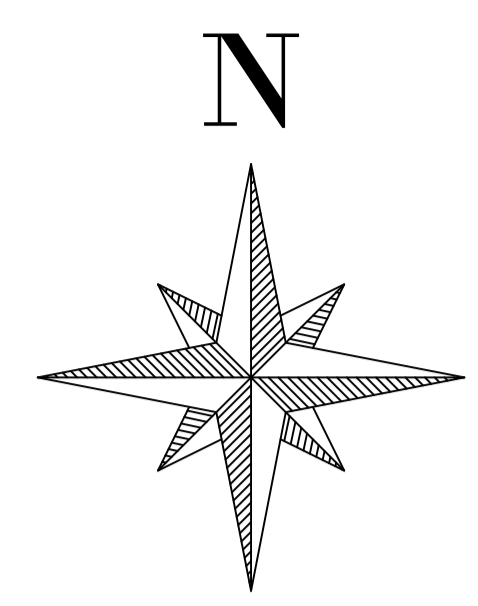
Proyecto de tesis:
"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano: TOPOGRÁFICO Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

Distrito: PIMENTEL Provincia: CHICLAYO N°Lamina: T-01

Departamento: LAMBAYEQUE Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO

Fecha: OCTUBRE 2022 Escala: 1:1000 Asesor: CENTENO CCANTO, ERNESTO MARTIN



P.J JUAN VELASCO

LEYENDA AGUA POTABLE

	TUBERÍA PVC SP PN-10 - TUBOPLAST
	TEE PVC SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	CODO 90° PVC SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	CODO 22.5° PVC SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	TAPÓN SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	VÁVULA ACCESORIO PROYECTADO)
	EMPALME CON TUBERÍA EXISTENTE
	NOMBRE DE LA MANZANA

MZA	N° LOTES
A	21
B	30
E	20
F	31
I	17
K	31
M	49
P	28
R	28
S	18
T	40
U	22
TOTAL = 335	

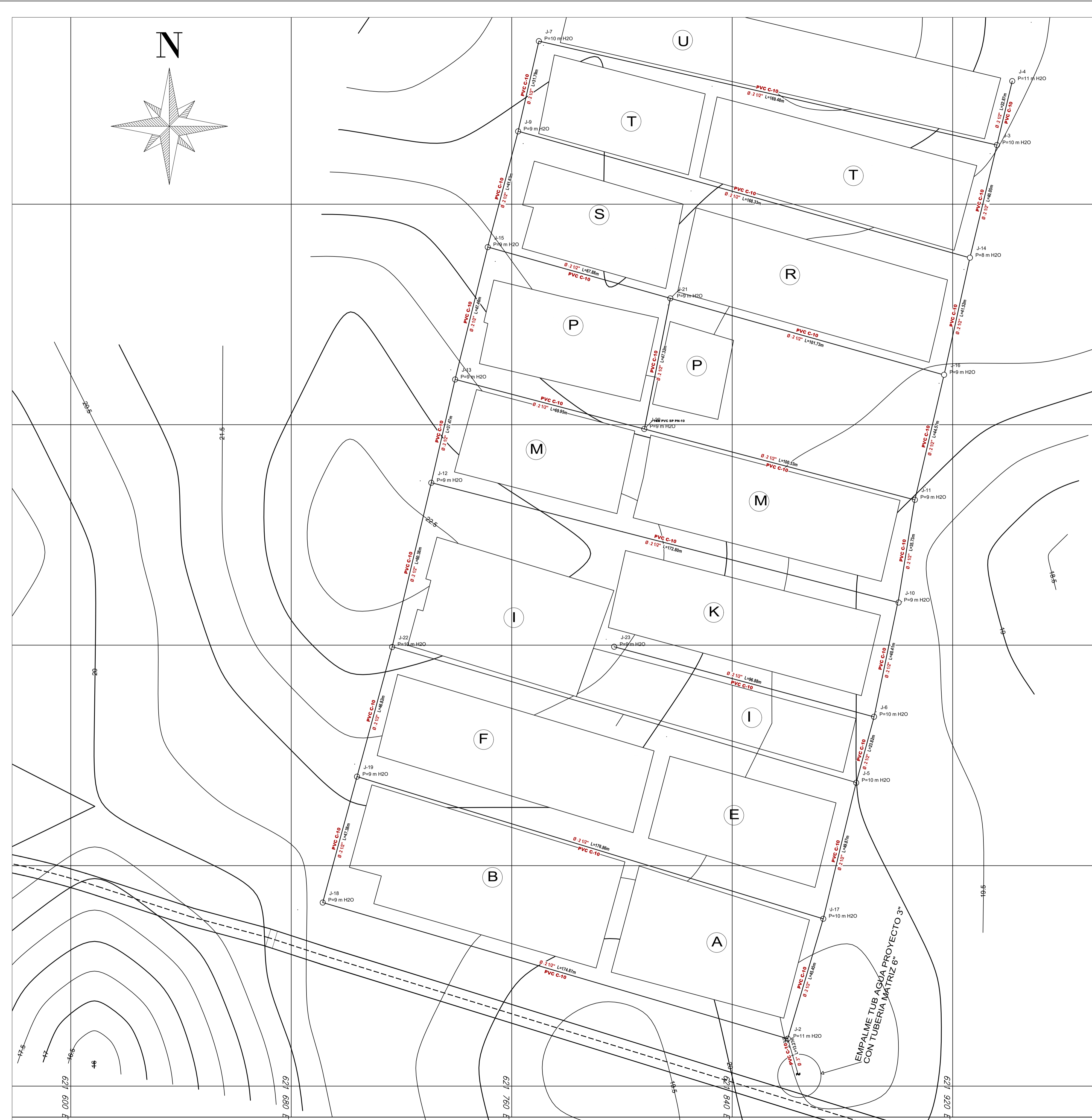
NORMAS TECNICAS	
DESCRIPCIÓN	NORMA
1. TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO PVC-U Y ACCESORIOS	NTP 399.003 PARA >= DN 63mm
- TUBERIAS Y ACCESORIOS	HASTA DN < 63mm DN,
- TIPO DE UNION	HASTA 63mm DN, CON ANILLO ELASTOMERICO NORMA ISO 4633 O MEDIANTE CEMENTO DISOLVENTE LA NTP 399.090 MAYORES A 63mm DN ANILLO ELASTOMERICO NORMA ISO-4633
- LOS ACCESORIOS SERAN DEL TIPO INYECTADOS	ESPECIF. TECNICAS R.G.G. 059-96 BASADAS EN LA NTP-ISO 7259
2. VALVULAS DE FIERRO FUNDIDO	NTP 350.104: 1997 FIERRO FUNDIDO LAMINAR
3. ACCESORIOS DE FIERRO FUNDIDO GRIS	NTP ISO 49: 1997
4. FIERRO GALVANIZADO	NTP ISO 4633: 1999
5. ANILLOS DE CAUCHO	NTP 399.090
6. PEGAMENTO PARA UNION DE TUBOS	ESPEC. TECNICAS R.G.G. 100-200 (BASADAS EN ANSI/AWWA C 219)
7. ACOPLES FLEXIBLES DE AMPLIO RANGO	NTP NTP 350.096: 2001 - ABRAZADERAS METÁLICAS NTP 399.137: 1997 - ABRAZADERAS TERMOPLÁSTICAS
8. ABRAZADERAS PARA CONEXIÓN DOMICILIARIA	NTP 350.106.1999
9. TAPAS Y MARCOS DE FIERRO PARA CAJA DE VALVULA	NTP 350.107 DE ALEACIÓN DE COBRE ZINC
10. VALVULAS DE PASO CON NIPLÉ TELESCÓPICO Y SALIDA AUXILIAR PARA CONEXIÓN DOMICILIARIA	NTP 339.165: 2001 DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO
11. CAJA PORTA MEDIDOR DE CONCRETO	NTP 334.081: 1999
12. MARCO Y TAPA PARA CAJA PORTAMEDIDOR DE AGUA POTABLE	DE ACERO GALVANIZADO NTP 350.085: 1997 DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO CTPS-E-04 APROBADO CON R.G.G. 393-2003-GG
13. GRIFOS CONTRA INCENDIO	HIDRANTE TIPO POSTE DE CUERPO SECO, CTPS-E-03 APROBADA CON R.G.G. 249-2000
14. BRIDAS METÁLICAS DE ACERO	NTP-ISO 7005-1: 1999
15. LOZA, CAJA Y TAPA TERMOPLÁSTICO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE	NTP 399.164: 2000

RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA 1:750



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"			
Plano: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE		Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO	
Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: RD-01	
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO		
Fecha: Octubre 2022	Escala: 1/750	Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin	



PRESIONES EN NUDOS

Label	Hydraulic Grade (m)	Elevation (m)	Pressure (m H ₂ O)	X (m)	Y (m)	Demand (L/s)
J-2	27.40	16.28	11	621,860.16	9,251,777.20	0.384
J-3	26.00	16.32	10	621,936.06	9,252,101.46	0.197
J-4	26.00	15.40	11	621,941.62	9,252,124.66	0.226
J-5	26.41	16.69	10	621,885.00	9,251,870.06	0.171
J-6	26.28	16.68	10	621,891.46	9,251,894.02	0.135
J-7	26.00	15.95	10	621,769.85	9,252,139.16	0.328
J-9	26.01	16.68	9	621,762.31	9,252,106.42	0.161
J-10	26.17	16.80	9	621,900.36	9,251,935.47	0.173
J-11	26.08	16.88	9	621,906.29	9,251,972.74	0.193
J-12	26.17	16.67	9	621,730.81	9,251,978.92	0.191
J-13	26.08	16.66	9	621,739.46	9,252,016.40	0.154
J-14	26.01	17.50	8	621,926.27	9,252,060.58	0.211
J-15	26.03	16.61	9	621,751.30	9,252,064.41	0.156
J-16	26.03	17.50	9	621,916.88	9,252,018.09	0.198
J-17	26.77	16.41	10	621,873.03	9,251,820.72	0.277
J-18	26.73	17.21	9	621,691.42	9,251,826.60	0.370
J-19	26.62	17.11	9	621,703.86	9,251,872.29	0.260
J-20	26.05	17.49	9	621,808.08	9,251,998.44	0.328
J-21	26.03	17.23	9	621,817.94	9,252,045.74	0.426
J-22	26.41	16.80	10	621,716.60	9,251,919.32	0.202
J-23	26.23	17.02	9	621,797.16	9,251,919.42	0.538

CUADRO DE CAUDALES

Qm =	2.639 l/seg
Qmd =	3.431 l/seg
Qmh =	5.28 l/seg

Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural

Presiones de servicio.
 Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:
 _La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a. y
 _La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

MODELO HIDRAÚLICO ESCALA 1:750



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

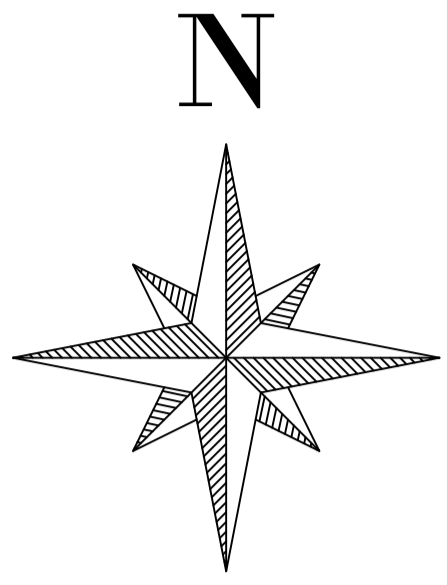
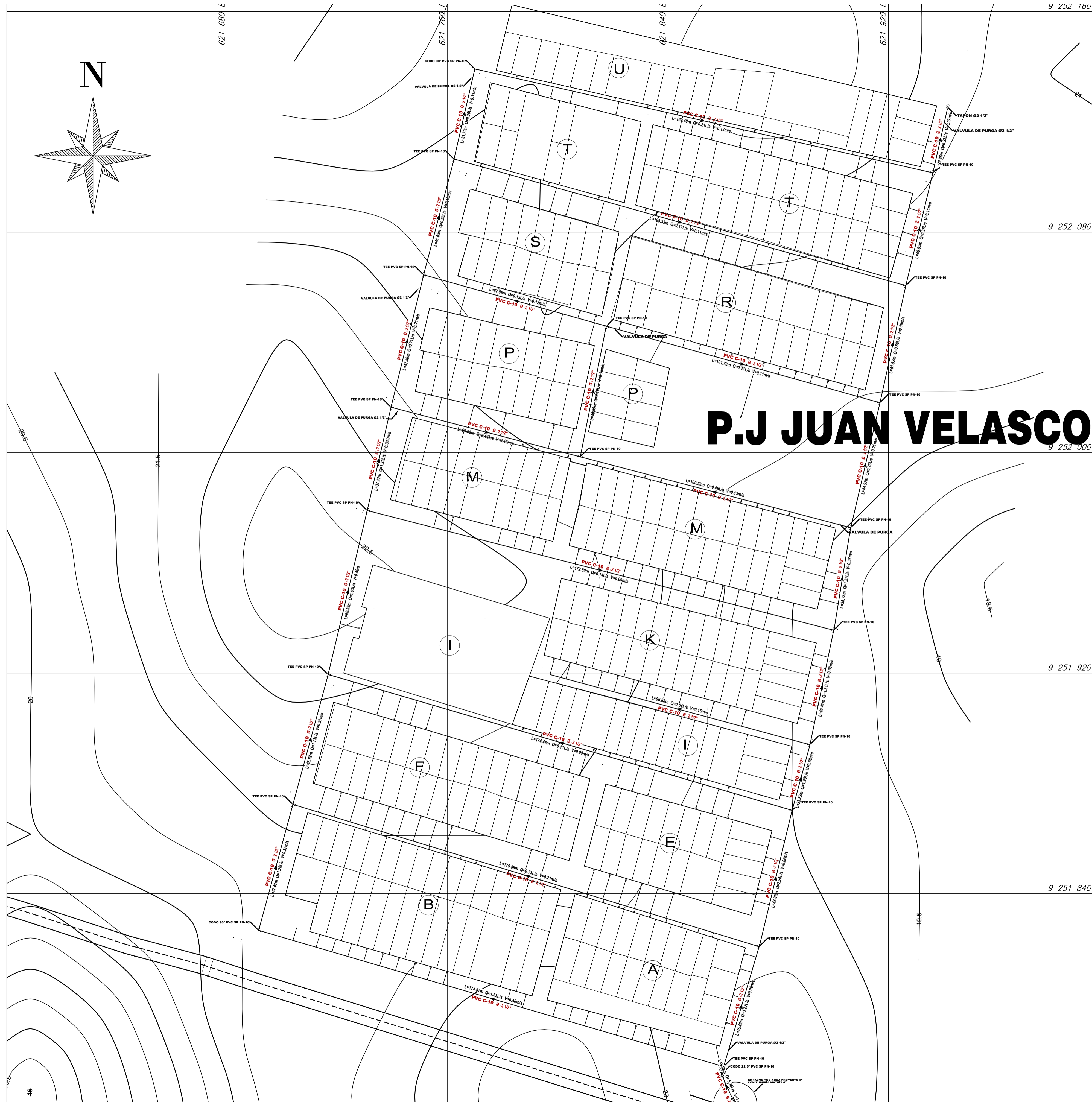
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

Proyecto de tesis:
 "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano: MODELO HIDRAÚLICO DE AGUA POTABLE Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: MH-01
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO	

Fecha: Octubre 2022 Escala: 1/750 Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin



LEYENDA AGUA POTABLE	
	TUBERÍA PVC SP PN-10 - TUBOPLAST
	TEE PVC SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	CODO 90° PVC SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	CODO 22.5° PVC SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	TAPÓN SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	VÁLVULA ACCESORIO PROYECTADO)
	EMPALME CON TUBERÍA EXISTENTE
	NOMBRE DE LA MANZANA

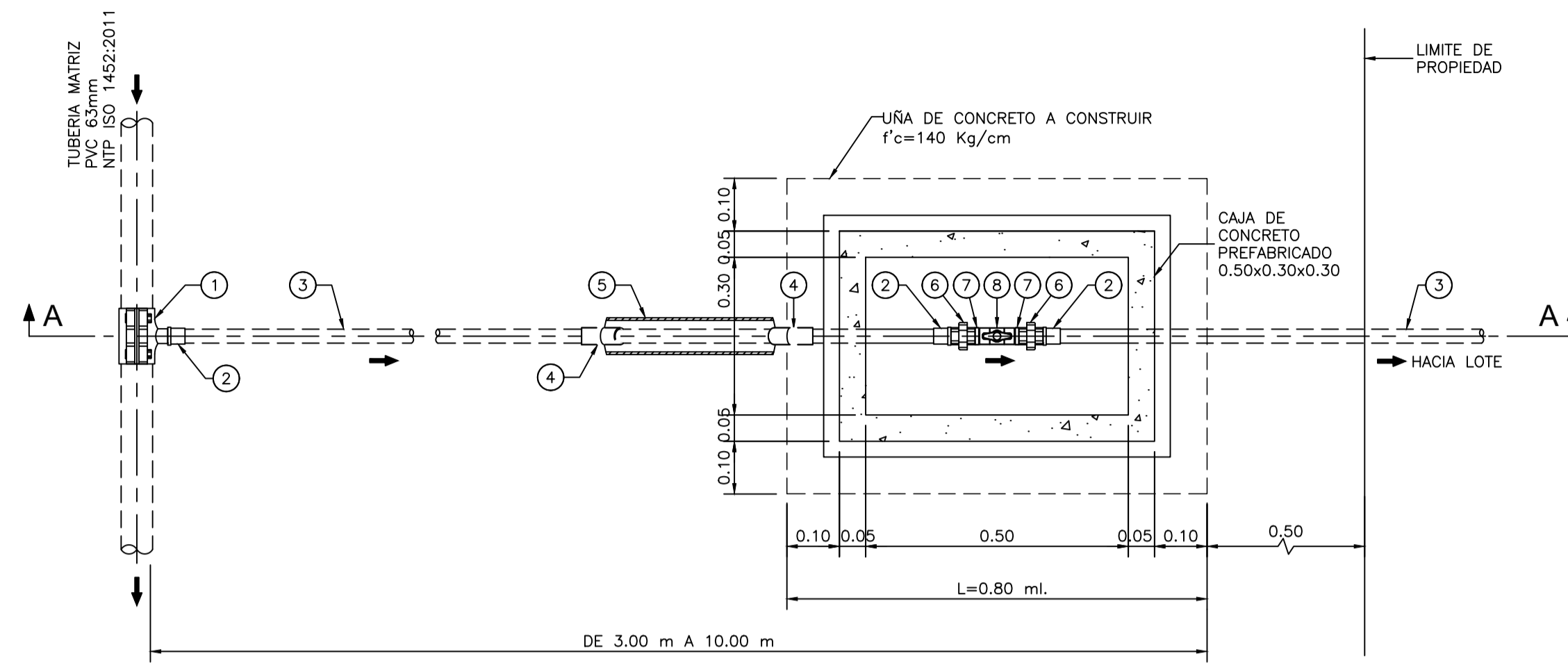
NORMAS TECNICAS	
DESCRIPCIÓN	NORMA
1. TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO PVC-U Y ACCESORIOS - TUBERIAS Y ACCESORIOS - TIPO DE UNION - LOS ACCESORIOS SERAN DEL TIPO INYECTADOS	NTP 399.003 PARA >= DN 63mm HASTA DN < 63mm DN, HASTA 63mm DN, CON ANILLO ELASTOMERICO NORMA ISO 4633 O MEDIANTE CEMENTO DISOLVENTE LA NTP 399.090 MAYORES A 63mm DN ANILLO ELASTOMERICO NORMA ISO-4633
2. VALVULAS DE FIERRO FUNDIDO	ESPECIF. TECNICAS R.G.G. 059-96 BASADAS EN LA NTP-ISO 7259
3. ACCESORIOS DE FIERRO FUNDIDO GRIS	NTP 350.104: 1997 FIERRO FUNDIDO LAMINAR
4. FIERRO GALVANIZADO	NTP ISO 49: 1997
5. ANILLOS DE CAUCHO	NTP ISO 4633: 1999
6. PEGAMENTO PARA UNION DE TUBOS	NTP 399.090
7. ACOPLER FLEXIBLES DE AMPLIO RANGO	ESPEC. TECNICAS R.G.G. 100-200 (BASADAS EN ANSIA/WWA C 219)
8. ABRAZADERAS PARA CONEXIÓN DOMICILIARIA	NTP NTP 350.096: 2001 - ABRAZADERAS METÁLICAS NTP 399.137: 1997 - ABRAZADERAS TERMOPLÁSTICAS
9. TAPAS Y MARCOS DE FIERRO PARA CAJA DE VÁLVULA	NTP 350.106: 1999
10. VALVULAS DE PASO CON NIPLER TELESCOPICO Y SALIDA AUXILIAR PARA CONEXIÓN DOMICILIARIA	NTP 350.107 DE ALEACIÓN DE COBRE ZINC NTP 339.165: 2001 DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO
11. CAJA PORTA MEDIDOR DE CONCRETO	NTP 334.081: 1999
12. MARCO Y TAPA PARA CAJA PORTAMEDIDOR DE AGUA POTABLE	DE ACERO GALVANIZADO NTP 350.085: 1997 DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO CTPS-E-04 APROBADO CON R.G.G. 393-2003-GG
13. GRIFOS CONTRA INCENDIO	HIDRANTE TIPO POSTE DE CUERPO SECO, CTPS-E-03 APROBADA CON R.G.G. 249-2000
14. BRIDAS METALICAS DE ACERO	NTP-ISO 7005-1: 1999
15. LOZA, CAJA Y TAPA TERMOPLÁSTICO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE	NTP 399.164: 2000

CONEXIONES DOMICILIARIAS
ESCALA 1:750

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

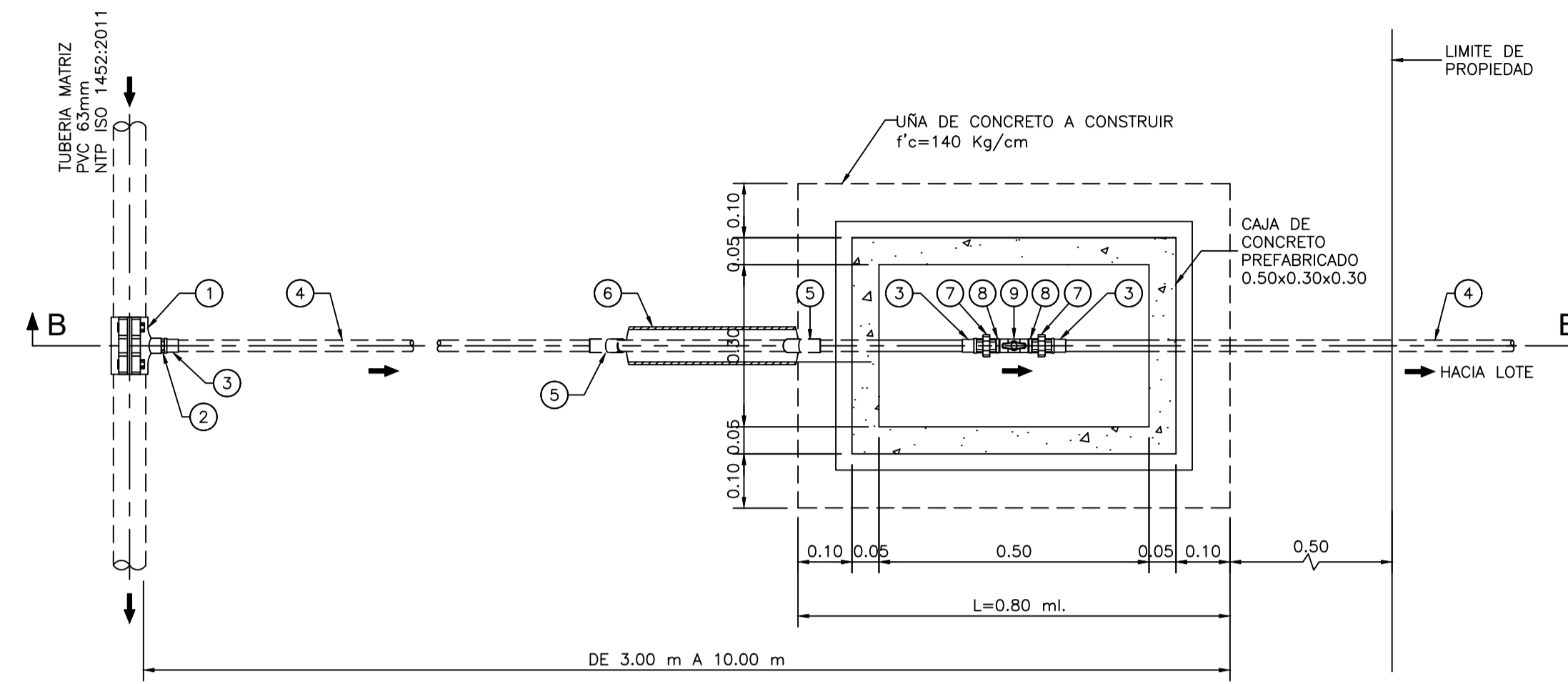
Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"			
Plano:		Responsable:	
CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE		SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO	
Distrito:	Provincia :	N°Lamina:	
PIMENTEL	CHICLAYO	CD-01	
Departamento:	Localidad :		
LAMBAYEQUE	JUAN VELASCO ALVARADO		
Fecha :	Escala :	Asesor :	
Octubre 2022	1/750	Centeno Ccauto, Ernesto Martin	

DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIARIA DE Ø3/4" PARA INSTITUCIONES PÚBLICAS



PLANTA
1:10

DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIARIA DE Ø1/2" PARA VIVIENDAS



PLANTA
1:10

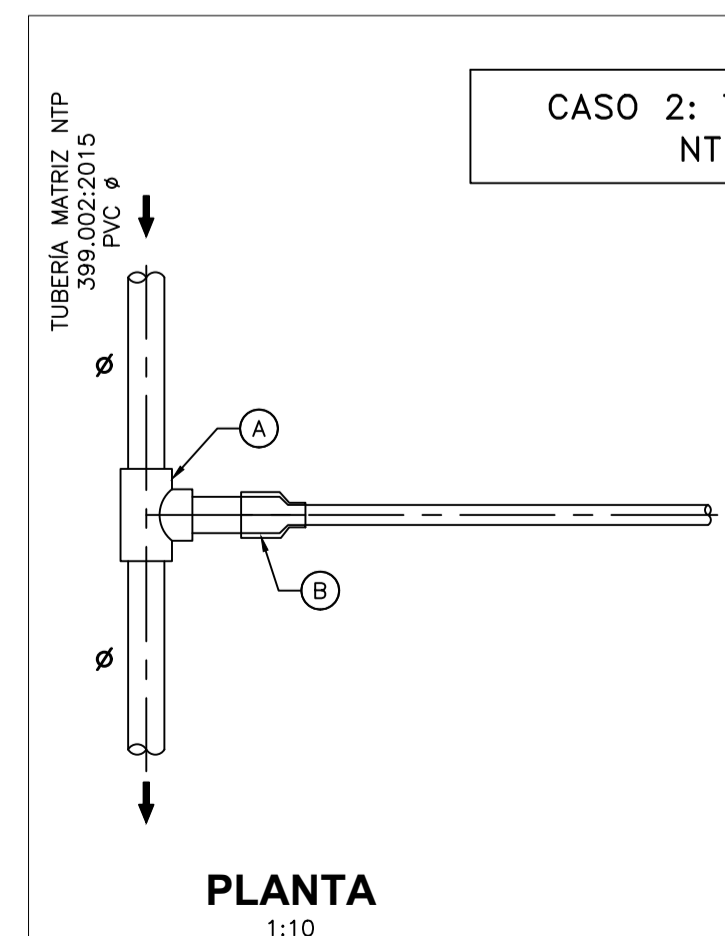
LISTADO DE ACCESORIOS: Ø3/4"

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	ABRAZADERA DOS CUERPOS TERMOPLÁSTICOS PVC, NTP 399.137:2009 CON SALIDA DE 3/4"	1 UND.
2	ADAPTADOR UPR PVC 3/4"	3 UND.
3	TUBERÍA PVC CLASE 10 DE 3/4", NTP 399.002:2015	10,0 ml.
4	CODO SP PVC 3/4" X 45°	2 UND.
5	TUBERÍA DE FORRO 2" SP PVC CLASE 5	0,40 ml.
6	UNIÓN UNIVERSAL CON ROSCA PVC 3/4"	2 UND.
7	NIPLE CON ROSCA PVC 3/4" X 1 1/2"	2 UND.
8	VALVULA DE PASO TERMOPLÁSTICA DE 3/4" NTP 399.034:2007	1 UND.

LISTADO DE ACCESORIOS: Ø1/2"

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	ABRAZADERA DOS CUERPOS TERMOPLÁSTICOS PVC, NTP 399.137:2009 CON SALIDA DE 3/4"	1 UND.
2	BUSHING CON ROSCA PVC 3/4" A 1/2"	1 UND.
3	ADAPTADOR UPR PVC 1/2"	3 UND.
4	TUBERÍA PVC CLASE 10 DE 1/2", NTP 399.002:2015	10,0 ml.
5	CODO SP PVC 1/2" X 45°	2 UND.
6	TUBERÍA DE FORRO 2" SP PVC CLASE 5	0,40 ml.
7	UNIÓN UNIVERSAL CON ROSCA PVC 1/2"	2 UND.
8	NIPLE CON ROSCA PVC 1/2" X 1 1/2"	2 UND.
9	VALVULA DE PASO TERMOPLÁSTICA DE 1/2" NTP 399.034:2007	1 UND.

CASO 2: TUBERÍA MATRIZ PVC Ø NTP 399.002:2015

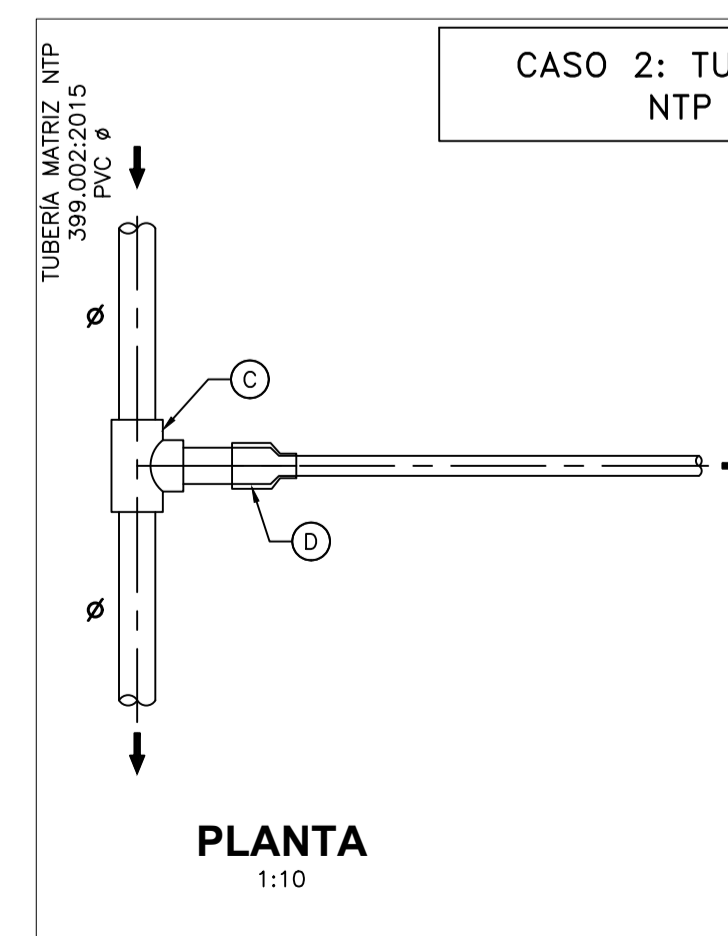


PLANTA
1:10

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
A	TEE SP PVC Ø	1 UND.
B	REDUCCIÓN SP PVC Ø" A 3/4"	1 UND.
2	ADAPTADOR UPR PVC 3/4"	2 UND.
3	TUBERÍA PVC CLASE 10 DE 3/4", NTP 399.002:2015	10,0 ml.
4	CODO SP PVC 3/4" X 45°	2 UND.
5	TUBERÍA DE FORRO 2" SP PVC CLASE 5	0,40 ml.
6	UNIÓN UNIVERSAL CON ROSCA PVC 3/4"	2 UND.
7	NIPLE CON ROSCA PVC 3/4" X 1 1/2"	2 UND.
8	VALVULA DE PASO TERMOPLÁSTICA DE 3/4" NTP 399.034:2007	1 UND.

DIÁMETRO TUBERÍA (Ø)	1 (pulg.)	1 1/2 (pulg.)

CASO 2: TUBERÍA MATRIZ PVC Ø NTP 399.002:2015



PLANTA
1:10

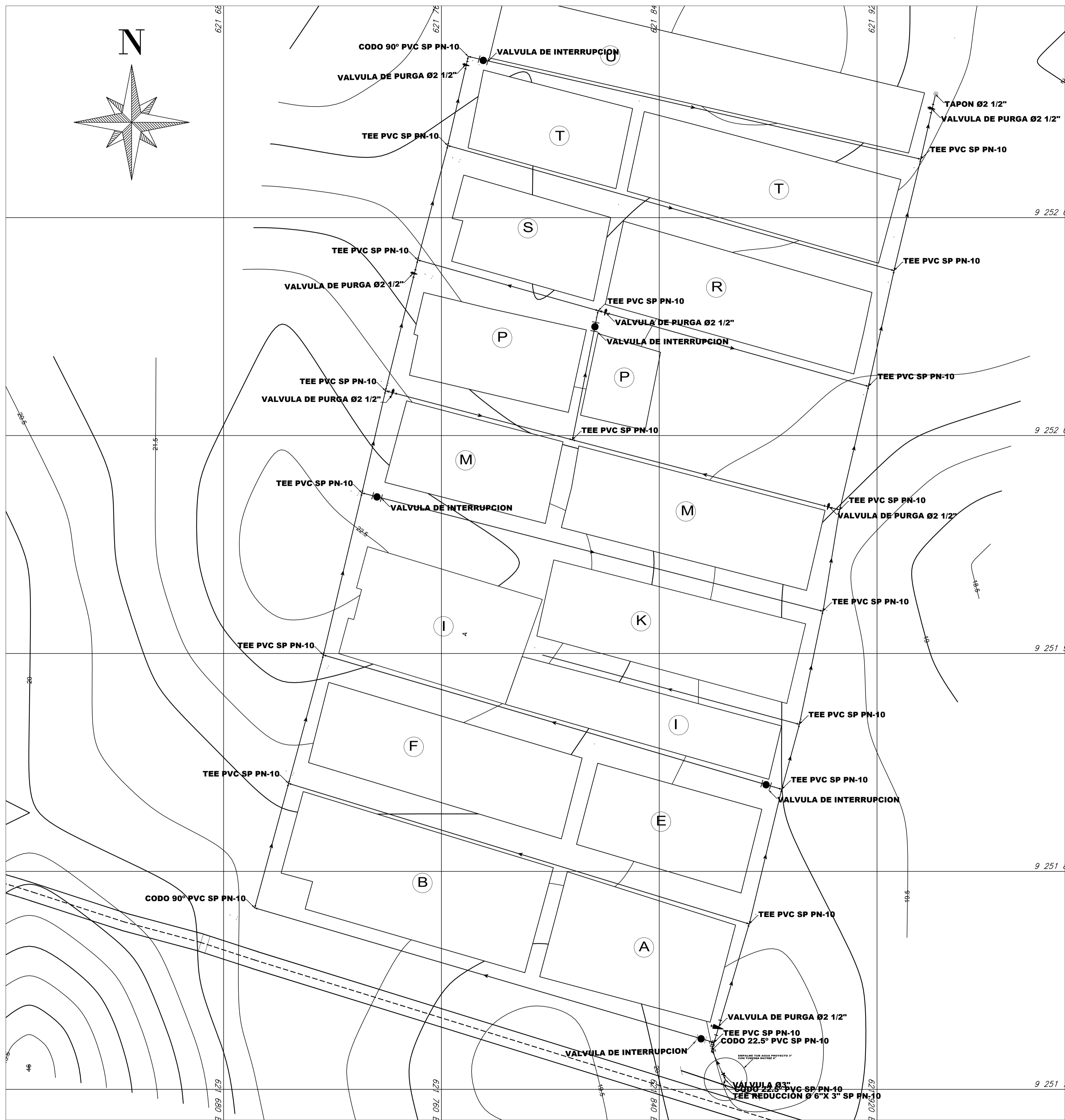
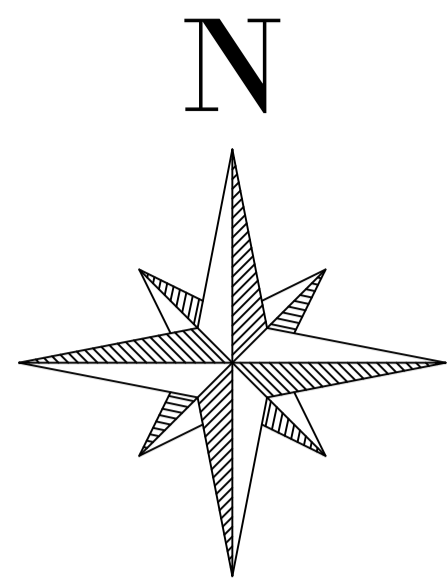
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
C	TEE SP PVC Ø	1 UND.
D	REDUCCIÓN SP PVC Ø" A 1/2"	1 UND.
3	ADAPTADOR UPR PVC 1/2"	2 UND.
4	TUBERÍA PVC CLASE 10 DE 1/2", NTP 399.002:2015	10,0 ml.
5	CODO SP PVC 1/2" X 45°	2 UND.
6	TUBERÍA DE FORRO 2" SP PVC CLASE 5	0,40 ml.
7	UNIÓN UNIVERSAL CON ROSCA PVC 1/2"	2 UND.
8	NIPLE CON ROSCA PVC 1/2" X 1 1/2"	2 UND.
9	VALVULA DE PASO TERMOPLÁSTICA DE 1/2" NTP 399.034:2007	1 UND.

DIÁMETRO TUBERÍA (Ø)	3/4 (pulg.)	1 (pulg.)	1 1/2 (pulg.)



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"		
Plano: DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE	Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO	
Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: DCD-01
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO	
Fecha: Octubre 2022	Escala: 1:10	Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin



LEYENDA AGUA POTABLE

	TUBERÍA PVC SP PN-10 - TUBOPLAST
	TEE PVC SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	CODO 90° PVC SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	CODO 22.5° PVC SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	TAPÓN SP PN-10 - TUBOPLAST (ACCESORIO PROYECTADO)
	VÁLVULA ACCESORIO PROYECTADO)
	EMPALME CON TUBERÍA EXISTENTE
	NOMBRE DE LA MANZANA

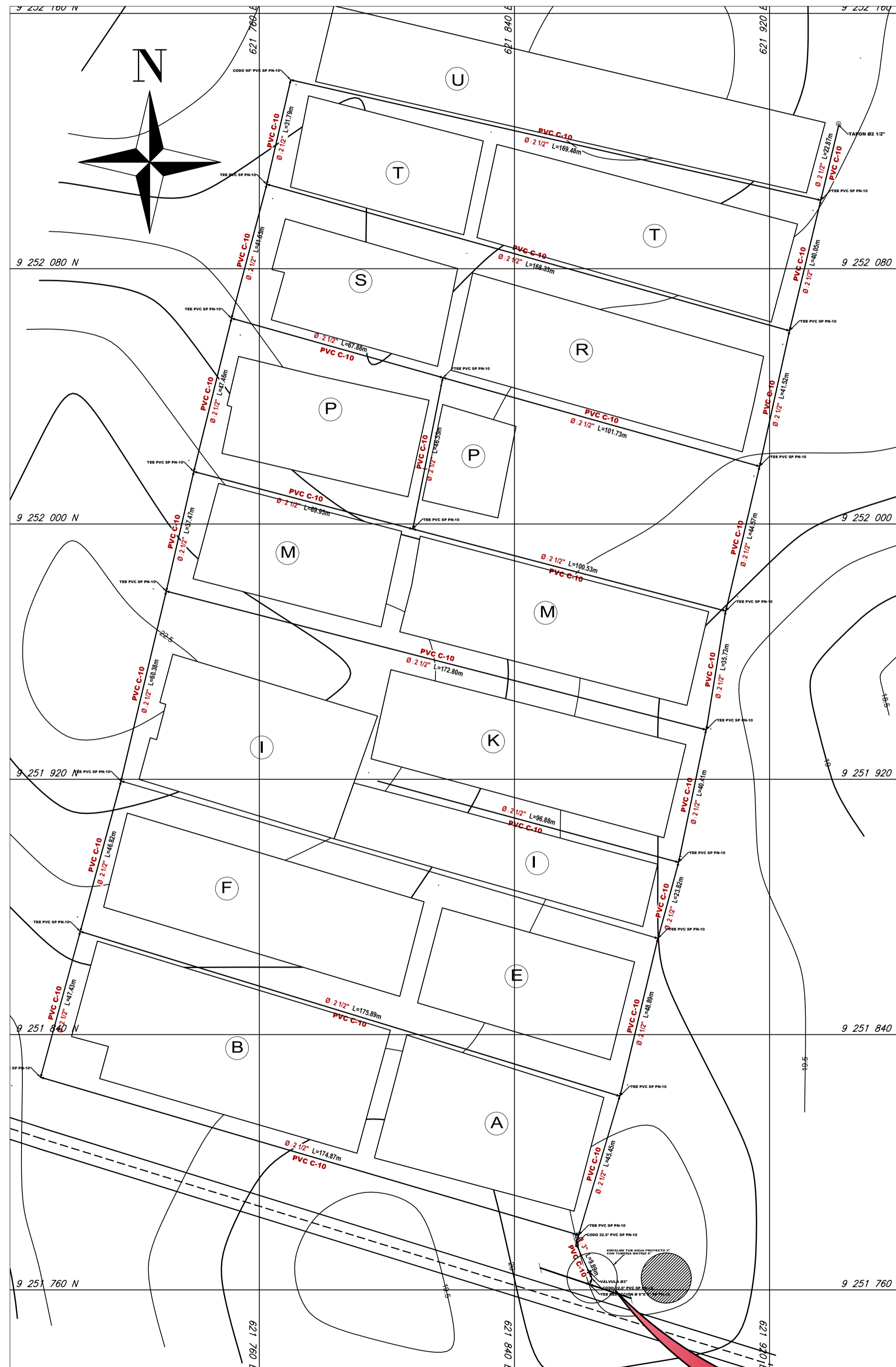
NORMAS TECNICAS

DESCRIPCIÓN	NORMA
1. TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO PVC-U Y ACCESORIOS - TUBERIAS Y ACCESORIOS - TIPO DE UNION - LOS ACCESORIOS SERAN DEL TIPO INYECTADOS	NTP 399.003 PARA >= DN 63mm HASTA DN < 63mm DN, HASTA 63mm DN, CON ANILLO ELASTOMERICO NORMA ISO 4633 O MEDIANTE CEMENTO DISOLVENTE LA NTP 399.090 MAYORES A 63mm DN ANILLO ELASTOMERICO NORMA ISO-4633
2. VALVULAS DE FIERRO FUNDIDO	ESPECIF. TECNICAS R.G.G. 059-96 BASADAS EN LA NTP-ISO 7259
3. ACCESORIOS DE FIERRO FUNDIDO GRIS	NTP 350.104: 1997 FIERRO FUNDIDO LAMINAR
4. FIERRO GALVANIZADO	NTP ISO 49: 1997
5. ANILLOS DE CAUCHO	NTP ISO 4633: 1999
6. PEGAMENTO PARA UNION DE TUBOS	NTP 399.090
7. ACOPLER FLEXIBLES DE AMPLIO RANGO	ESPEC. TECNICAS R.G.G. 100-200 (BASADAS EN ANSI/AWWA C 219)
8. ABRAZADERAS PARA CONEXIÓN DOMICILIARIA	NTP NTP 350.096: 2001 - ABRAZADERAS METÁLICAS NTP 399.137: 1997 - ABRAZADERAS TERMOPLÁSTICAS
9. TAPAS Y MARCOS DE FIERRO PARA CAJA DE VÁLVULA	NTP 350.106.1999
10. VALVULAS DE PASO CON NIPLER TELESCOPICO Y SALIDA AUXILIAR PARA CONEXIÓN DOMICILIARIA	NTP 350.107 DE ALEACIÓN DE COBRE ZINC NTP 339.165: 2001 DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO
11. CAJA PORTA MEDIDOR DE CONCRETO	NTP 334.081: 1999
12. MARCO Y TAPA PARA CAJA PORTAMEDIDOR DE AGUA POTABLE	DE ACERO GALVANIZADO NTP 350.085: 1997 DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO CTPS-E-04 APROBADO CON R.G.G. 393-2003-GG
13. GRIFOS CONTRA INCENDIO	HIDRANTE TIPO POSTE DE CUERPO SECO, CTPS-E-03 APROBADA CON R.G.G. 249-2000 NTP-ISO 7005-1: 1999
14. BRIDAS METALICAS DE ACERO	NTP 399.164: 2000
15. LOZA, CAJA Y TAPA TERMOPLÁSTICO PARA MEDIDOR DE AGUA POTABLE	

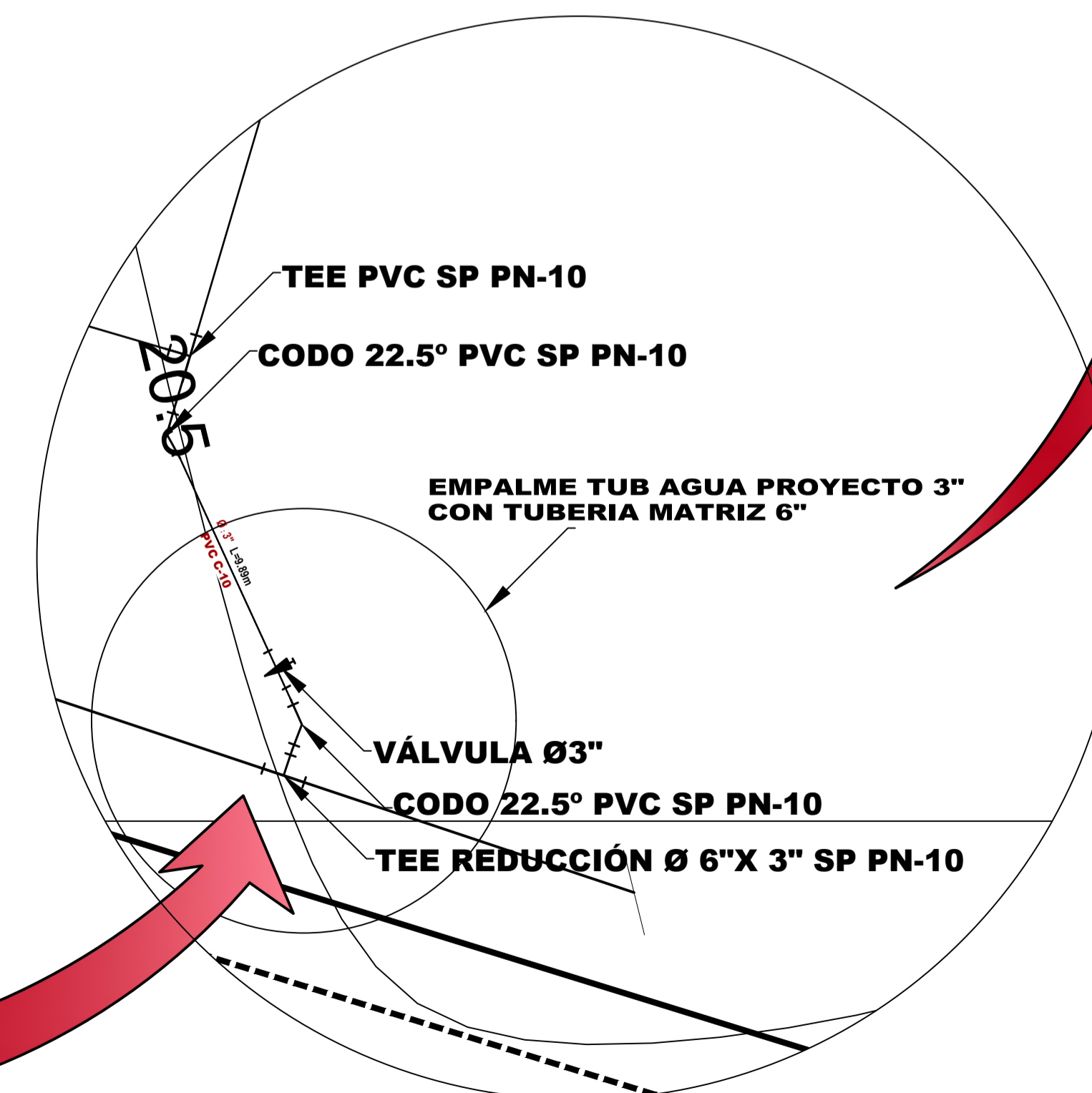
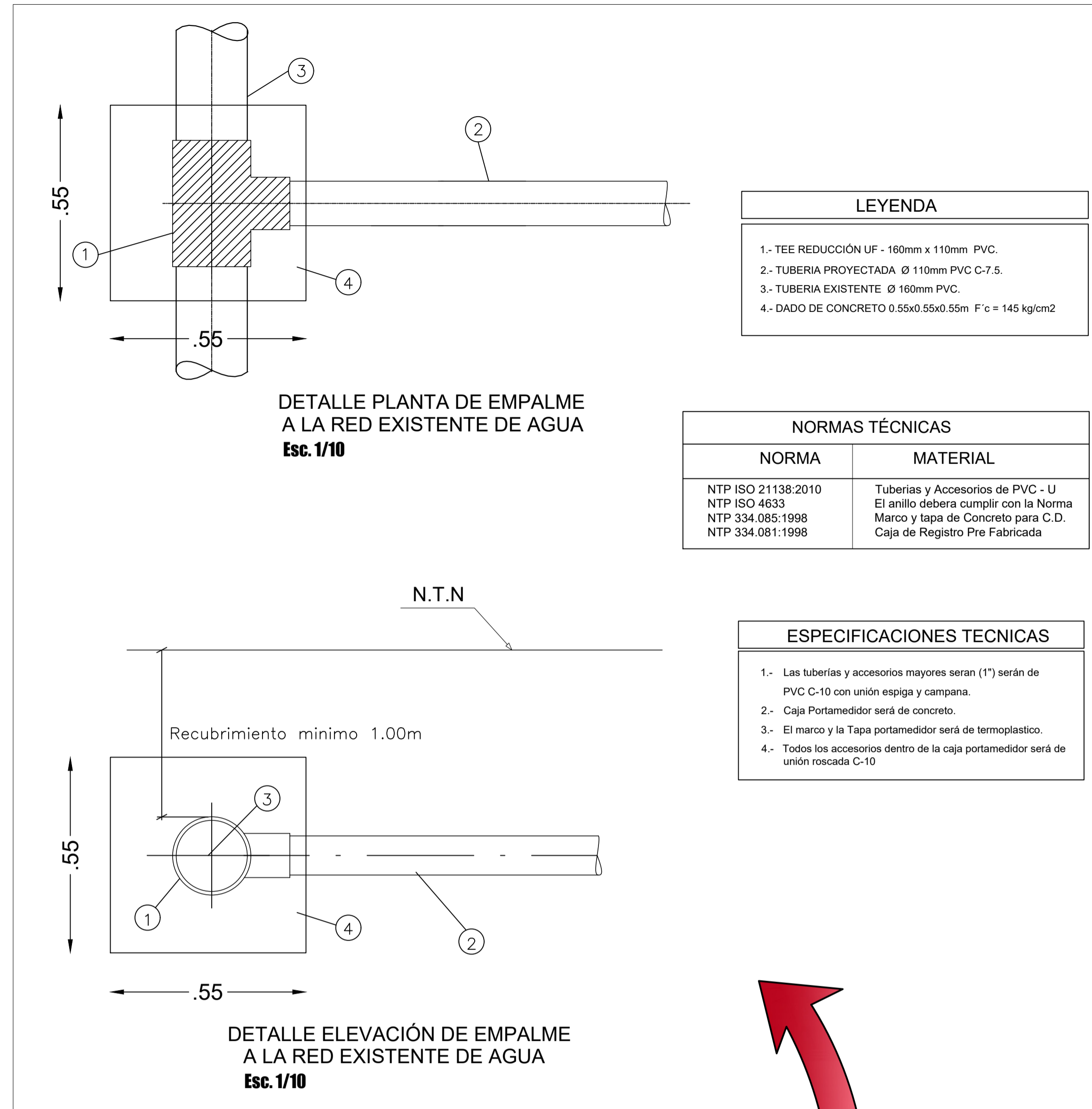
PLANO DE ACCESORIOS ESCALA 1:750



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"			
Plano: ACCESORIOS PARA REDES DE AGUA POTABLE		Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO	
Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: A-01	
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO		
Fecha: Octubre 2022	Escala: 1/750	Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin	



P.J JUAN VELASCO ALVARADO
Esc. 1/1000



PLANTA EMPALME A RED EXISTENTE

Esc. 1/200

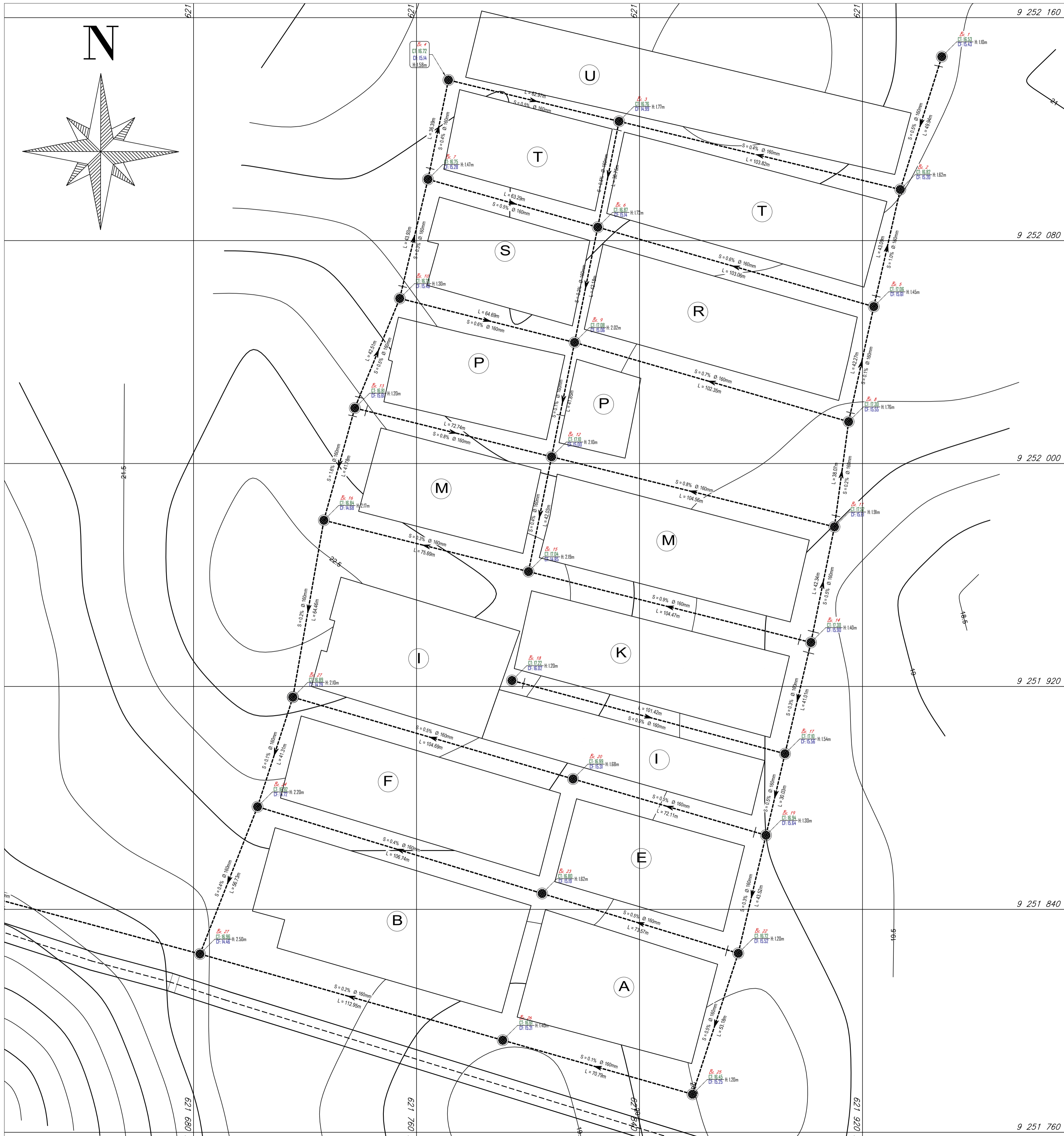
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

Proyecto de tesis:
"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano: EMPALME A RED PÚBLICA EXISTENTE DE AGUA POTABLE Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: ET-01
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO	

Fecha: Octubre 2022 Escala: INDICADA Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin



LEYENDA ALCANTARILLADO	
S=0.5%	Pendiente tramo tub. de desague
-----	Tuberia PVC de desague
➤	Sentido de flujo
●	Buzon proyectado
●	Buzon proyectado de arranque
●	Buzon existente de empalme
(A)	Nombre de la manzana
BZ-01 H=1.33	Número y altura de buzón

NORMAS TECNICAS VIGENTES	
PRODUCTO	NORMA /ESPECIFICACION TECNICA
TUBERIAS DE POLI CLORURO DE VINILO DOBLE PARED NO PALSTIFICADO (PVC-U)	ASTM D - 1784 / NTP ISO 21138:2010
MARCO DE FIERRO FUNDIDO Y TAPA DE CONCRETO ARMADO PARA BUZONES	NTP 339.111:1997
TAPA DE CONCRETO ARMADO PARA CAJA DE REGISTRO	NTP 350.085:1997
CAJA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA REGISTRO	NTP 334.081:1999
CODO CACHIMBA (PVC-U)	NTP ISO 4435:1998
ANILLO DE CAUCHO	NTP-ISO 4633: 1999
CEMENTO PORTALAND	BUZONES DE RED DE AGUAS DOMESTICAS : TIPO V

- LA RELACION TOTAL DE NORMAS TECNICAS VIGENTES ASI COMO LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS SE PRESENTAN EN EL ANEXO CORRESPONDIENTE.

DIAGRAMA DE FLUJO ESCALA 1:750



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

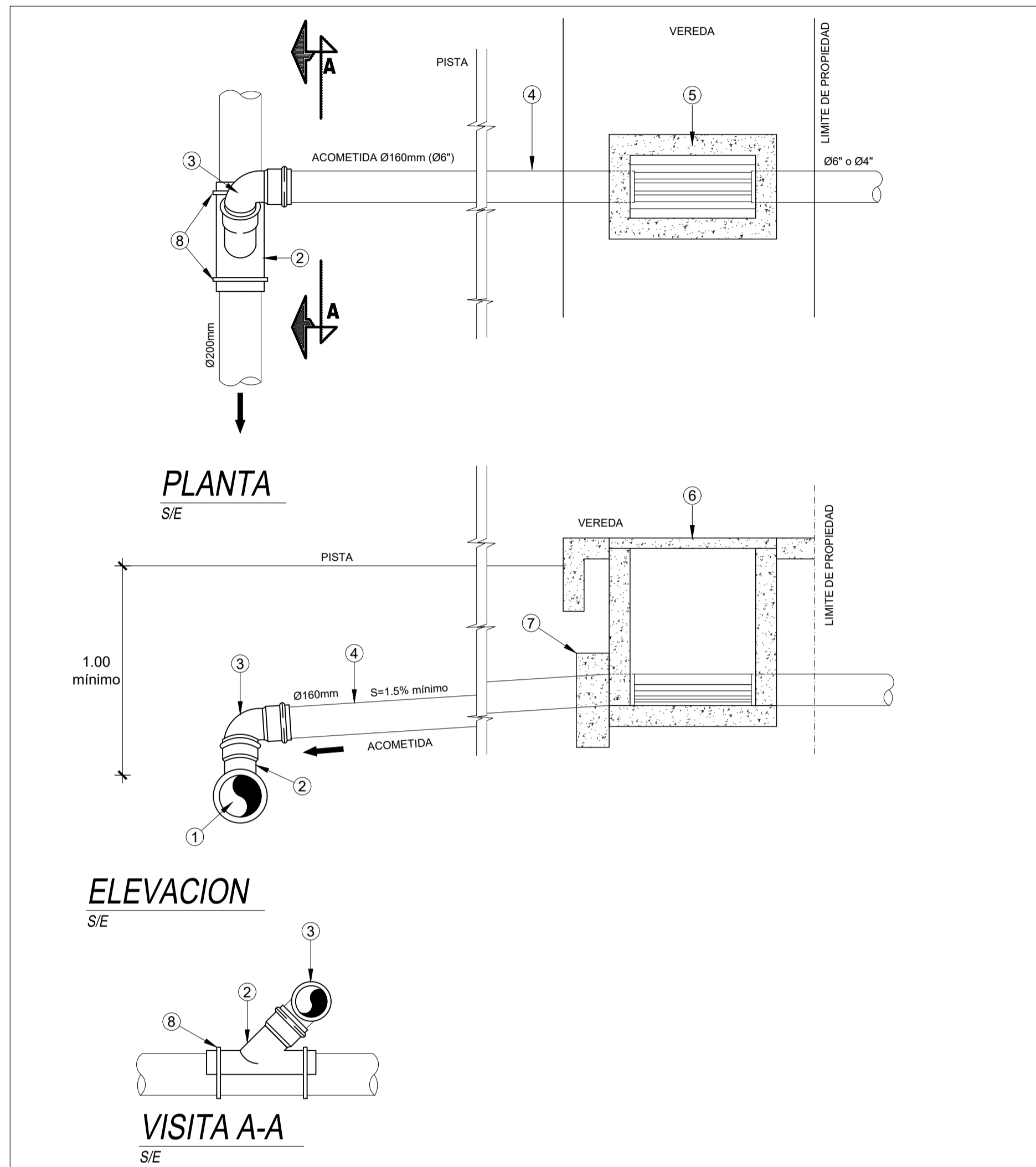
Proyecto de tesis:
"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano: DIAGRAMA DE FLUJO DE SANEAMIENTO Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: DF-01
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO	

Fecha: Octubre 2022 Escala: 1:750 Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin

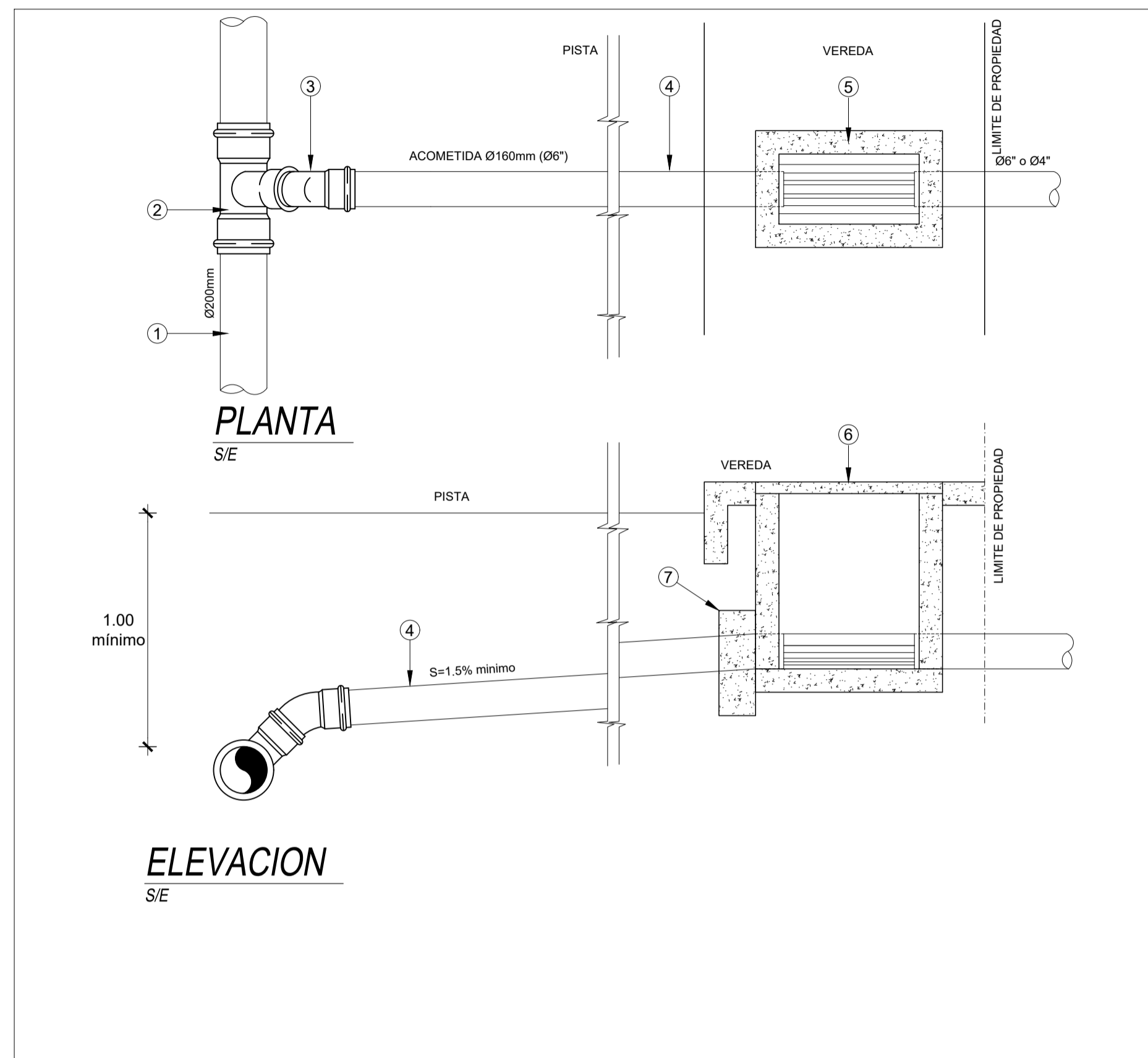
DETALLES DE CONEXION DOMICILIARIA DE DESAGUE - 90°



LEYENDA : DOMICILIARIA DE DESAGUE 90°

N°	DESCRIPCION
1	TUBERIA MATRIZ Ø 200mm (8") PVC-U-F
2	EMPALME DOMICILIARIA 8"x6"
3	CODO DE 6"x 90°
4	TUBERIA ACOMETIDA DOMICILIARIA Ø 160mm (6") PVC-U-F
5	CAJA REGISTRO CONCRETO PREFABRICADO
6	TAPA CONCRETO
7	ANCLAJE CONCRETO f _c =175 Kg/cm ²
8	2 ZUNCHOS

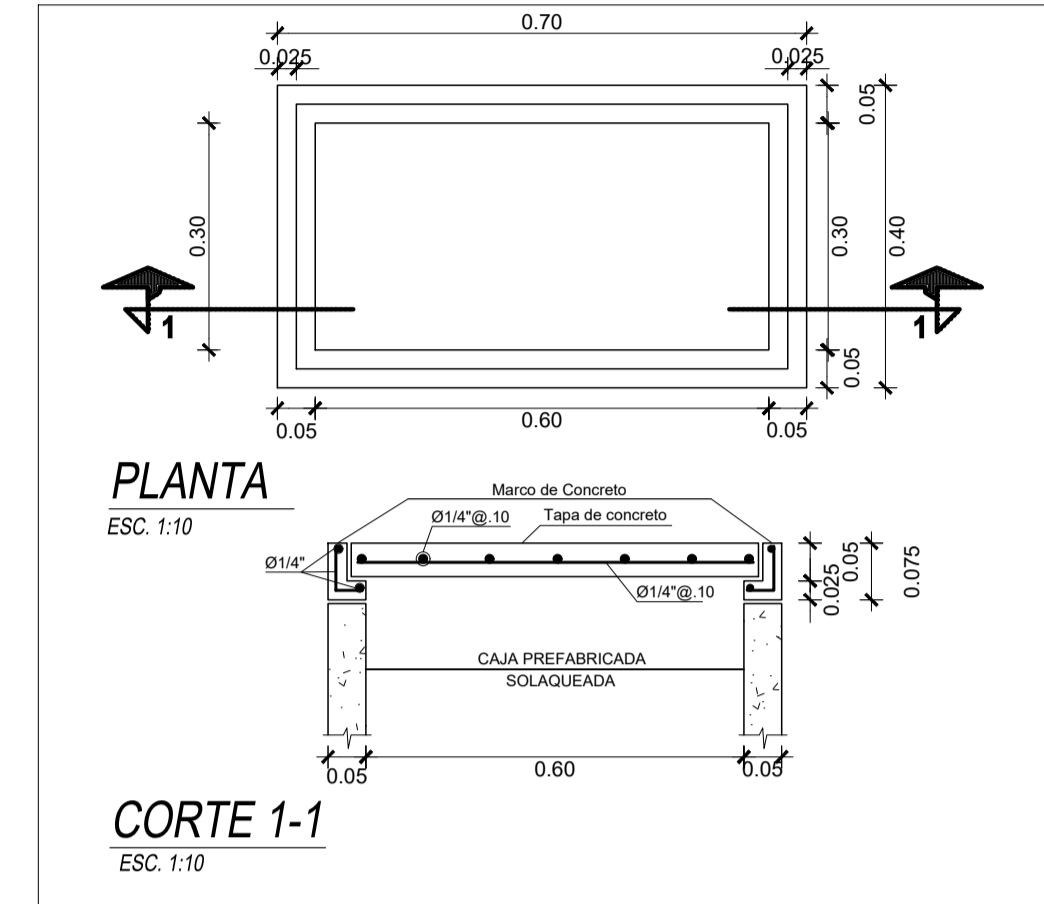
DETALLES DE CONEXION DOMICILIARIA DE DESAGUE - 45°



LEYENDA : DOMICILIARIA DE DESAGUE 45°

N°	DESCRIPCION
1	TUBERIA MATRIZ Ø 200mm (8") PVC-U-F
2	EMPALME DOMICILIARIA 8"x6"
3	CODO DE 6"x 90°
4	TUBERIA ACOMETIDA DOMICILIARIA Ø 160mm (6") PVC-U-F
5	CAJA REGISTRO CONCRETO PREFABRICADO
6	TAPA CONCRETO
7	ANCLAJE CONCRETO f _c =175 Kg/cm ²

DETALLE DE CAJA DE DESAGUE



ESPECIFICACIONES GENERALES

CONCRETO:
 Concreto Simple : f_c=175 kg/cm²
 Losa de Fondo : f_c=175 Kg/cm²
 Losa de Techo : f_c=175 Kg/cm²

ENLUCIDO:
 Las Superficies Interiores de Muros serán enlucidos con acabados fino : mortero cemento - arena fina 1:5 de 2.0 cm de espesor.

TUBERIA Y ACCESORIOS
 1. Accesorios de primera calidad
 2. Cemento sera Tipo MS
 3. Caja prefabricada de concreto para registro: NTP 334.081:1998
 4. Codo cachimba de PVC-U: NTP-ISO 21138-3:2010
 5. Tapas de Concreto Armado para Registro: NTP 350.085:1997
 6. Cemento Disolvente para Unión de Tuberías y Conexiones de PVC-U (pegamento): NTP 399.090:2002 – Consistencia media
 7. Tuberías de Policloruro de Vinilo No Plástico PVC: NTP ISO 4435: 2005

DETALLES DE TUBO COLECTOR



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

Proyecto de tesis:
 "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano: DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIARIA DE SANEAMIENTO Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

Distrito: PIMENTEL Provincia: CHICLAYO N°Lamina: DCD-01
 Departamento: LAMBAYEQUE Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO

Fecha: Octubre 2022 Escala: INDICADA Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin

PROFUNDIDADES MENORES DE 3.00 m.
MURO DE CONCRETO SIMPLE Fc = 245 Kg/cm²

LOSAS	DIAMETRO DEL BUZON			
	1.20	1.50	1.80	2.00
h = 0.15				
ARMADURA A	6 Ø 1/2"	8 Ø 1/2"	10 Ø 1/2"	12 Ø 1/2"
B	2 Ø 1/2" CLADO	3 Ø 1/2" CLADO	4 Ø 1/2" CLADO	5 Ø 1/2" CLADO
C	4 Ø 3/8"	4 Ø 3/8"	4 Ø 1/2"	5 Ø 1/2"
FONDO h2	0.20	0.20	0.25	0.25
ARMADURA	CONC. SIMPLE	CONC. SIMPLE	CONC. SIMPLE	18 Ø 3/8" A/S

BUZON TIPO "A"

PROFUNDIDADES MAYORES DE 3.00 m. HASTA UN MAXIMO DE 8.00 m.
SEGUN LO ESTABLEZCA LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO CORRESPONDIENTE
MUROS DE CONCRETO ARMADO Fc = 245 Kg/cm²

LOSAS	DIAMETRO DEL BUZON			
	1.20	1.50	1.80	2.00
h = 0.15				
ARMADURA A	4 Ø 1/2"	6 Ø 1/2"	7 Ø 1/2"	8 Ø 1/2"
B	2 Ø 1/2" CLADO	3 Ø 1/2" CLADO	3 Ø 1/2" CLADO	4 Ø 1/2" CLADO
C	4 Ø 3/8"	4 Ø 3/8"	4 Ø 1/2"	4 Ø 1/2"
FONDO h2 = 0.15				
ARMADURA	10 Ø 1/2" A/S	12 Ø 3/8" A/S	4 Ø 3/8" A/S	15 Ø 3/8" A/S

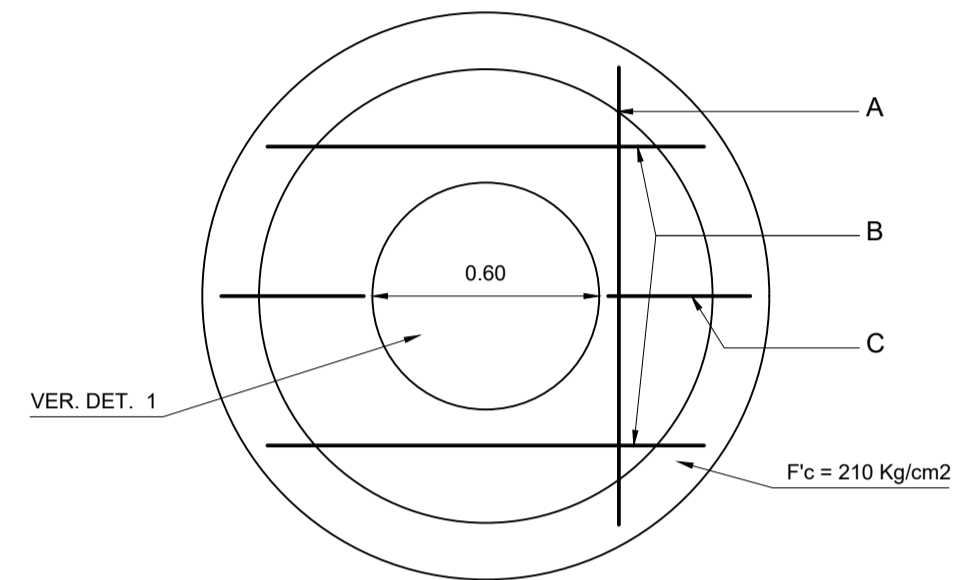
BUZON TIPO "B"

ESPECIFICACIONES TECNICAS

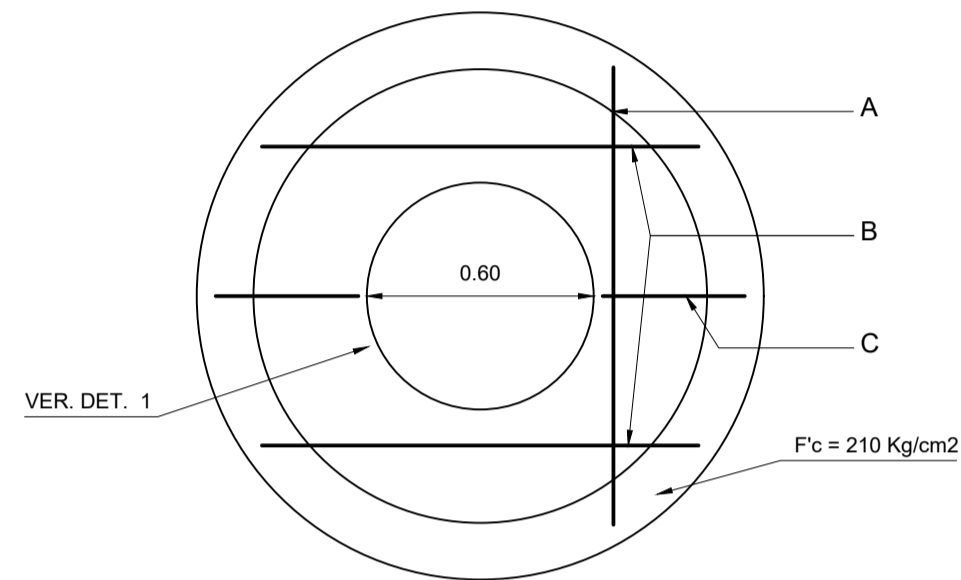
CONCRETO : Fc = 245 Kg/cm² CONCRETO ARMADO PARA TECHOS.
Fc = 245 Kg/cm² CONCRETO SIMPLE.
Fc = 245 Kg/cm² CONCRETO ARMADO PARA MUROS Y LOSA DE FONDO.
SE USARA CEMENTO TIPO V EN TODA LA ESTRUCTURA.
SE USARA IMPERMEABILIZANTE EN LOSA DE FONDO, PAREDES.
Y LOSA DE TAPA.
NO SE USARA IMPERMEABILIZANTE EN MEDIA CAÑA.

ACERO : Fy = 4,200 Kg/cm²

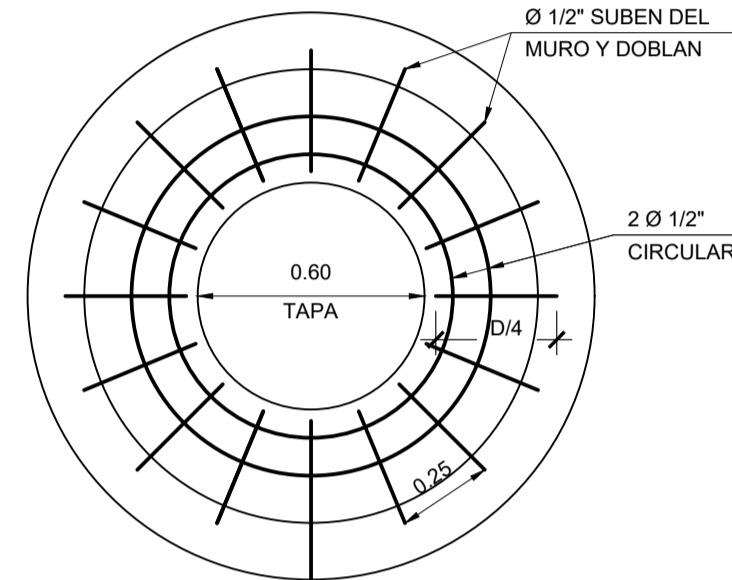
RECUBRIMIENTOS :
MURO - FONDO : 0.075
TECHO : 0.03



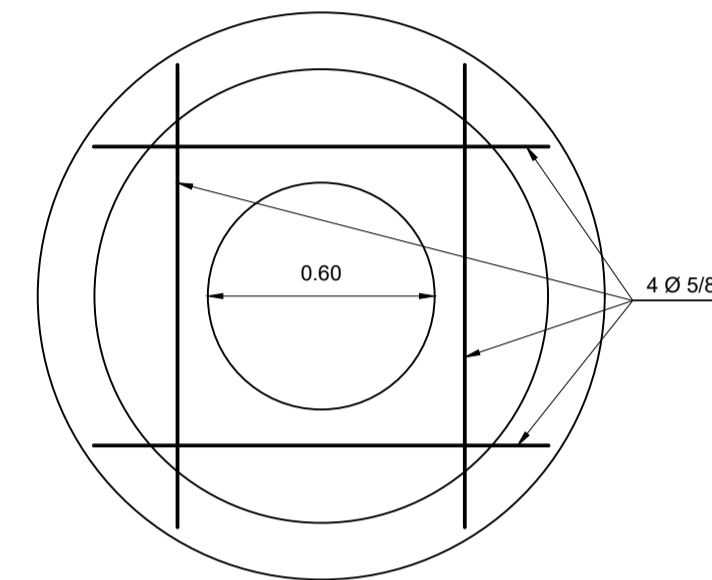
ARMADURA INFERIOR
LOSA DE TECHO
ESC : 1/20



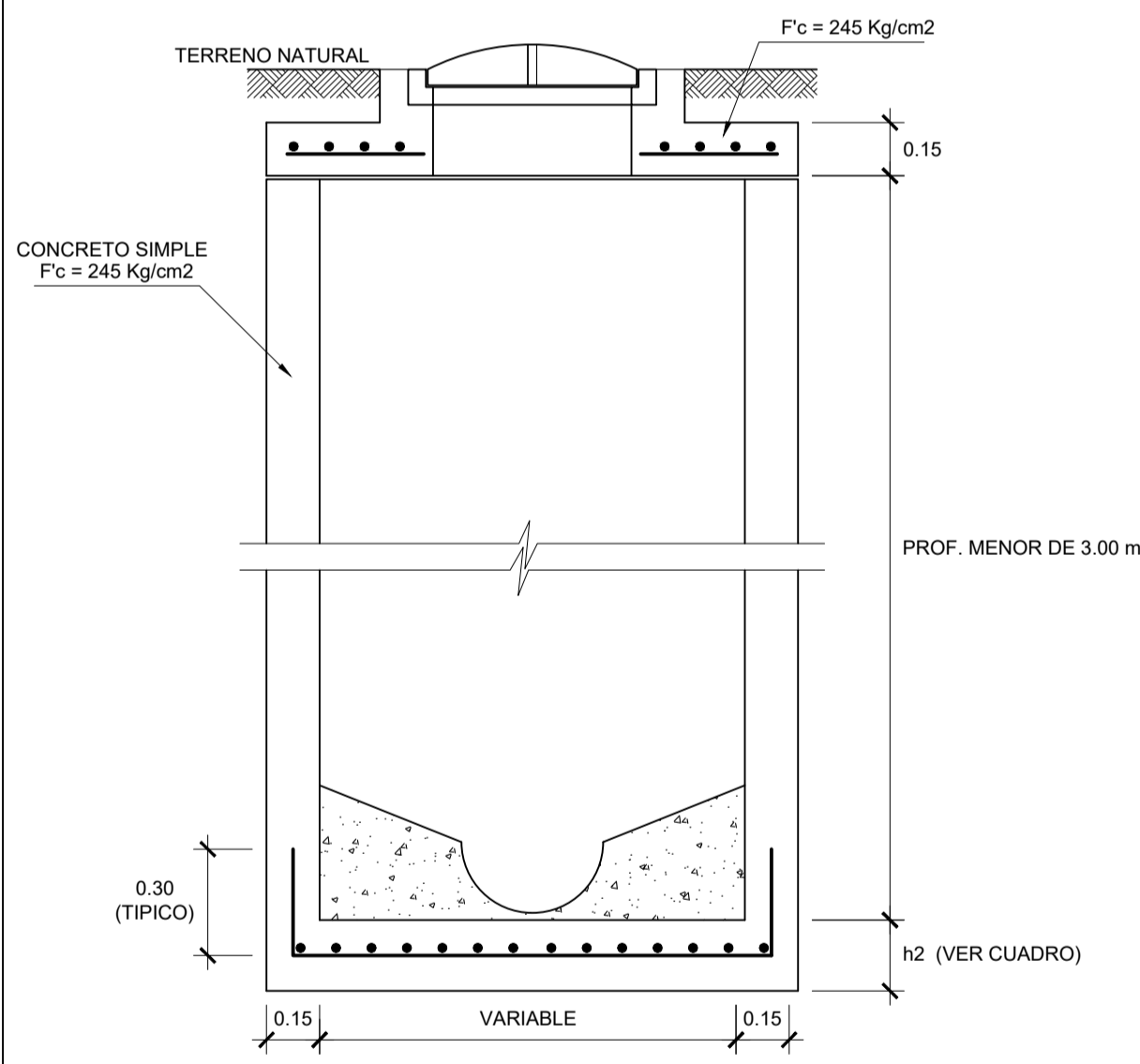
ARMADURA INFERIOR
LOSA DE TECHO
ESC : 1/20



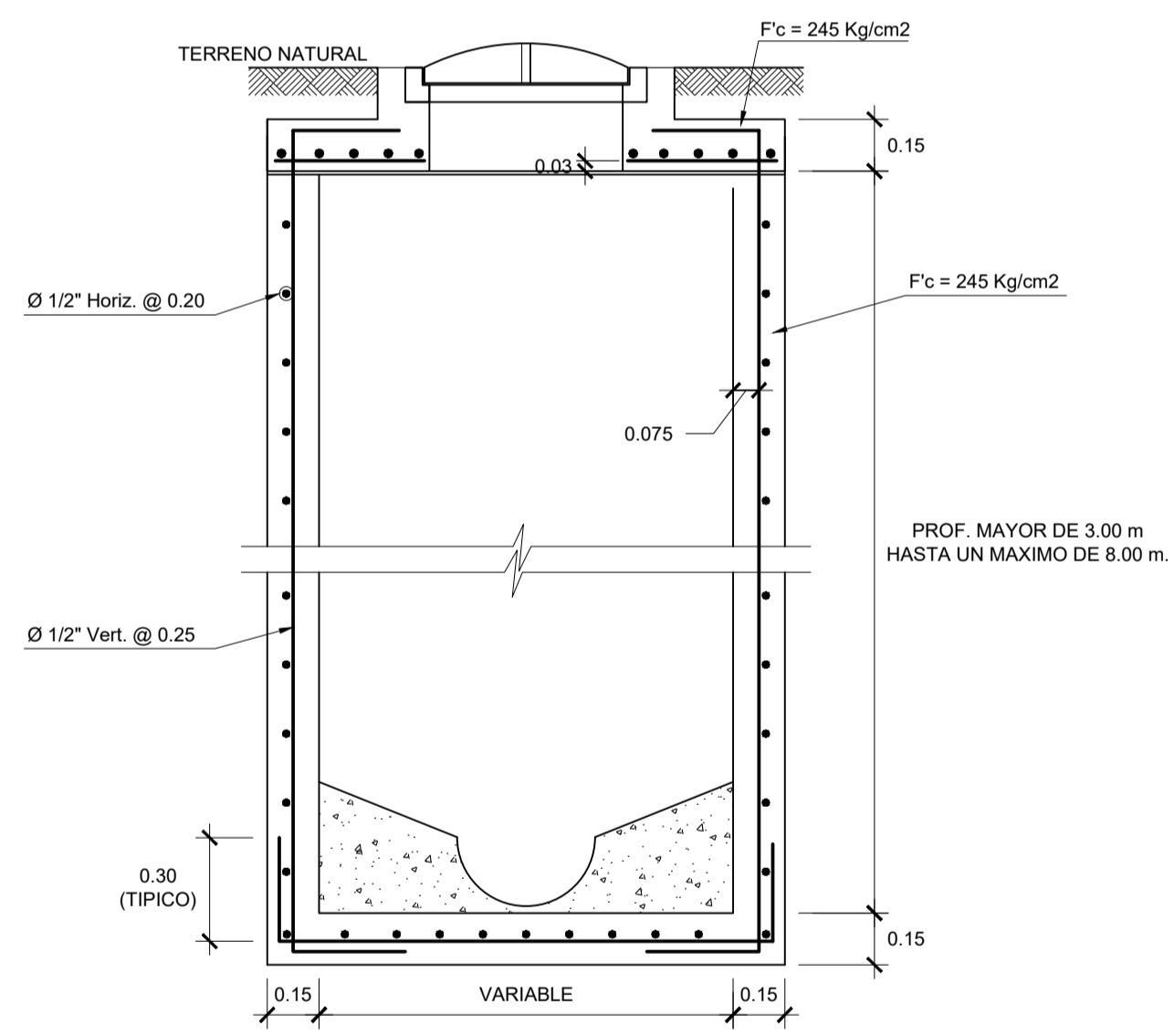
ARMADURA SUPERIOR
LOSA DE TECHO
ESC : 1/20



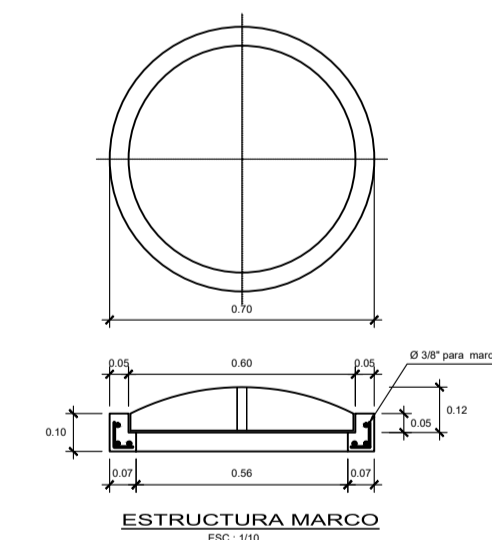
DETALLE - 1
REFUERZO ADICIONAL EN ZONA
DE INGRESO DE LOSA SUPERIOR
ESC : 1/20



CORTE VERTICAL
ESC : 1/20

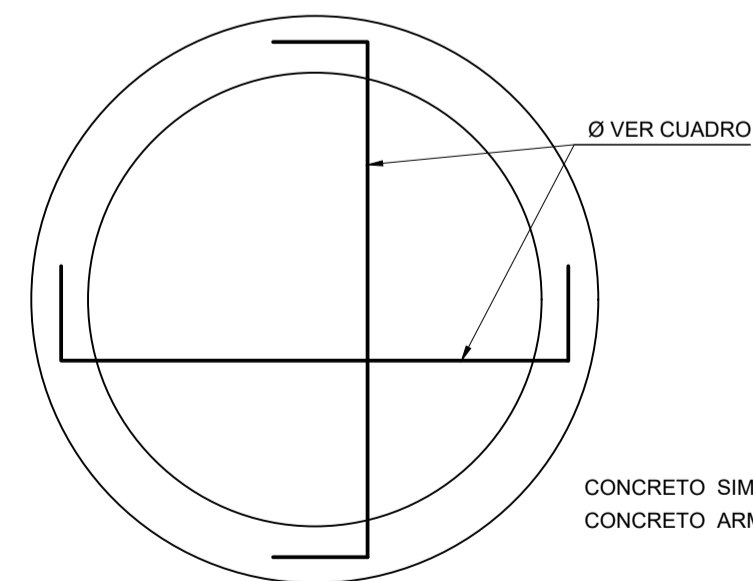


CORTE VERTICAL
ESC : 1/20

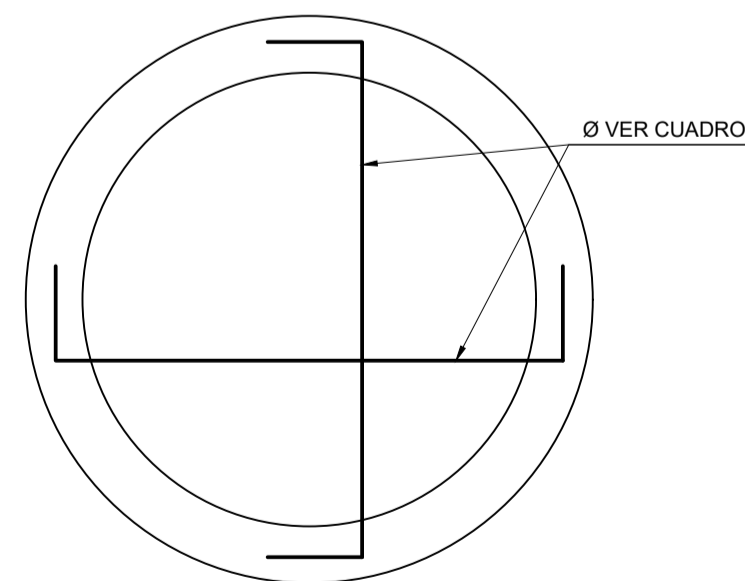


NOTA : LAS SUPERFICIES INTERIORES DE MUROS Y LOSAS DE FONDO
SERAN TARRAJEADAS
1. CON MEZCLA 1.5 CEMENTO ARENA DE 1 cm. DE ESPESOR + IMPERMEABILIZANTE.
Y ACABADO RAYADO Y PULIDO.

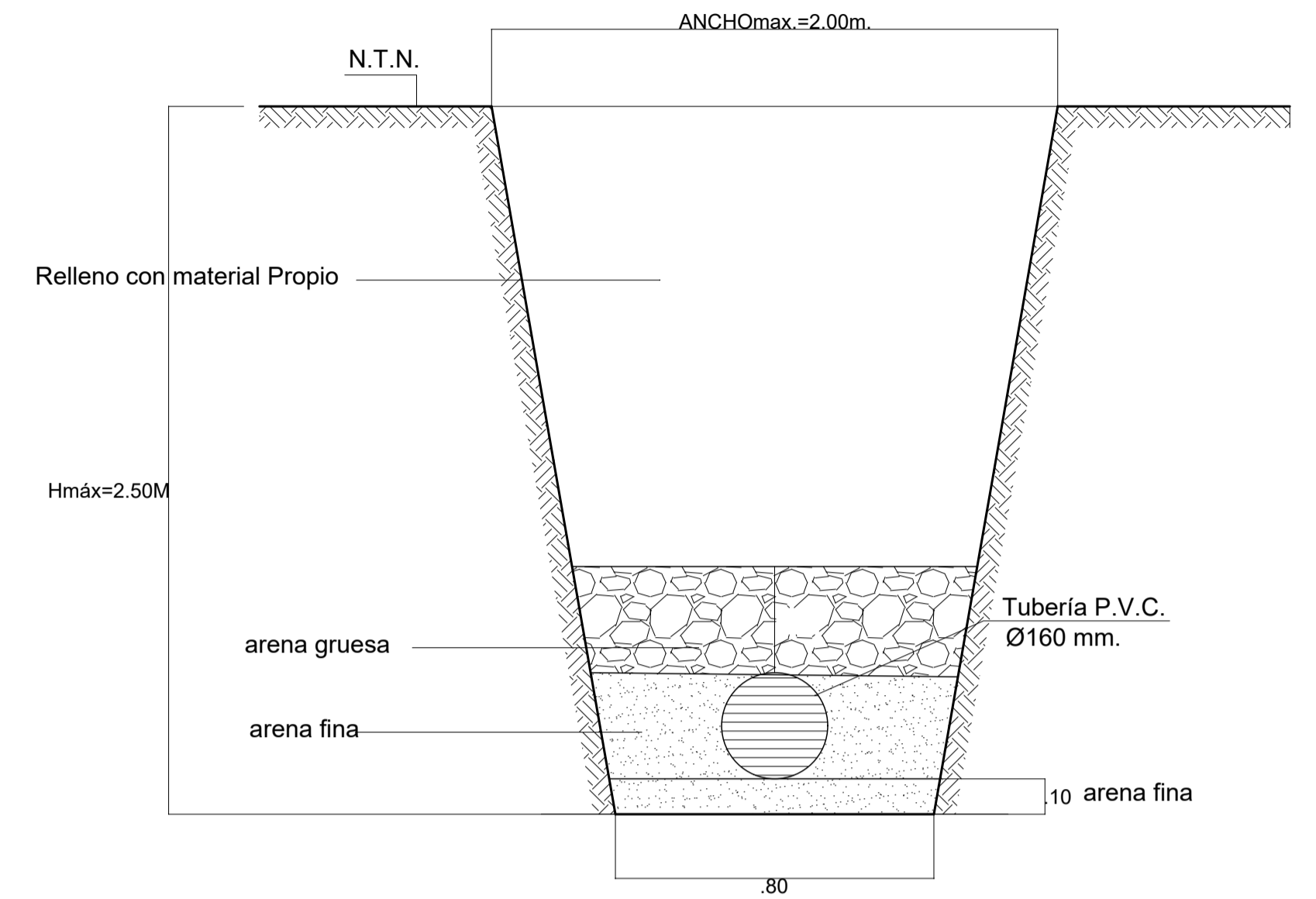
EN TODOS LOS CASOS EL BUZÓN DEBERA USAR ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES
EN LA MEZCLA DE CEMENTO ARENA EN LA DOSIFICACION RECOMENDADA POR
EL FABRICANTE



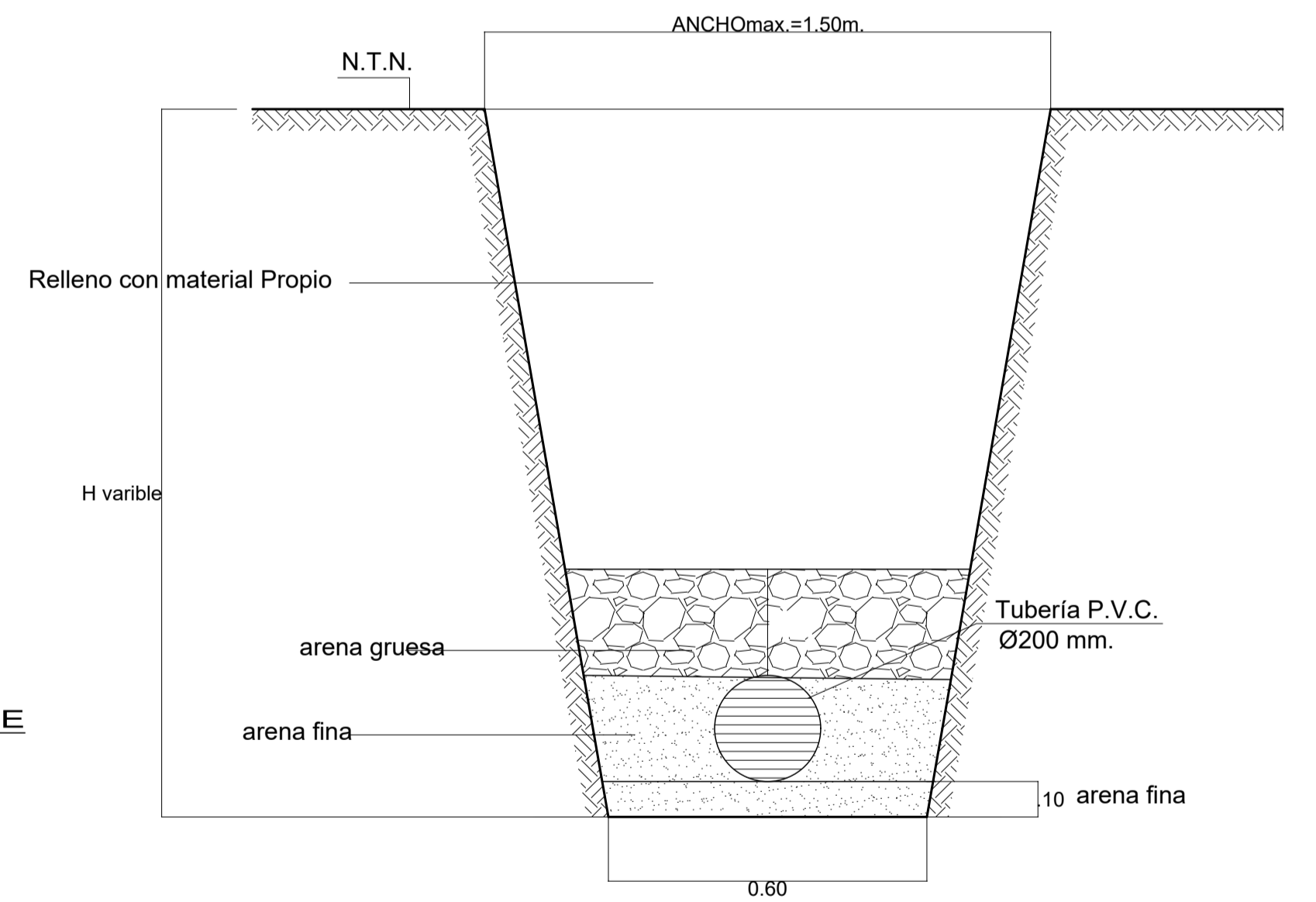
LOSA DE FONDO
ESC : 1/20



LOSA DE FONDO
ESC : 1/20



ZANJA CON PROFUNDIDAD HASTA 2.50 m.
PARA TUB. Ø160mm.
ESC. 1/20



ZANJA CONEXIÓN DOMICILIARIA DESAGUE
PARA TUB. Ø200mm.
ESC. 1/20



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

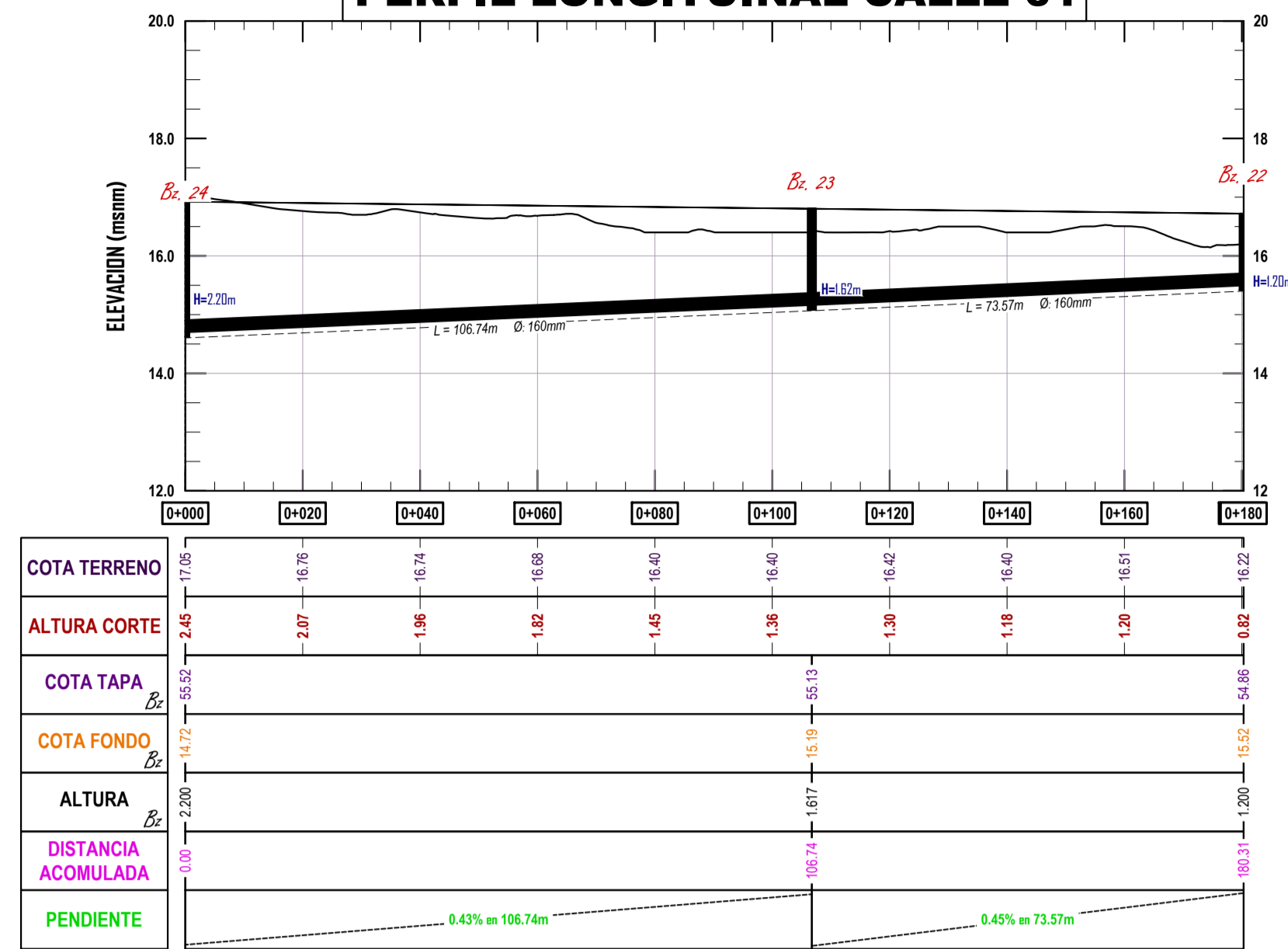
Proyecto de tesis:
"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano: DETALLE DE BUZÓN TÍPICO Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

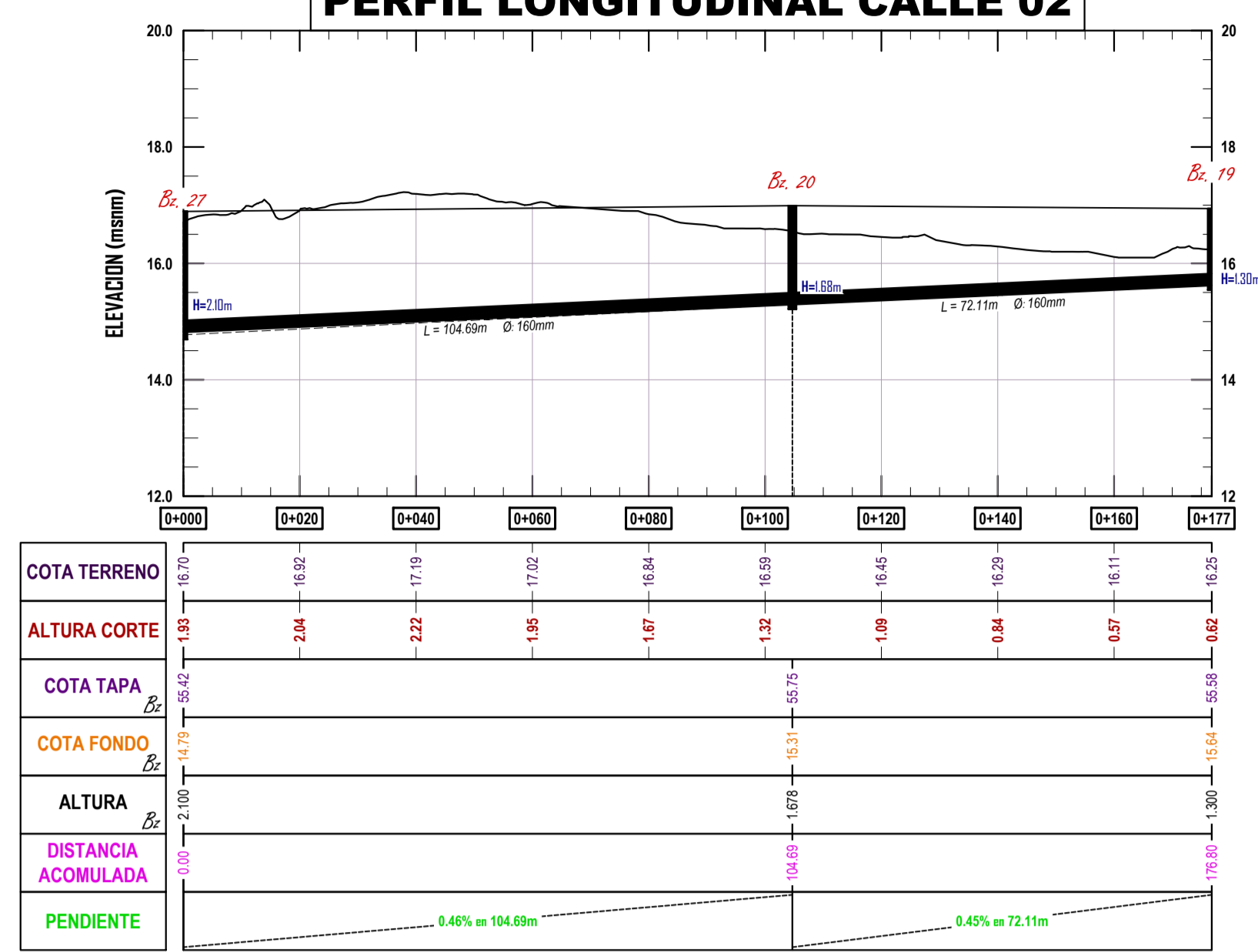
Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: DB-01
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO	

Fecha: Octubre 2022 Escala: 1:50 Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin

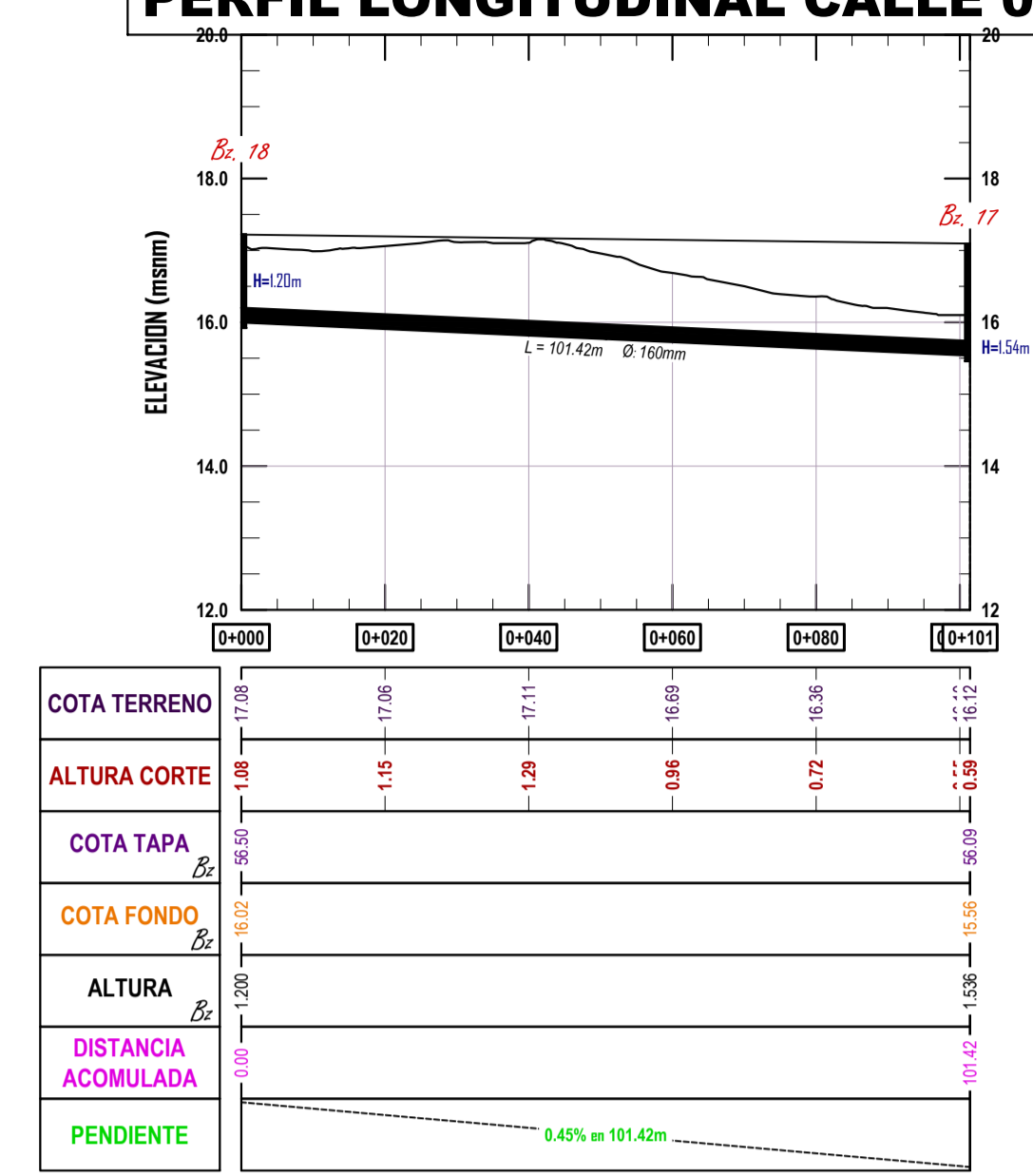
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 01



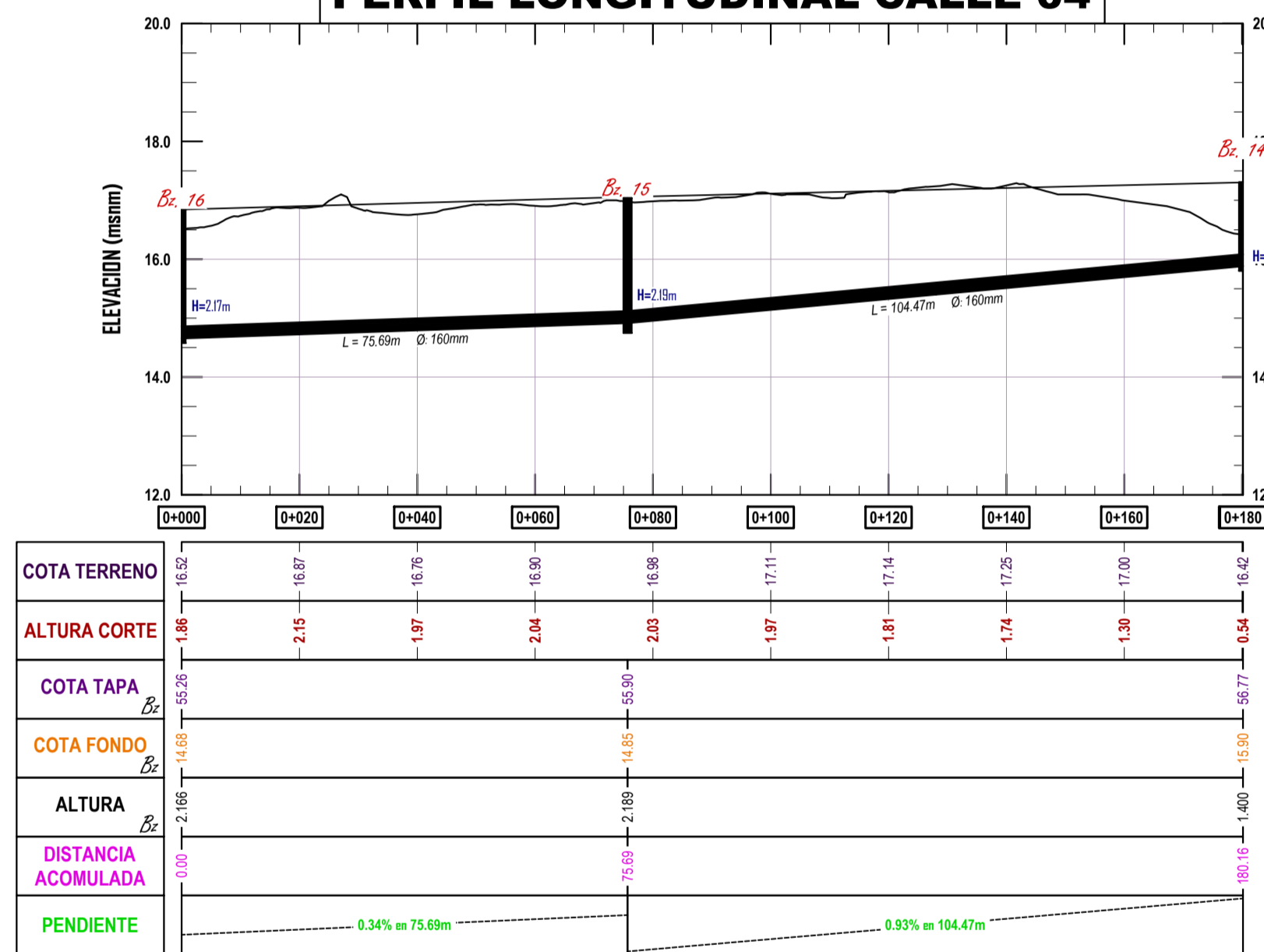
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 02



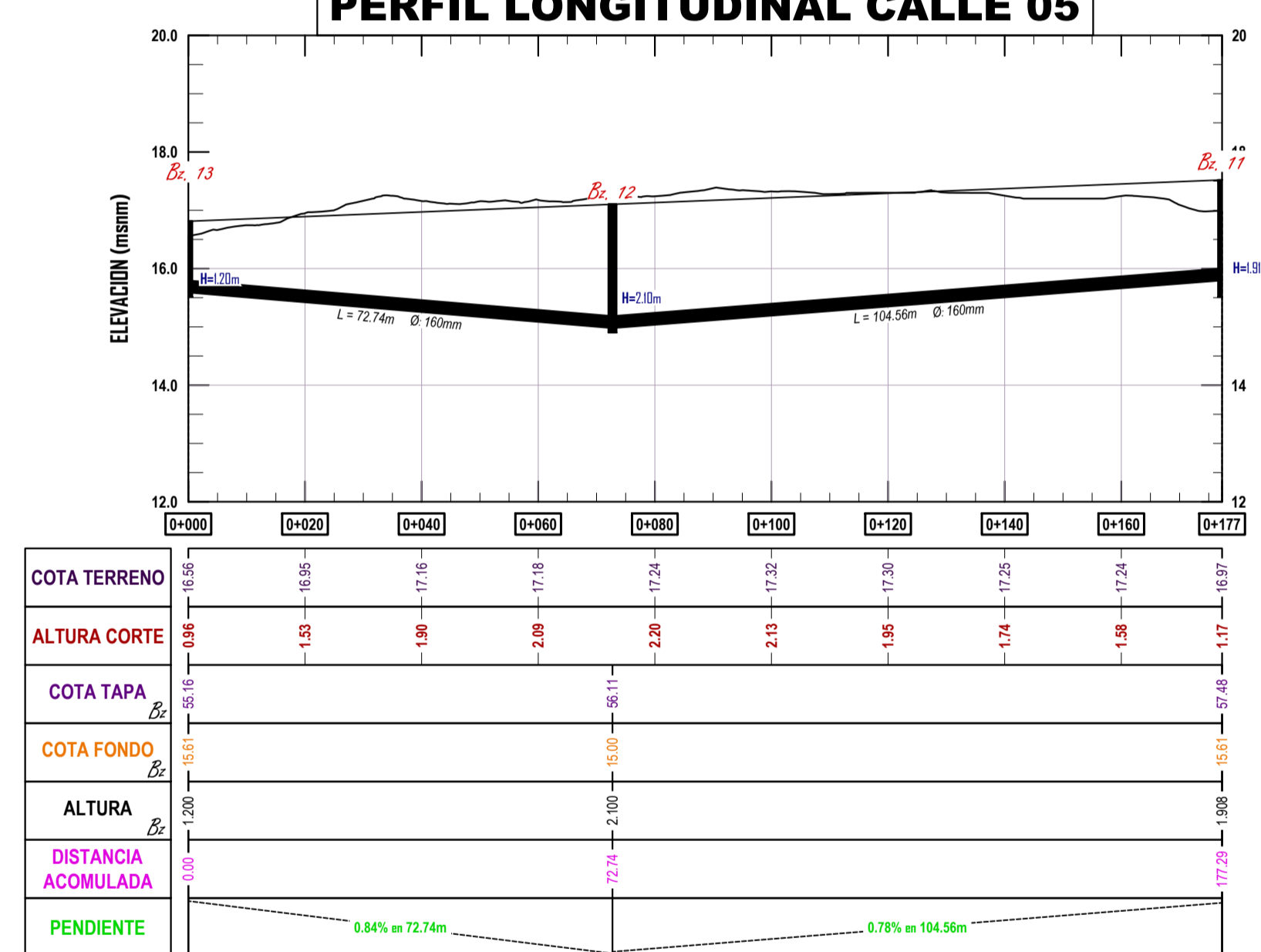
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 03



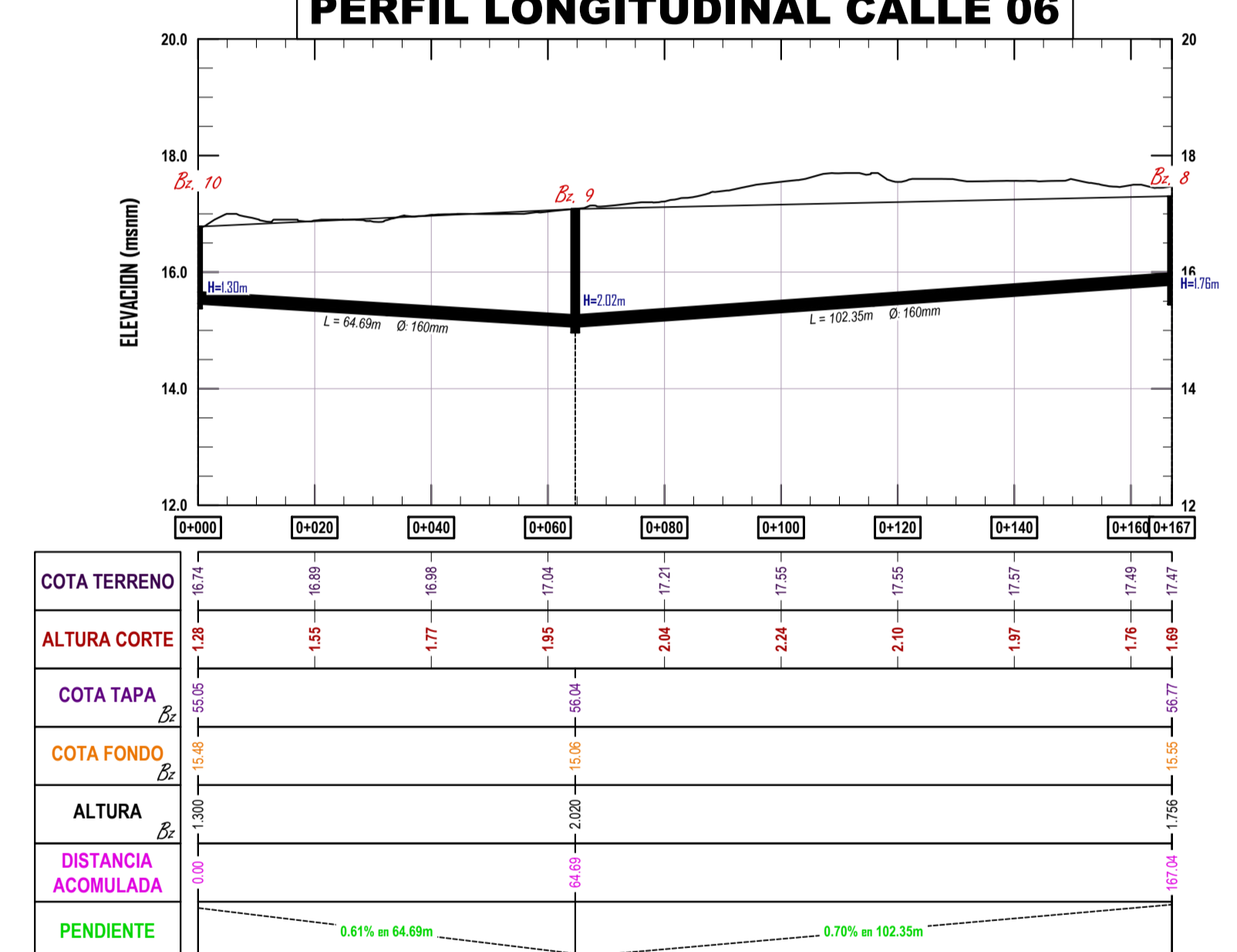
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 04



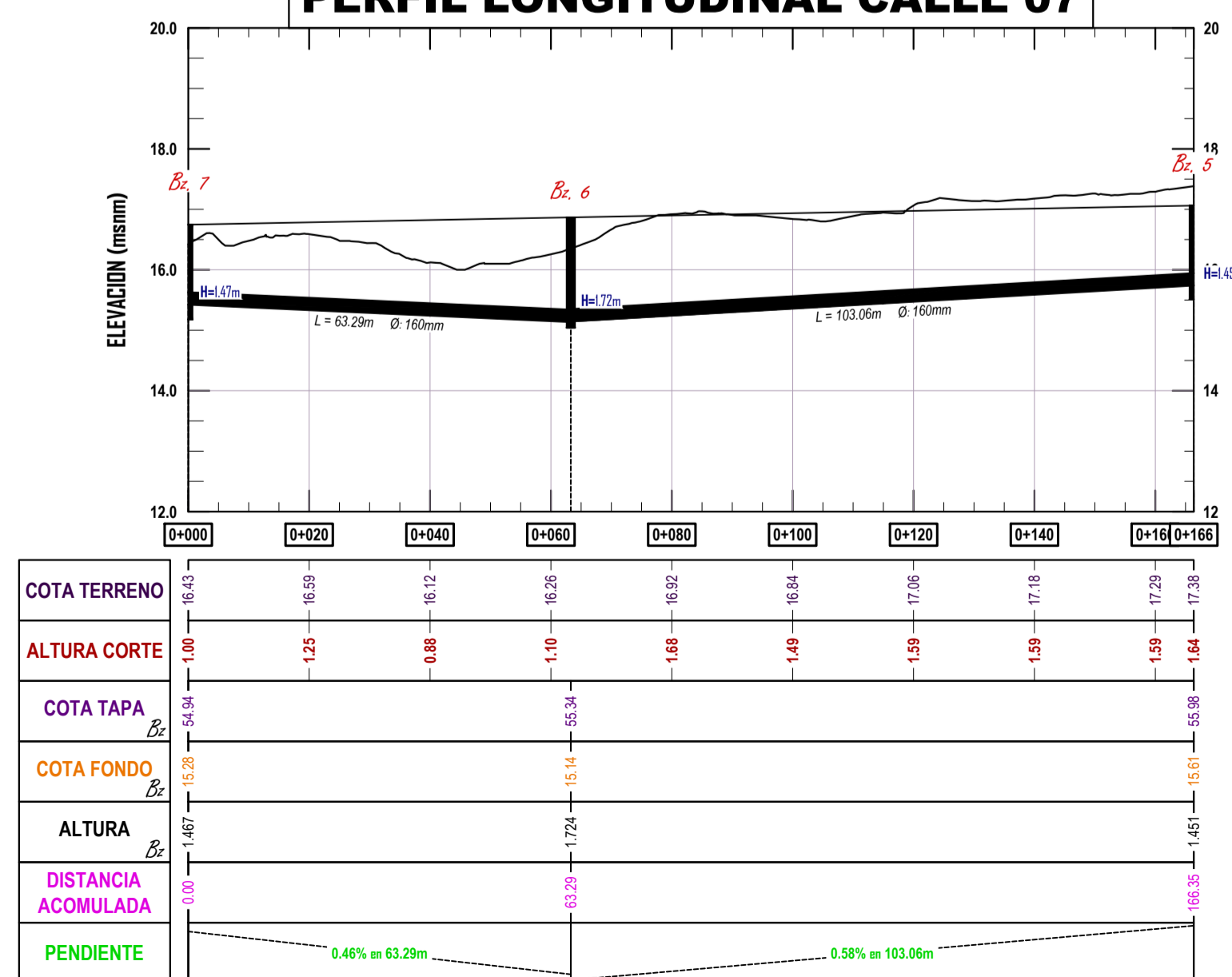
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 05



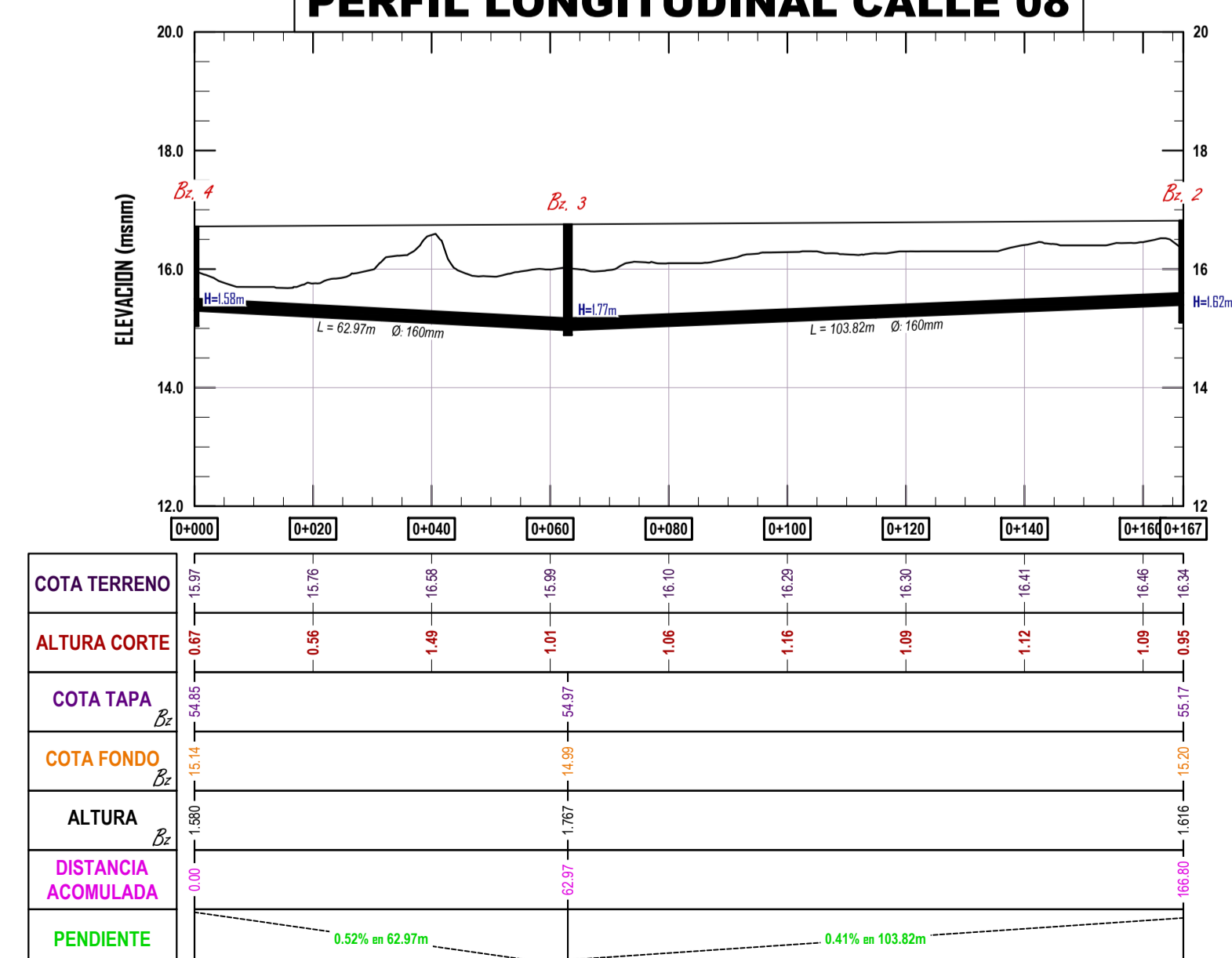
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 06



PERFIL LONGITUDINAL CALLE 07

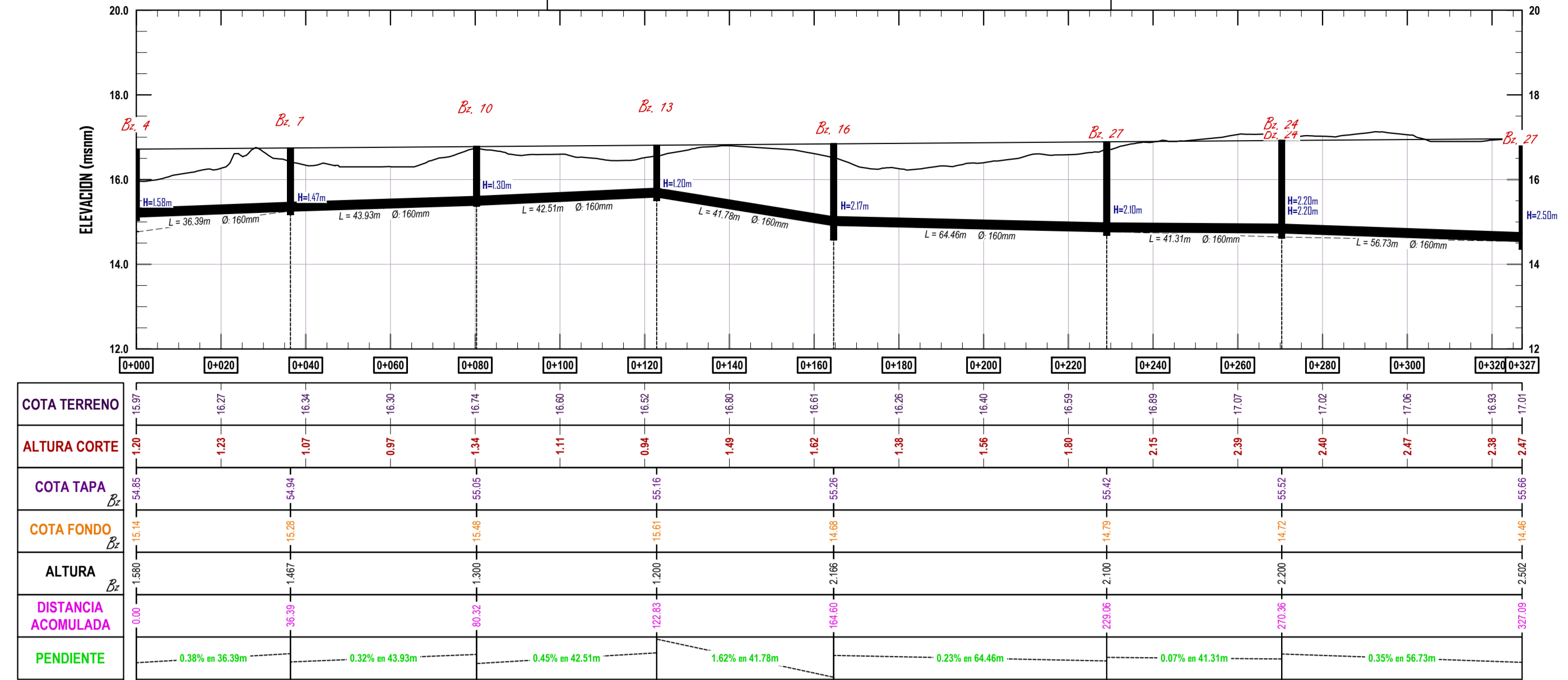


PERFIL LONGITUDINAL CALLE 08

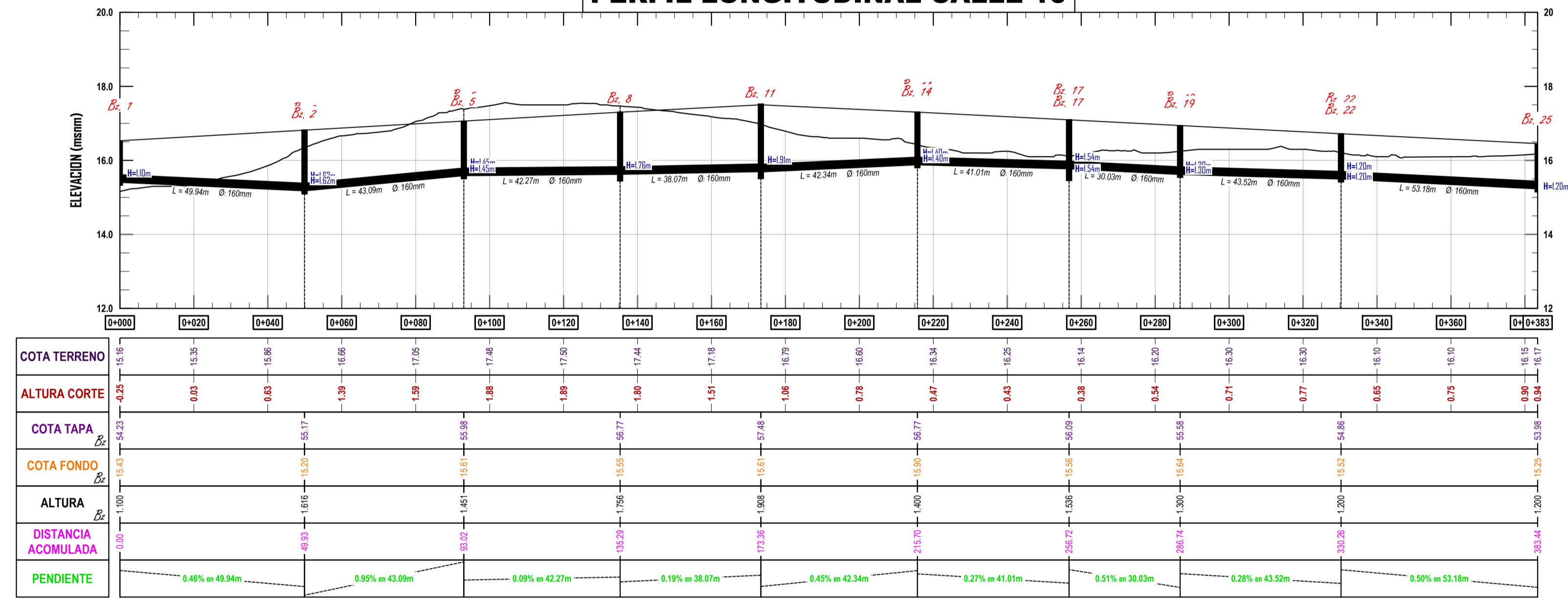


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALICANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"		
Plano: PERFIL LONGITUDINAL DE SANEAMIENTO		Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO
Districto: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: PL-01
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO	
Fecha: Octubre 2022	Escala: 1:1000	Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin

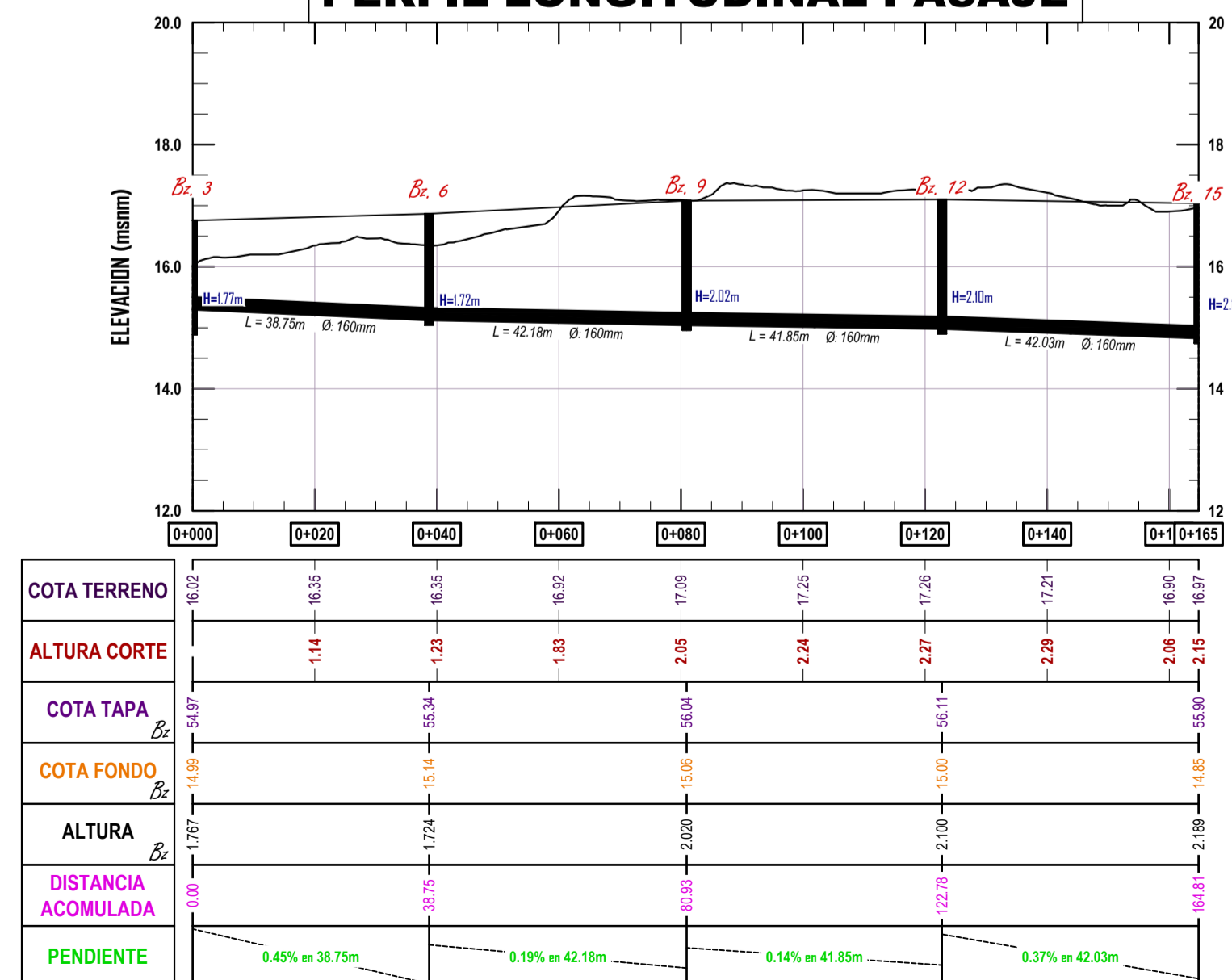
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 09



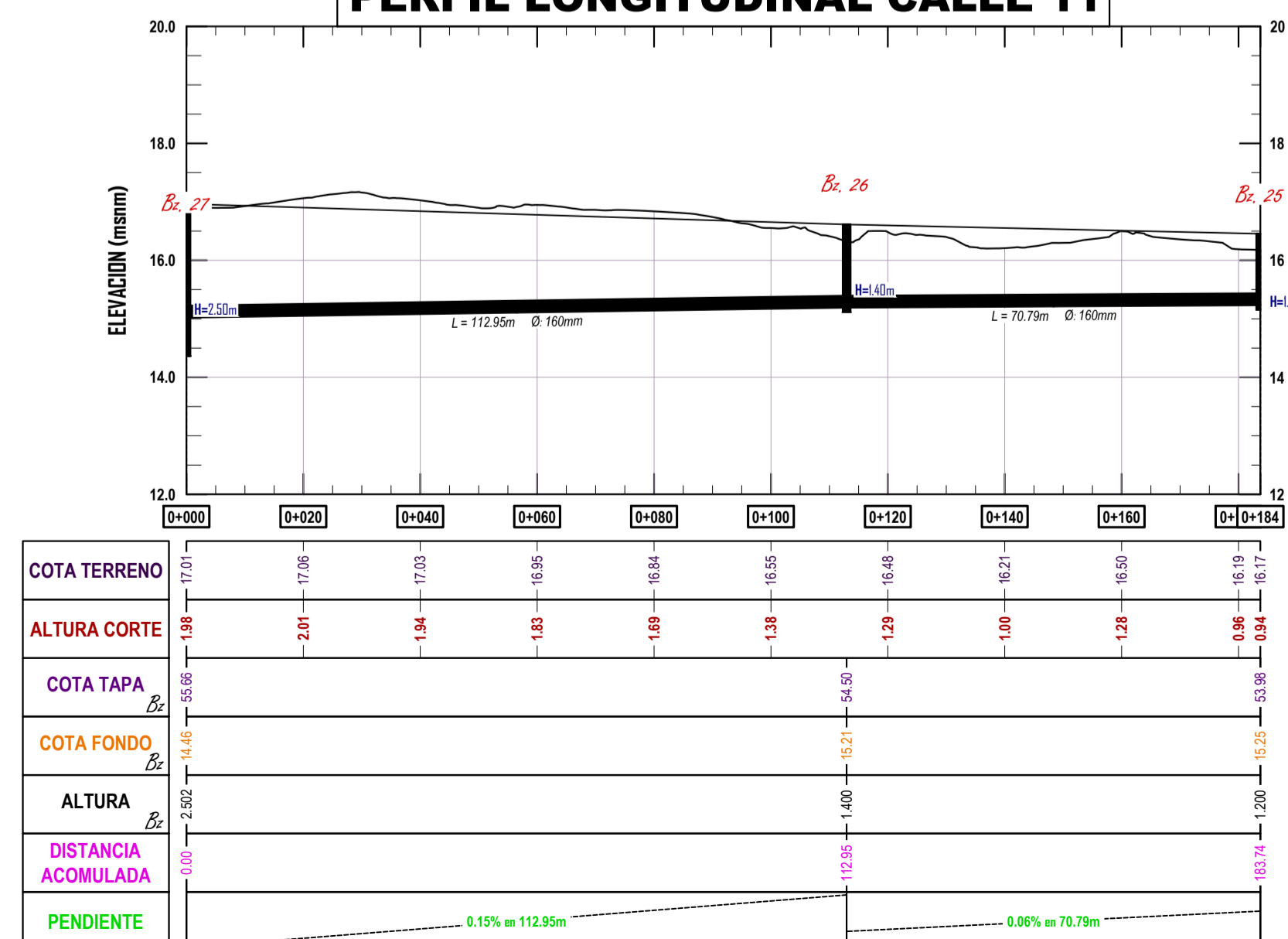
PERFIL LONGITUDINAL CALLE 10



PERFIL LONGITUDINAL PASAJE

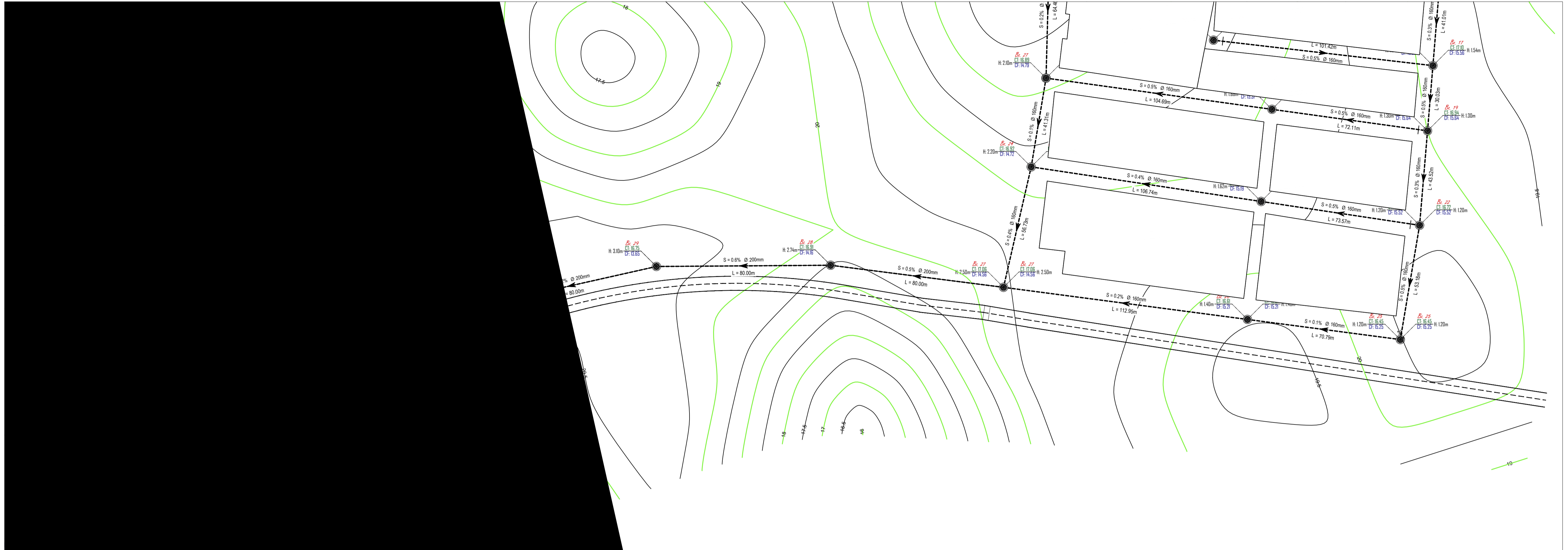


PERFIL LONGITUDINAL CALLE 11

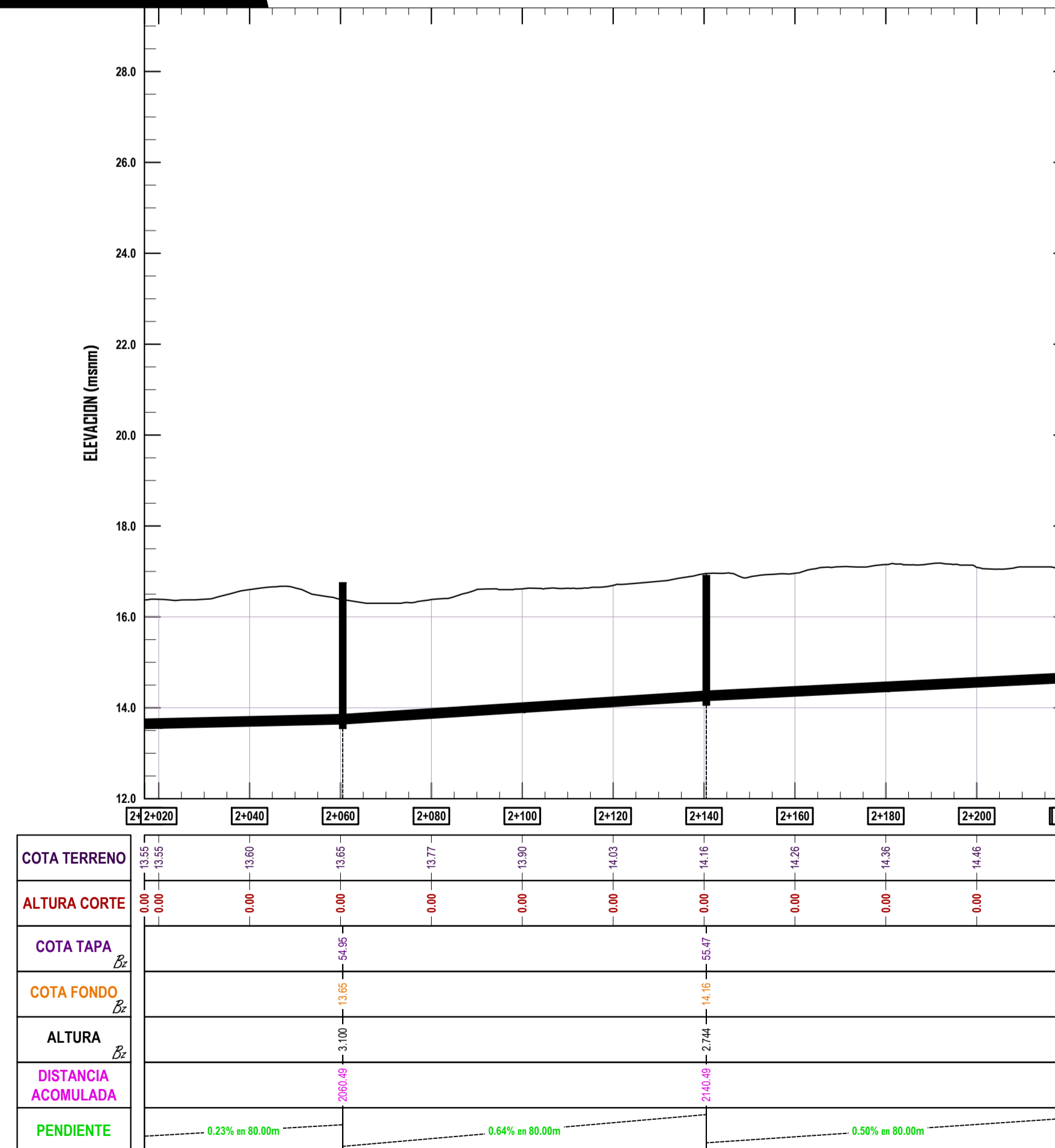


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"			
Plano: PERFIL LONGITUDINAL DE SANEAMIENTO		Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO	
Distrito: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: PL-02	
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO		
Fecha: Octubre 2022	Escala: 1:1000	Asesor: Centeno Ccarito, Ernesto Martin	

PLANTA
H: 1/1000
V: 1/1000



PERFIL
H: 1/1000
V: 1/1000



COTA TERRENO	13.55	13.60	13.65	13.77	13.90	14.03	14.16	14.28	14.36	14.46	14.56
ALTURA CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
COTA TAPA											
COTA FONDO			13.65				14.16				14.56
ALTURA			3.00				2.94				2.92
DISTANCIA ACOMULADA			200.00				2100.00				2200.00
PENDIENTE			0.23% en 80.00m				0.54% en 80.00m				0.50% en 80.00m



Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

Proyecto de tesis:
"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano:
PERFIL Y PLANTA - TUBERÍA DE DESCARGA

Responsable:
SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

Distrito:
PIMENTEL

Provincia:
CHICLAYO

Departamento:
LAMBAYEQUE

Localidad:
JUAN VELASCO ALVARADO

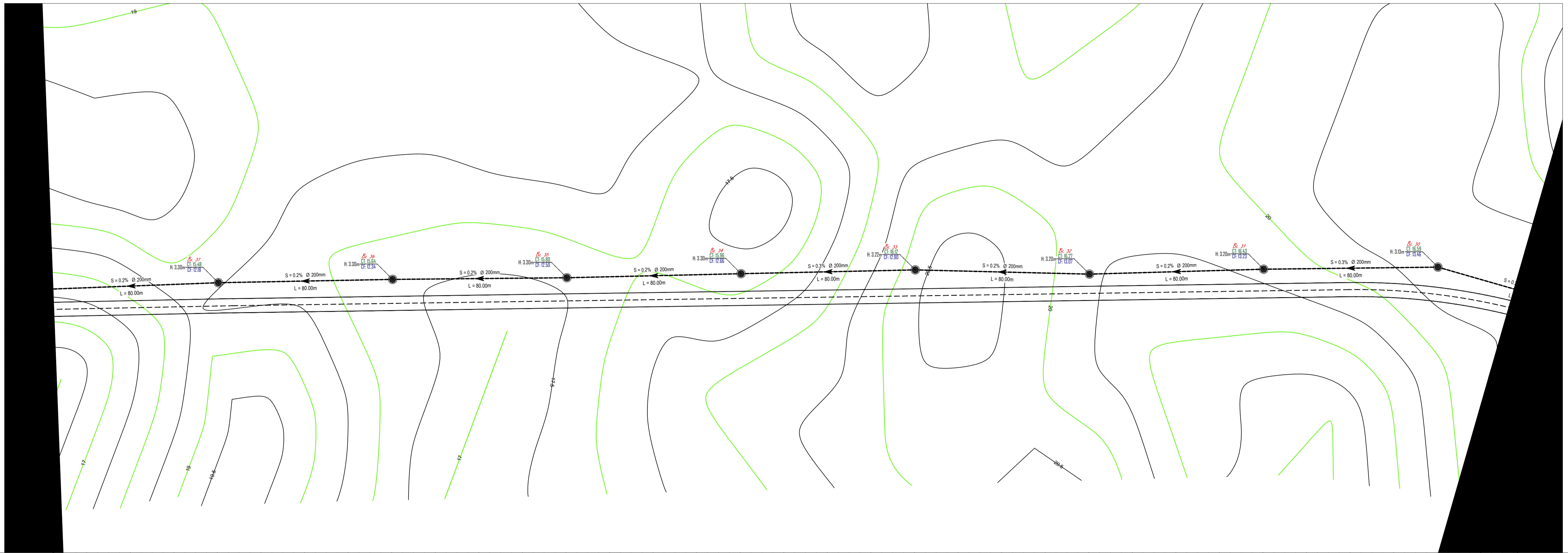
Fecha:
OCTUBRE 2022

Escala:
1:1000

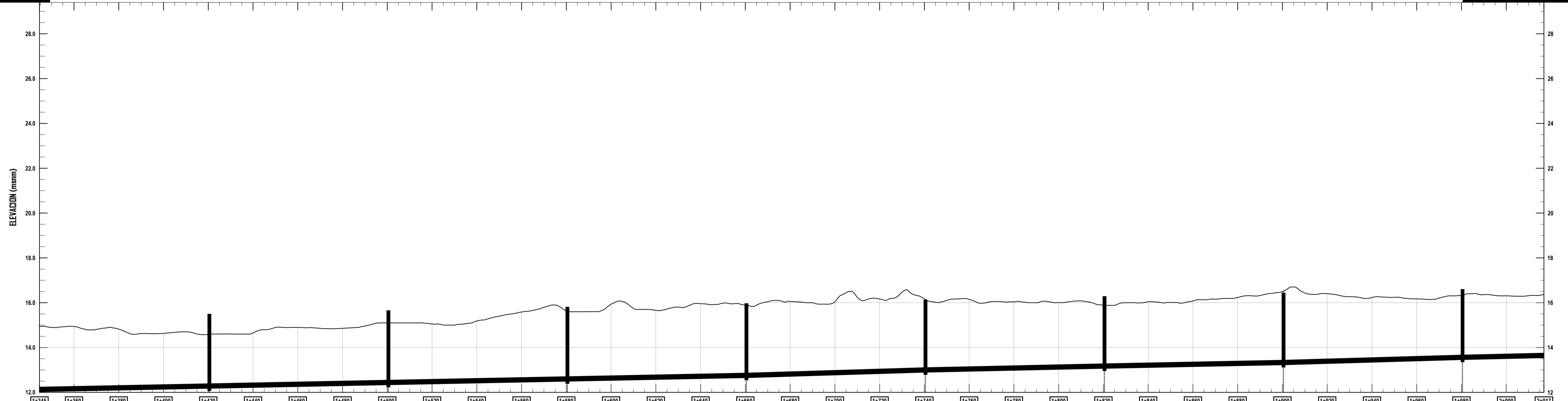
Asesor:
CENTENO COANTO, ERNESTO MARTIN

N°Lamina:
PP-01

PLANTA
H: 1/1000
V: 1/1000



PERFIL
H: 1/1000
V: 1/1000

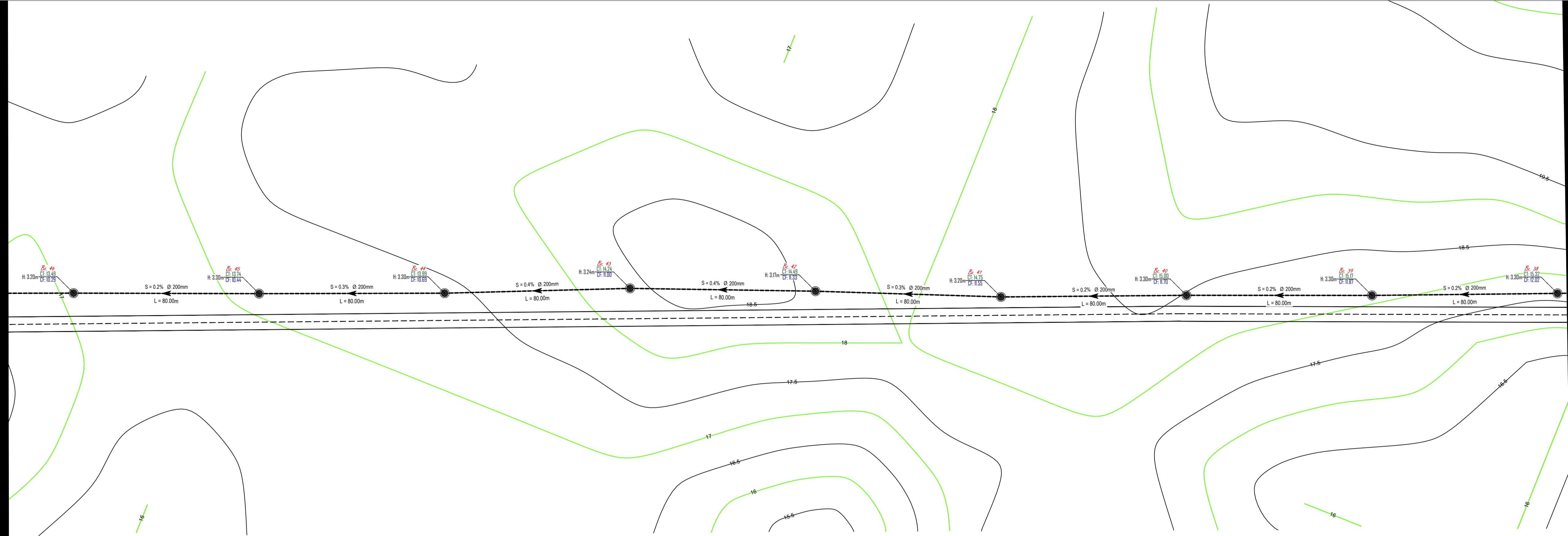


	1+345	1+360	1+380	1+400	1+420	1+440	1+460	1+480	1+500	1+520	1+540	1+560	1+580	1+600	1+620	1+640	1+660	1+680	1+700	1+720	1+740	1+760	1+780	1+800	1+820	1+840	1+860	1+880	1+900	1+920	1+940	1+960	1+980	2+000	2+017
COTA TERRENO	12.03	12.06	12.10	12.14	12.18	12.22	12.26	12.30	12.34	12.38	12.42	12.46	12.50	12.54	12.58	12.62	12.66	12.72	12.78	12.84	12.90	12.94	12.99	13.03	13.07	13.11	13.15	13.19	13.23	13.29	13.35	13.40	13.46	13.51	13.55
ALTURA CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
COTA TAPA	12.03	12.06	12.10	12.14	12.18	12.22	12.26	12.30	12.34	12.38	12.42	12.46	12.50	12.54	12.58	12.62	12.66	12.72	12.78	12.84	12.90	12.94	12.99	13.03	13.07	13.11	13.15	13.19	13.23	13.29	13.35	13.40	13.46	13.51	13.55
COTA FONDO	12.03	12.06	12.10	12.14	12.18	12.22	12.26	12.30	12.34	12.38	12.42	12.46	12.50	12.54	12.58	12.62	12.66	12.72	12.78	12.84	12.90	12.94	12.99	13.03	13.07	13.11	13.15	13.19	13.23	13.29	13.35	13.40	13.46	13.51	13.55
ALTURA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
DISTANCIA ACOMULADA	0.00	0.00	0.00	0.00	16.00	32.00	48.00	64.00	80.00	96.00	112.00	128.00	144.00	160.00	176.00	192.00	208.00	224.00	240.00	256.00	272.00	288.00	304.00	320.00	336.00	352.00	368.00	384.00	400.00	416.00	432.00	448.00	464.00	480.00	496.00
PENDIENTE	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%

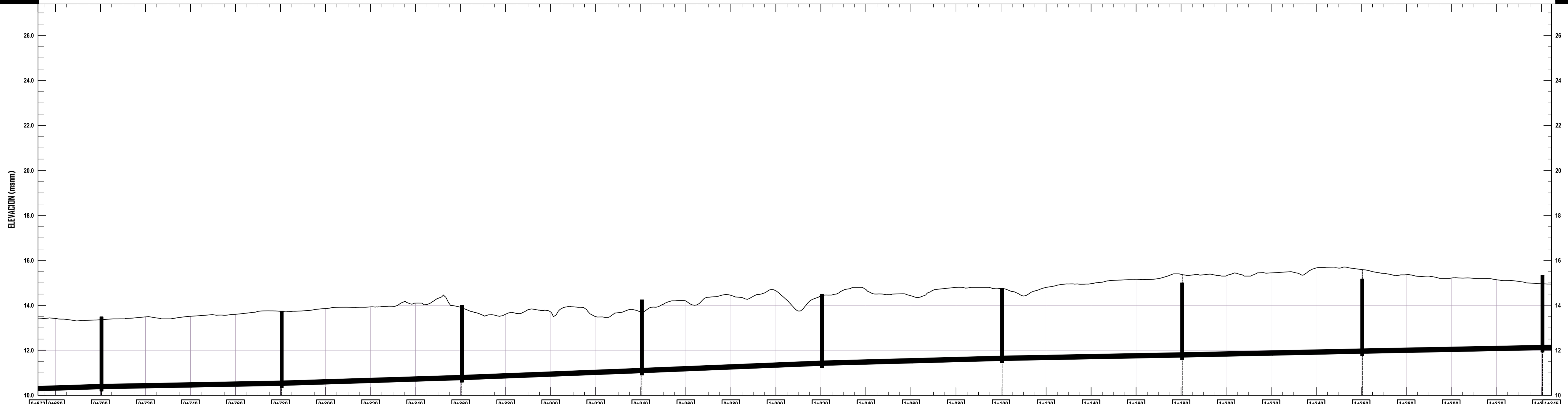


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL		
Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"		
Plano: PERFIL Y PLANTA - TUBERÍA DE DESCARGA	Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO	
Districto: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: PP-01
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO	
Fecha: OCTUBRE 2022	Escala: 1:1000	Asesor: CENTENO COANTO, ERNESTO MARTIN

PLANTA
H: 1/1000
V: 1/1000



PERFIL
H: 1/1000
V: 1/1000



COTA TERRENO	10.20	10.22	10.25	10.33	10.40	10.44	10.50	10.56	10.63	10.69	10.77	10.84	10.92	11.00	11.08	11.16	11.24	11.33	11.38	11.44	11.49	11.54	11.58	11.62	11.66	11.70	11.74	11.78	11.82	11.86	11.90	11.94	11.98	12.02	12.03			
ALTURA CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
COTA TAPA																																						
COTA FONDO			10.23				10.44																															
ALTURA			3.98				3.30																															
DISTANCIA ACOMULADA			70.00				150.00																															
PENDIENTE			0.32% en 80.00m				0.18% en 80.00m																															



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

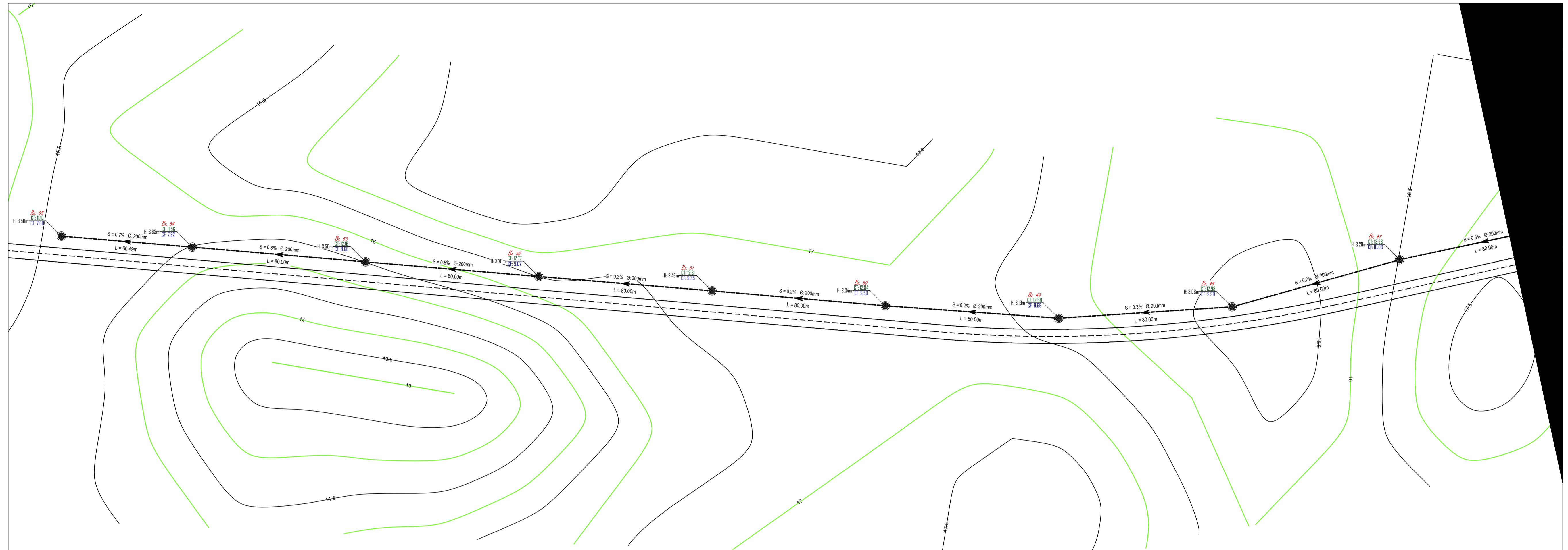
Proyecto de tesis:
 "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano:
 PERFIL Y PLANTA - TUBERÍA DE DESCARGA

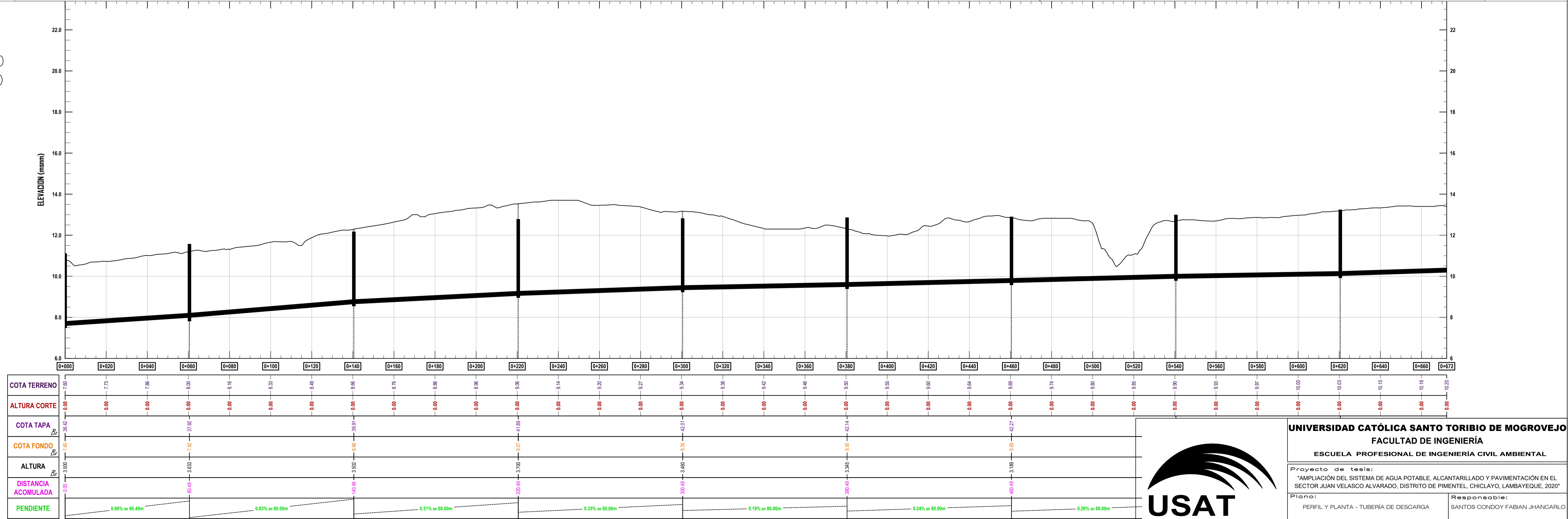
Responsable:
 SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

Distrito: PIMENTEL Provincia: CHICLAYO N°Lamina: PP-01
 Departamento: LAMBAYEQUE Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO
 Fecha: OCTUBRE 2022 Escala: 1:1000 Asesor: CENTENO COANTO, ERNESTO MARTIN

PLANTA
H: 1/1000
V: 1/1000



PERFIL
H: 1/1000
V: 1/1000



Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

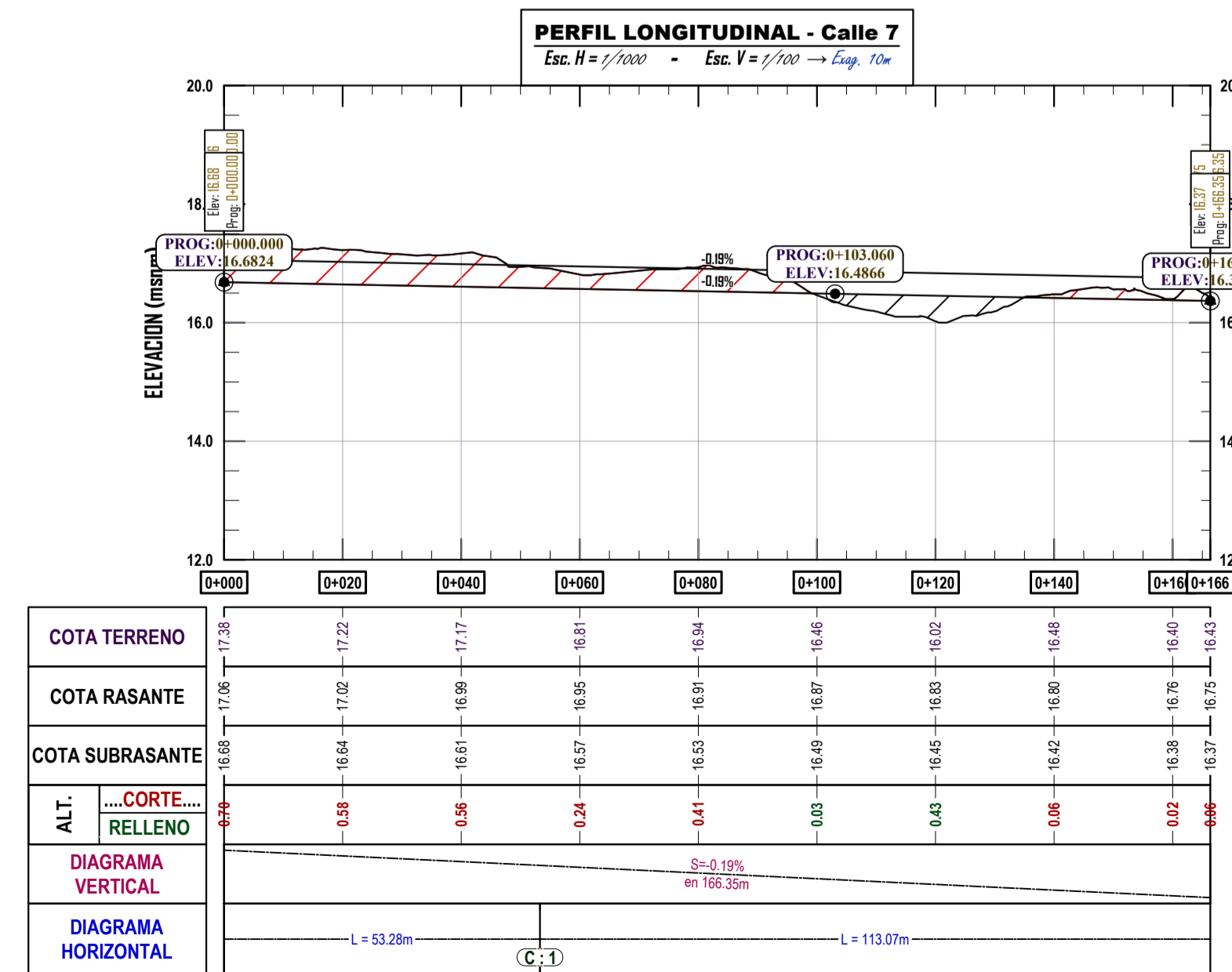
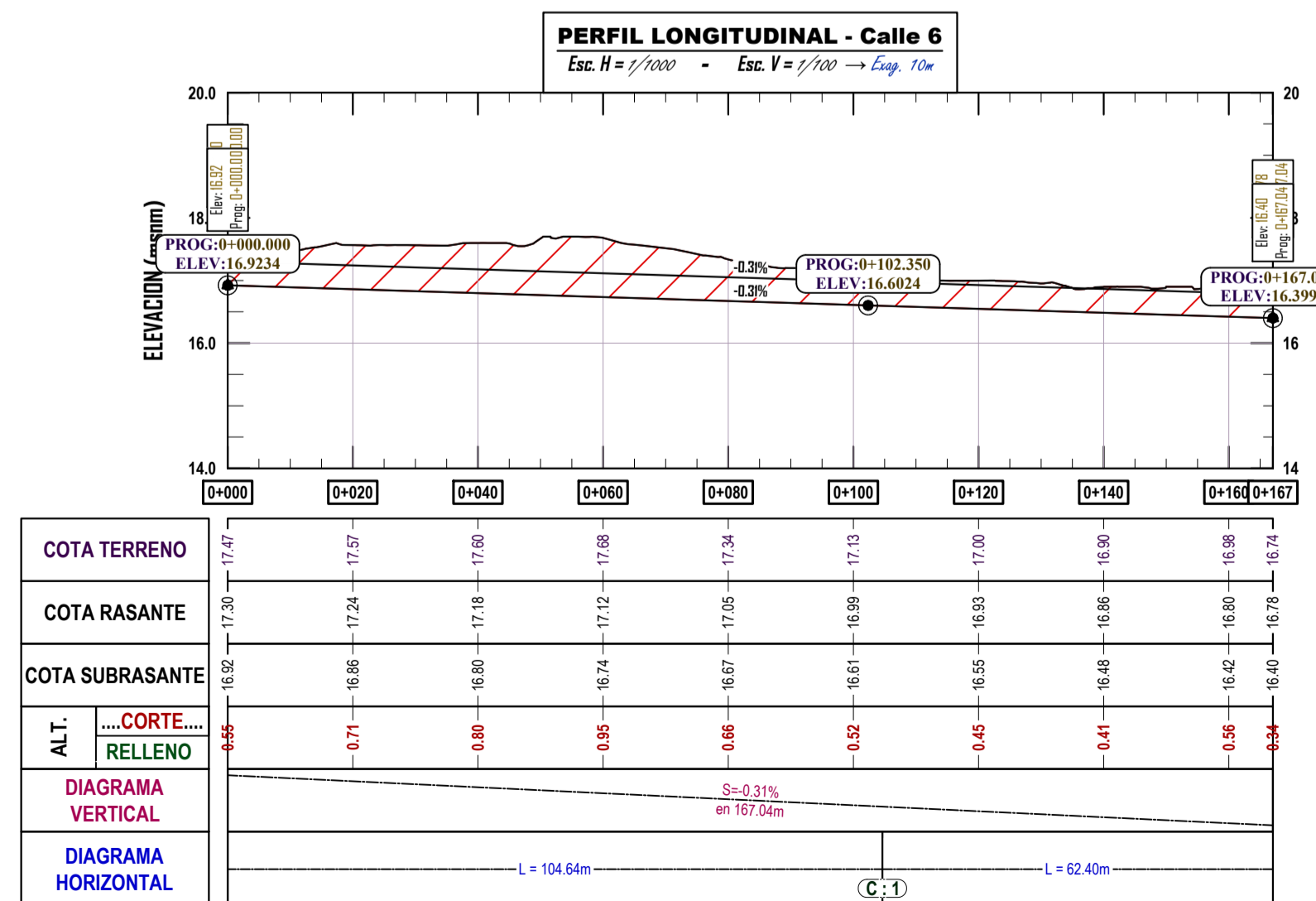
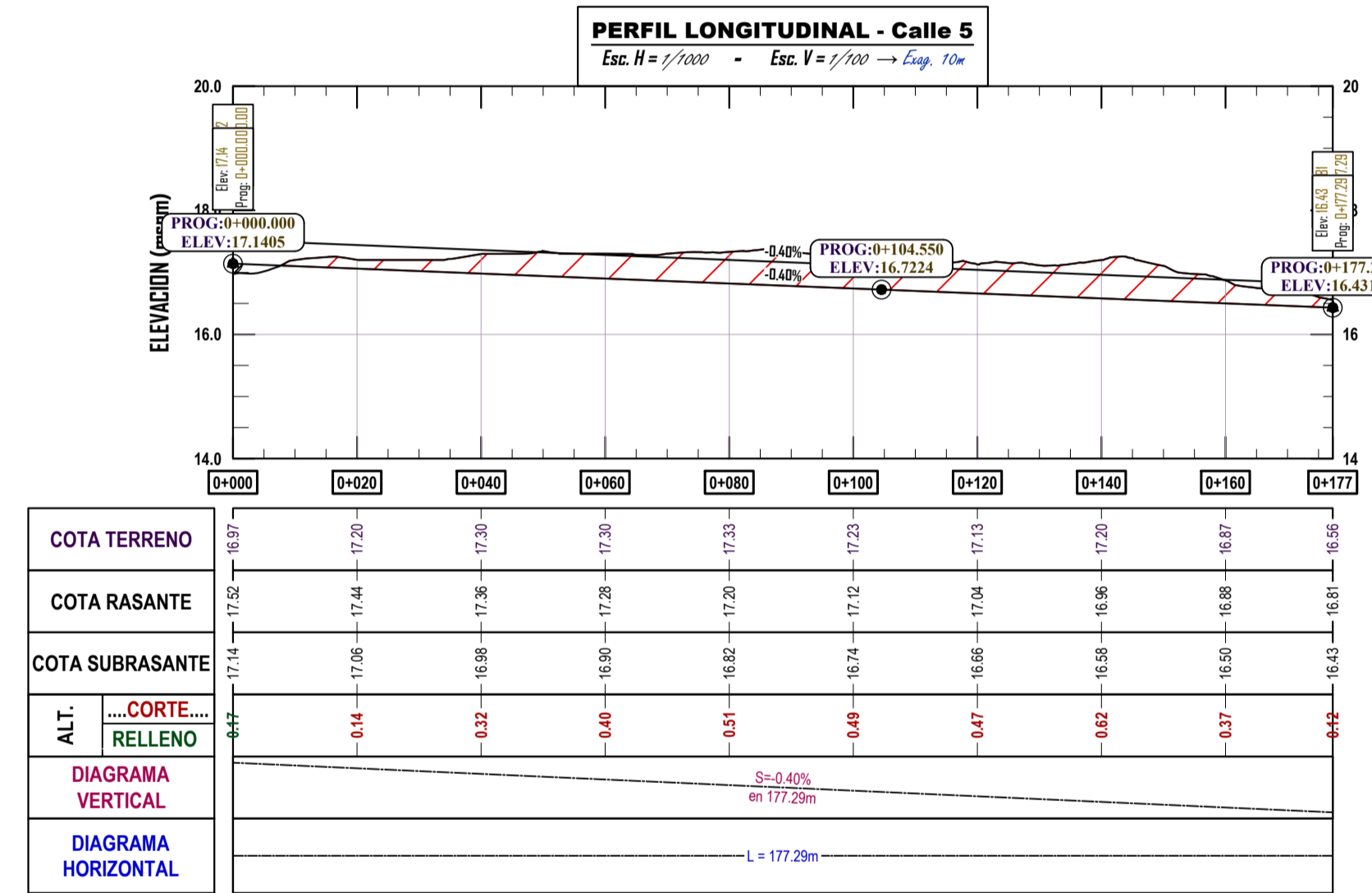
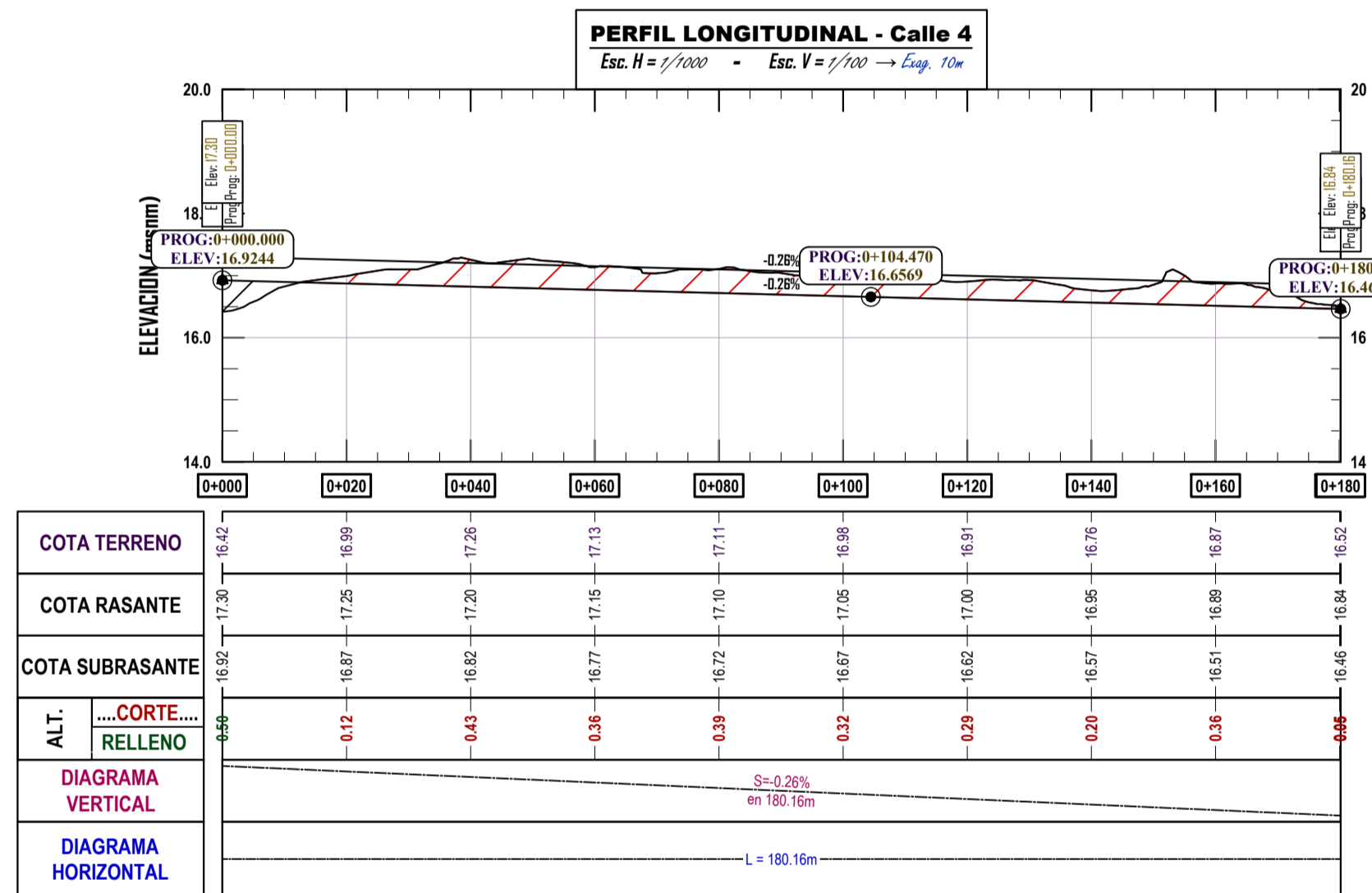
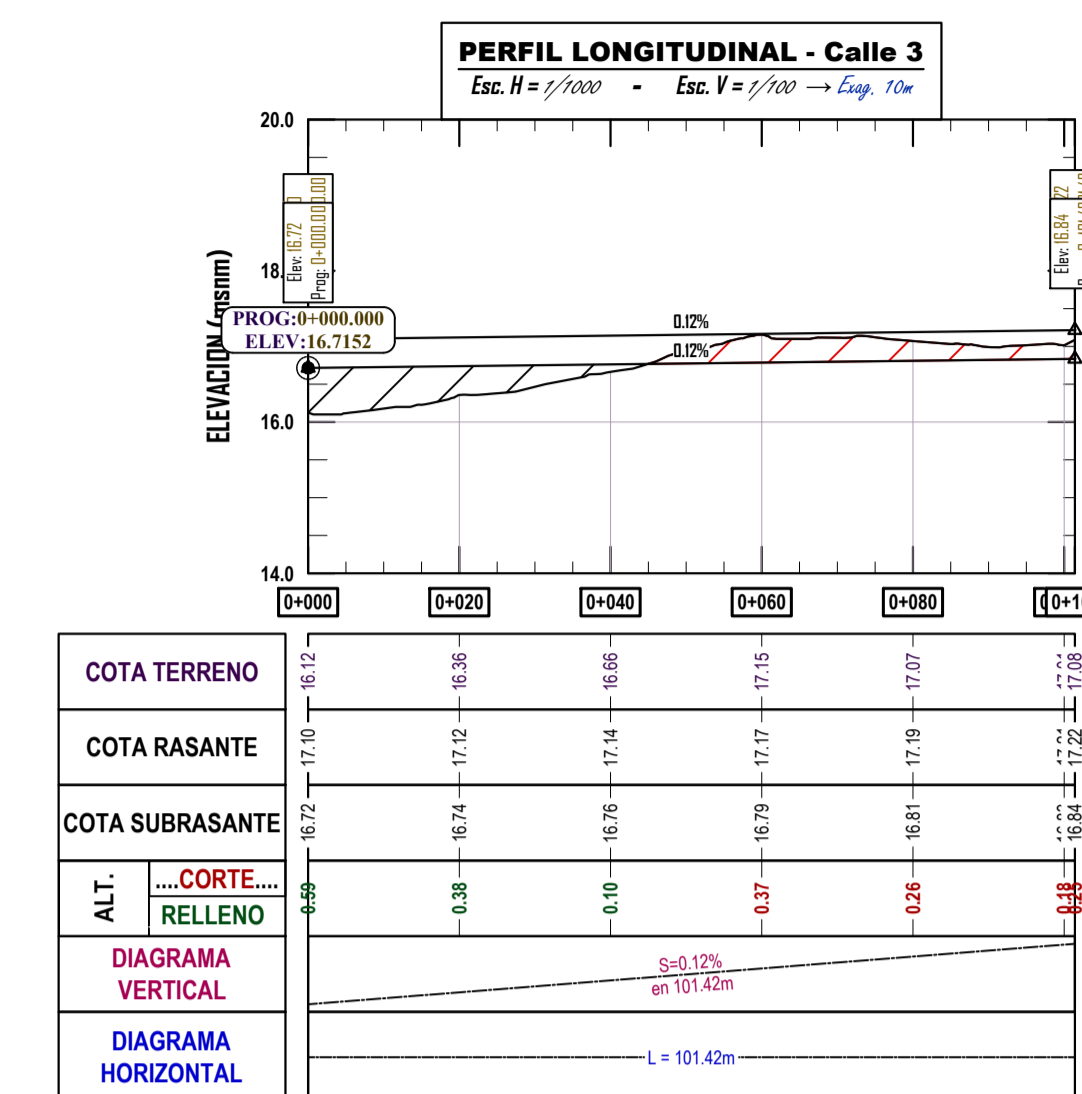
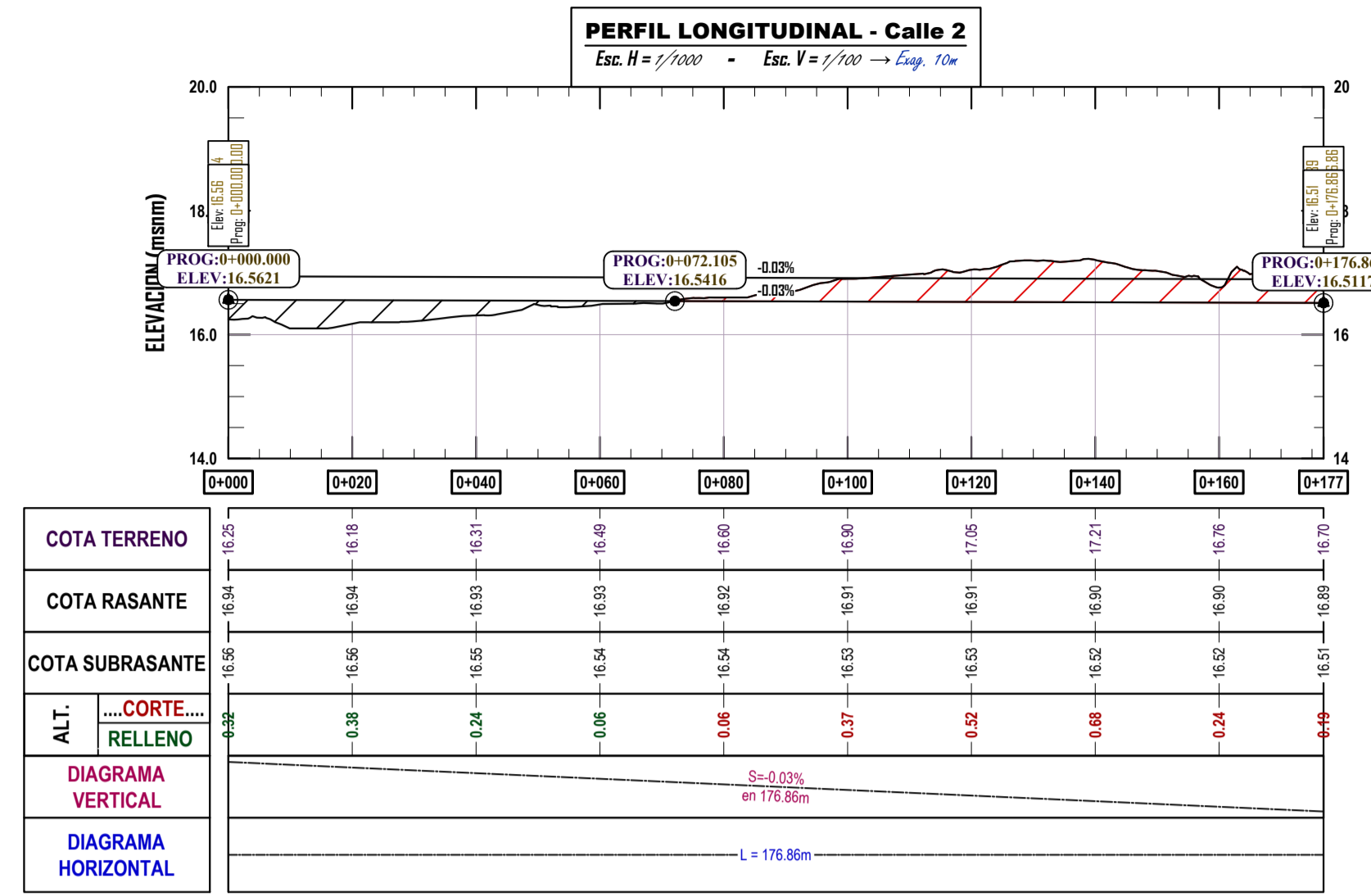
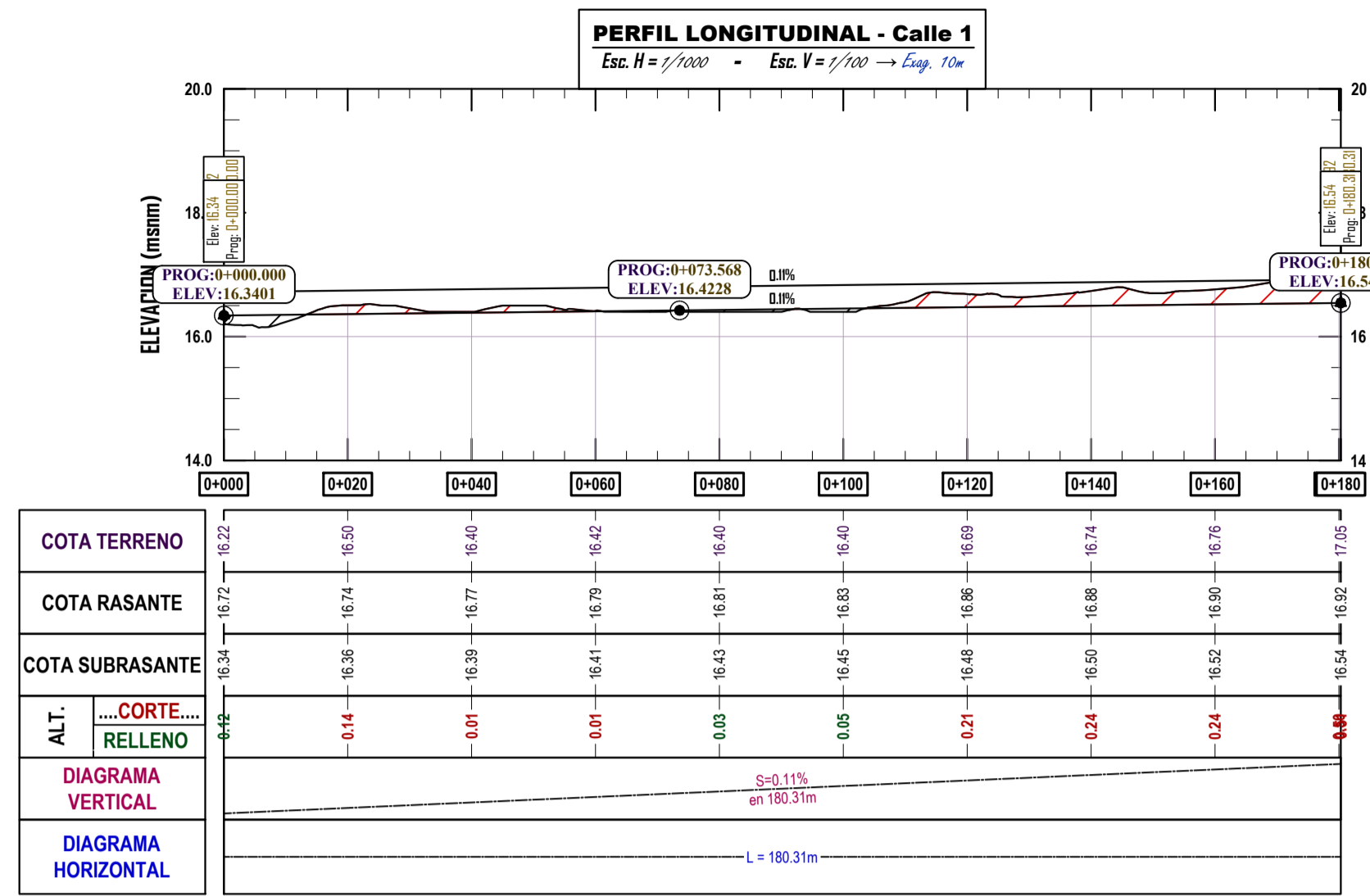
Proyecto de tesis:
"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano:
PERFIL Y PLANTA - TUBERÍA DE DESCARGA

Responsable:
SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

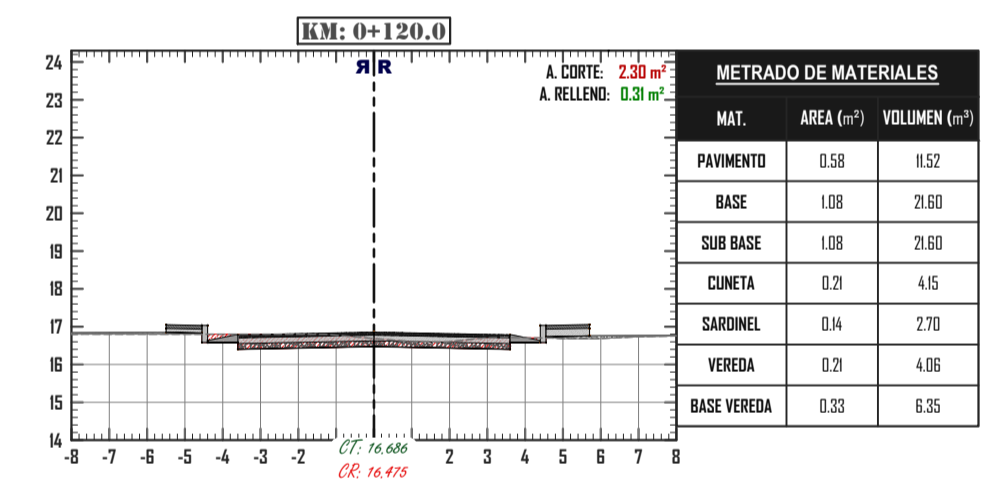
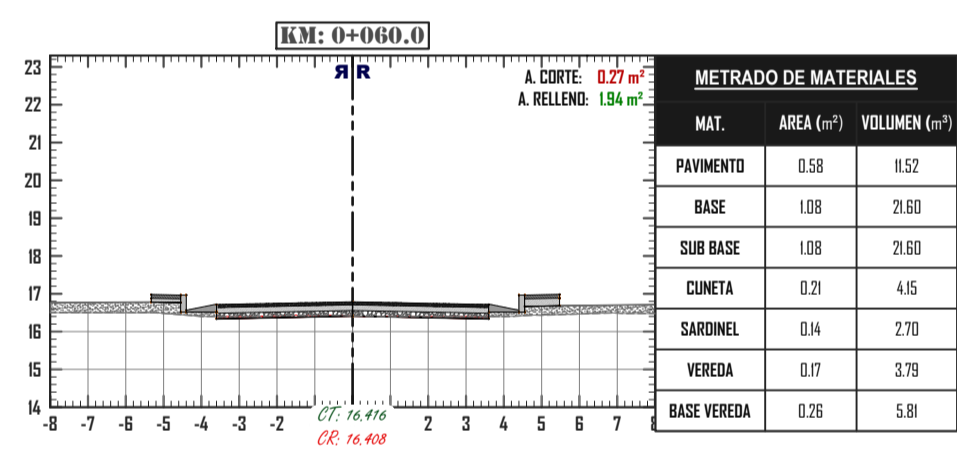
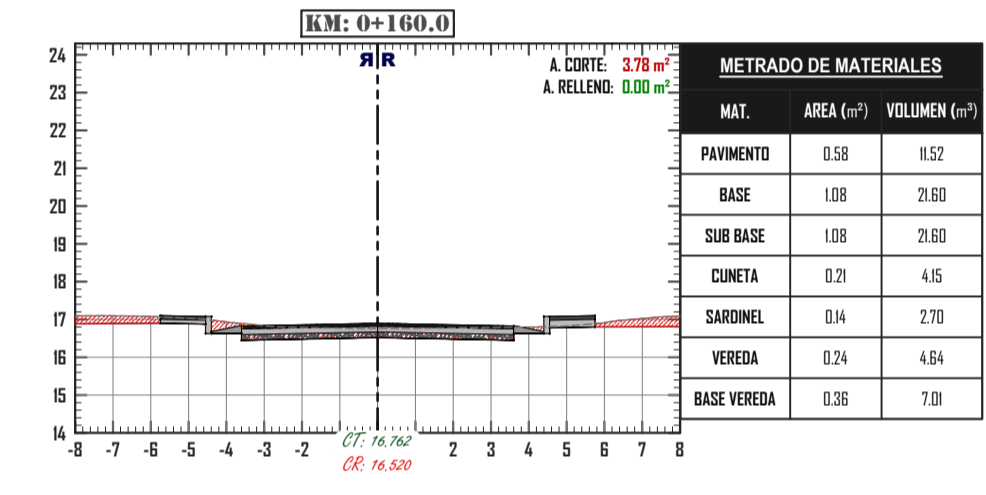
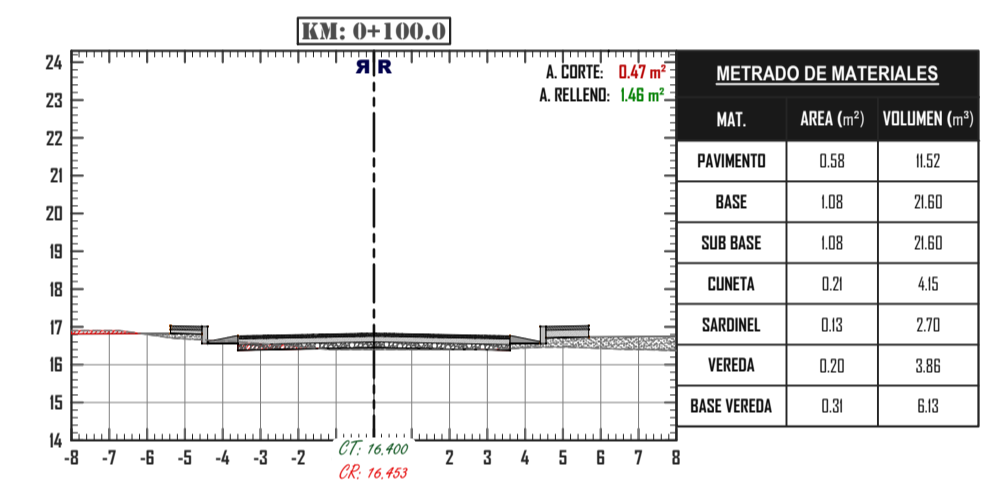
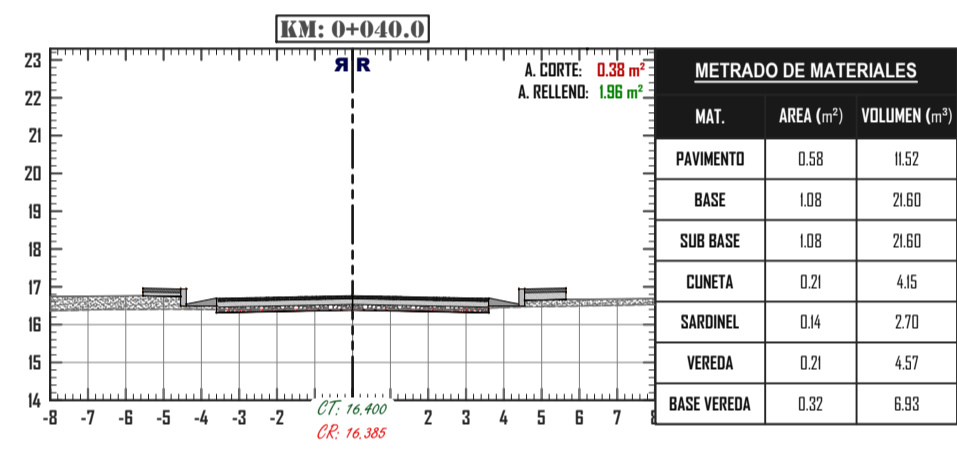
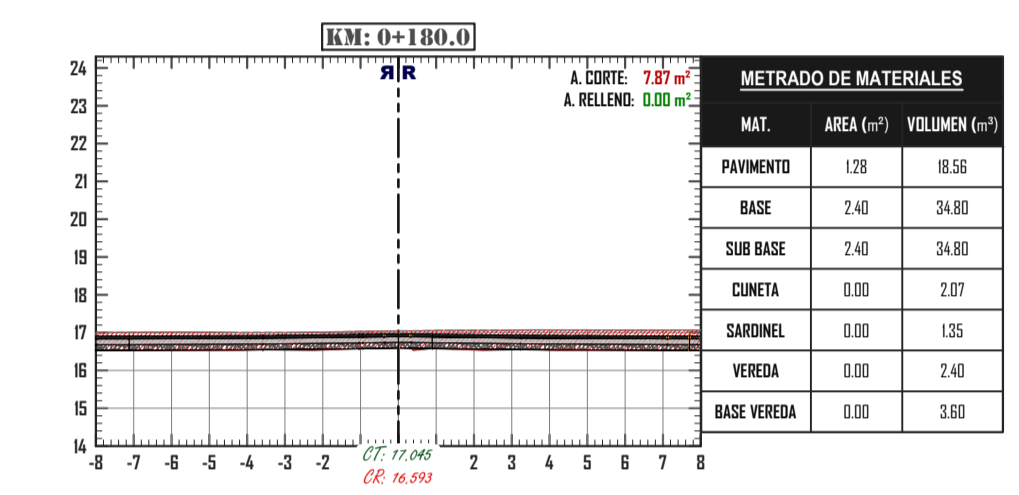
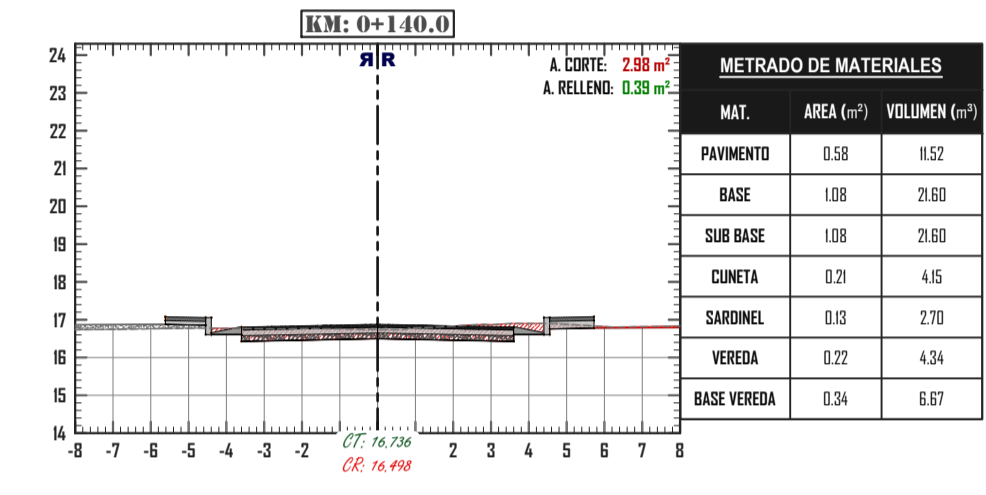
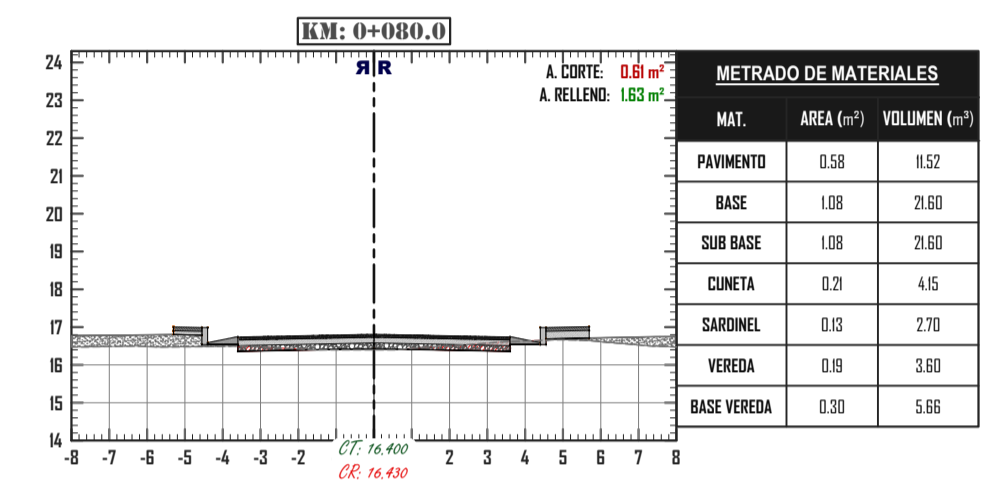
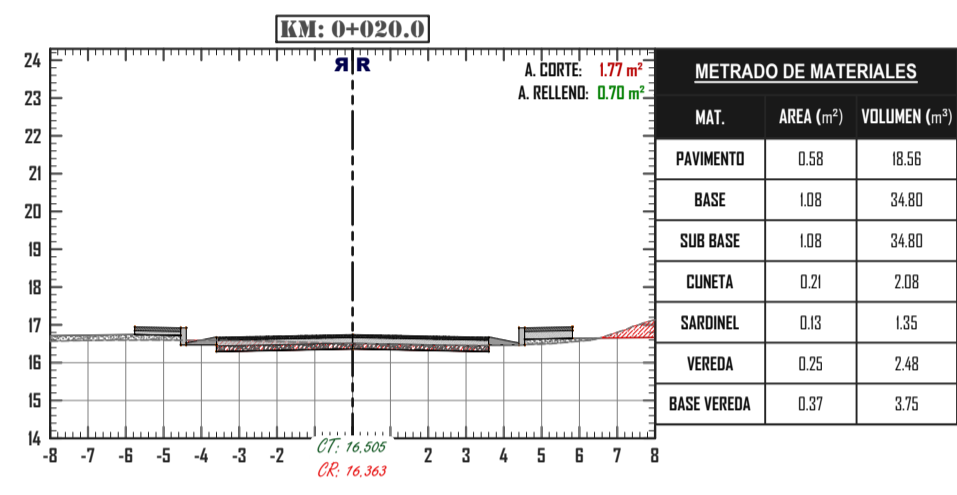
Distrito: PIMENTEL Provincia: CHICLAYO N°Lamina: PP-01
Departamento: LAMBAYEQUE Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO

Fecha: OCTUBRE 2022 Escala: 1:1000 Asesor: CENTENO COANTO, ERNESTO MARTIN



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO			
FACULTAD DE INGENIERÍA			
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL			
Proyecto de tesis: "AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"			
Plano: PERFIL LONGITUDINAL - PAVIMENTACIÓN		Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO	
Districto: PIMENTEL	Provincia: CHICLAYO	N°Lamina: PL-01	
Departamento: LAMBAYEQUE	Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO		
Fecha: Octubre 2022	Escala: 1:1000	Asesor: Centeno Ccarito, Ernesto Martin	

CALLE 01



PROG.	AREA DE CORTE (m²)	AREA DE RELLENO (m²)	VOLUMEN CORTE (m³)	VOLUMEN RELLENO (m³)	V. CORTE ACUMULADO (m³)	V. RELLENO ACUMULADO (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
0+000	0.00	2.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	1.77	0.70	17.72	30.12	17.72	30.12	-12.39
0+040	0.28	1.99	21.55	29.55	38.27	58.67	-17.40
0+060	0.27	1.94	6.56	38.95	48.85	95.69	-48.78
0+080	0.81	1.83	8.83	35.85	54.67	131.77	-76.80
0+100	0.47	1.46	10.75	30.88	65.42	162.15	-96.73
0+120	2.20	0.21	27.67	17.75	83.09	179.90	-96.81
0+140	2.98	0.29	52.78	7.06	145.87	186.96	-41.09
0+160	2.78	0.00	67.52	2.92	203.39	190.88	22.51
0+180	7.87	0.00	161.45	0.00	329.84	190.88	138.96
0+180	0.00	0.00	122	0.00	331.06	190.88	140.18

PROGRESIVA	AREA (m²)	VOLUMEN (m³)	VOLUMEN ACUMULADO (m³)
0+000.0	1.28	0.00	0.00
0+020.0	0.58	18.56	18.56
0+040.0	0.58	18.52	37.08
0+060.0	0.58	18.52	55.60
0+080.0	0.58	18.52	74.12
0+100.0	0.58	18.52	92.64
0+120.0	0.58	18.52	111.16
0+140.0	0.58	18.52	129.68
0+160.0	0.58	18.52	148.20
0+180.0	1.28	18.56	166.72
0+180.3	0.00	0.00	166.72



USAT
Universidad Católica
Santo Toribio de Mogrovejo

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

Proyecto de tesis:
"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO DE PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020"

Plano: SECCIONES TRANSVERSALES 1 - PAVIMENTACIÓN Responsable: SANTOS CONDOY FABIAN JHANCARLO

Districto: PIMENTEL Provincia: CHICLAYO N°Lamina: **ST-01**

Departamento: LAMBAYEQUE Localidad: JUAN VELASCO ALVARADO

Fecha: Octubre 2022 Escala: 1:200 Asesor: Centeno Ccanto, Ernesto Martin

PROYECTO:

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020

TESISTA:

FABIÁN JHANCARLO SANTOS CONDOY

ASESOR:

ERNESTO MARTIN CENTENO CCANTO

PLANO:

SECCIONES 2

ESPECIALIDAD:

PAVIMENTACIÓN

LÁMINA:

S - 02

FECHA:

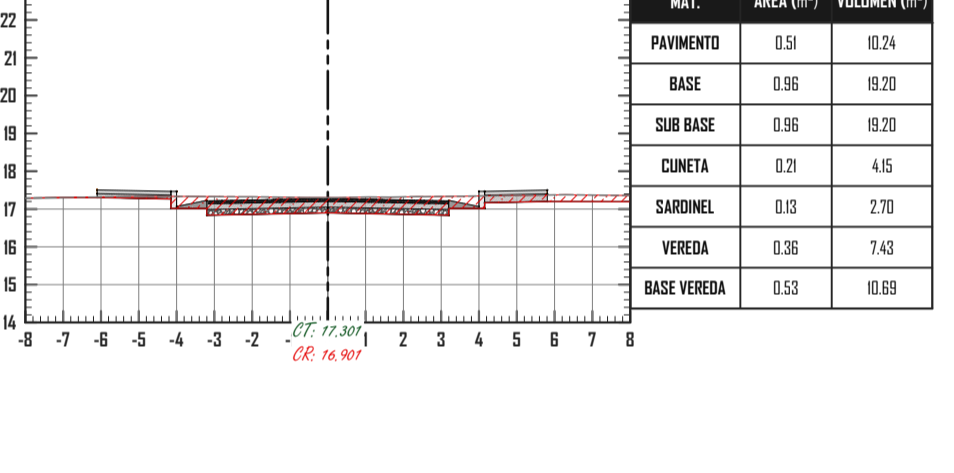
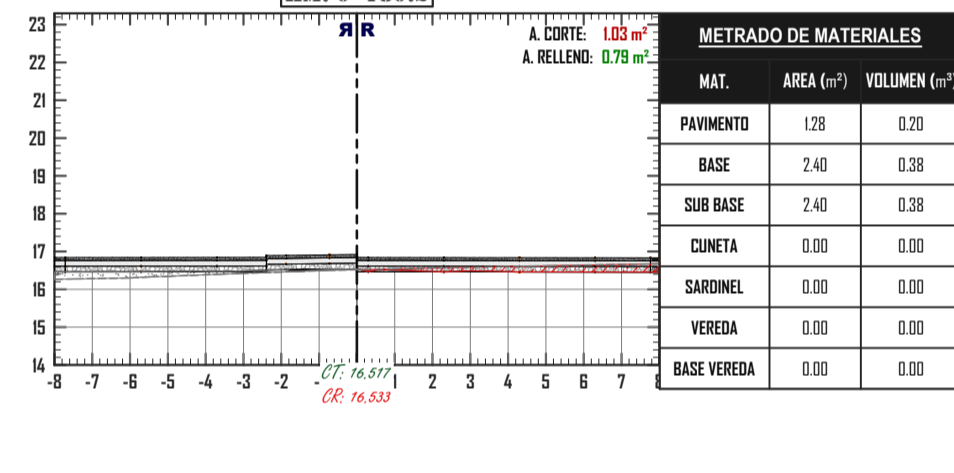
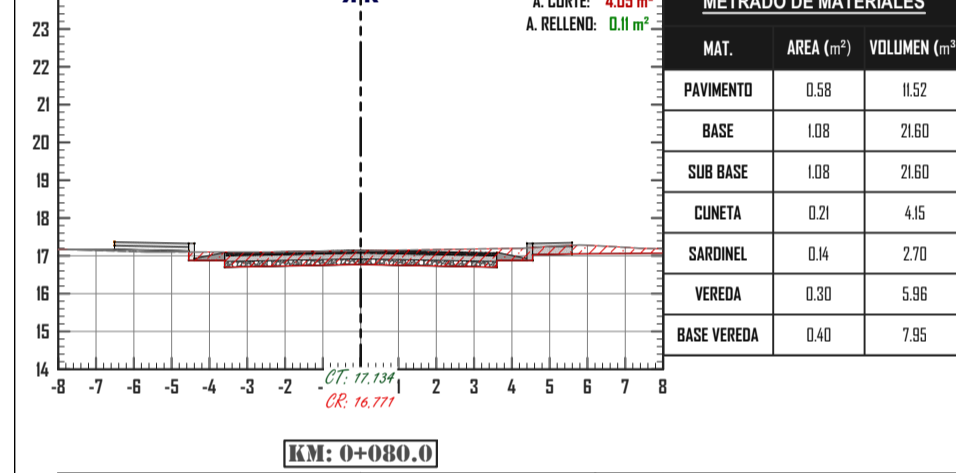
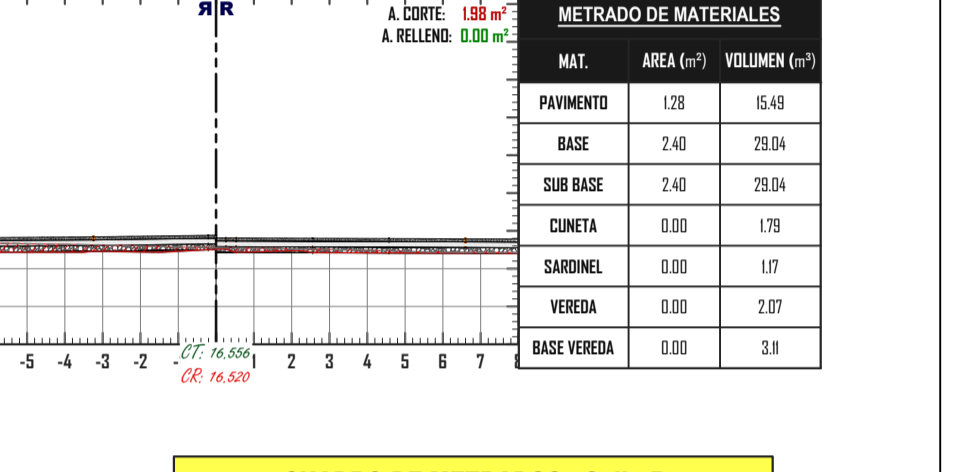
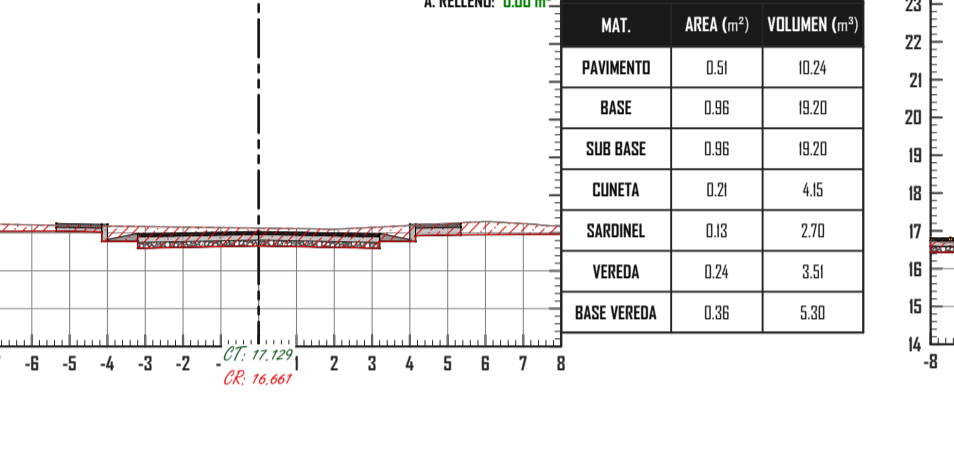
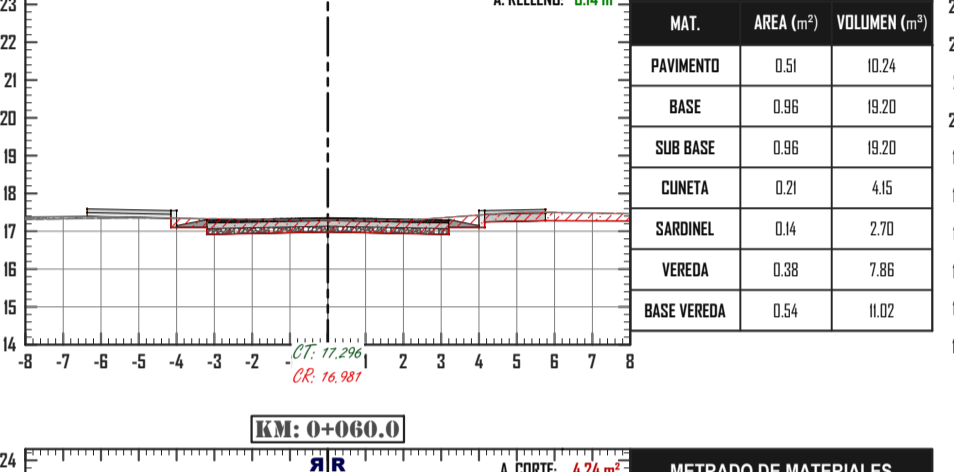
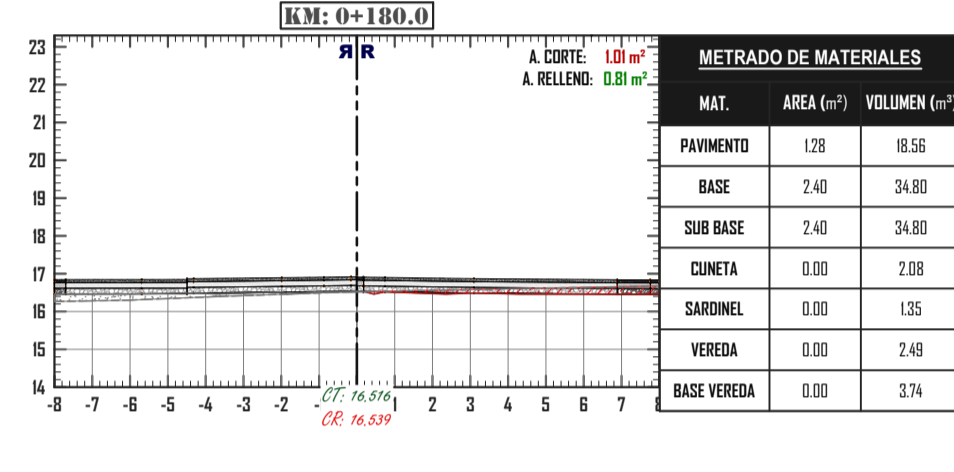
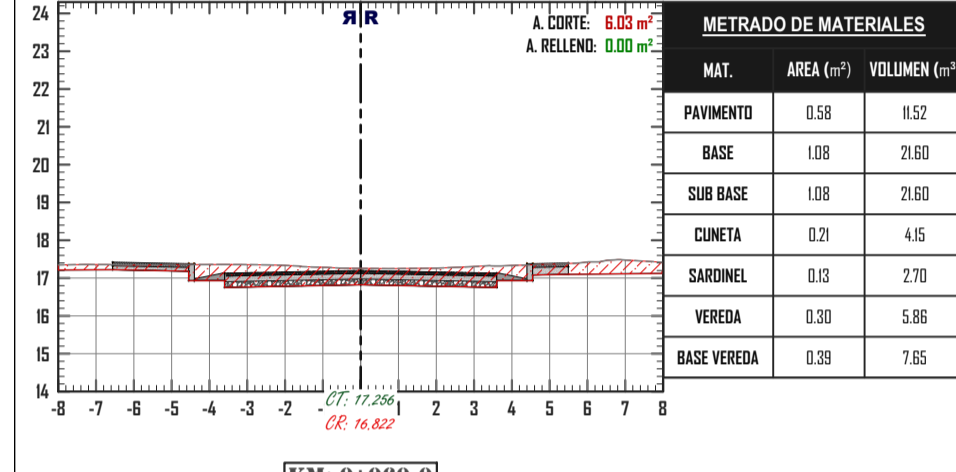
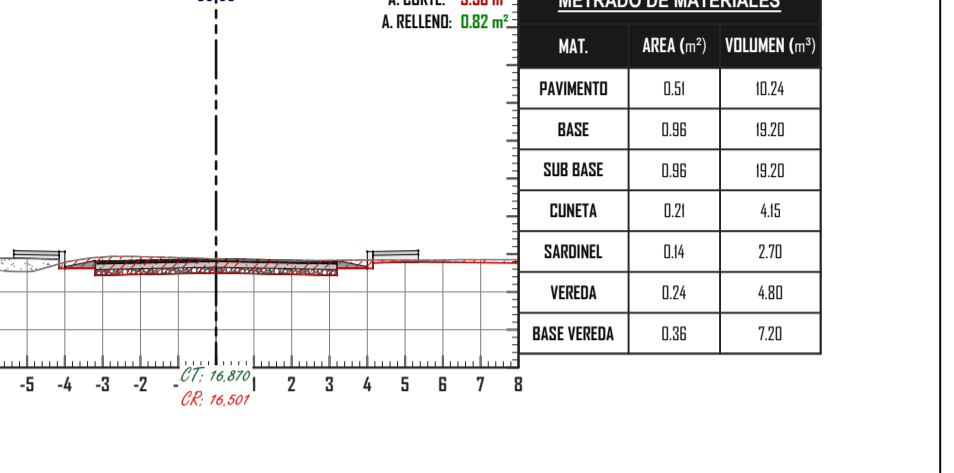
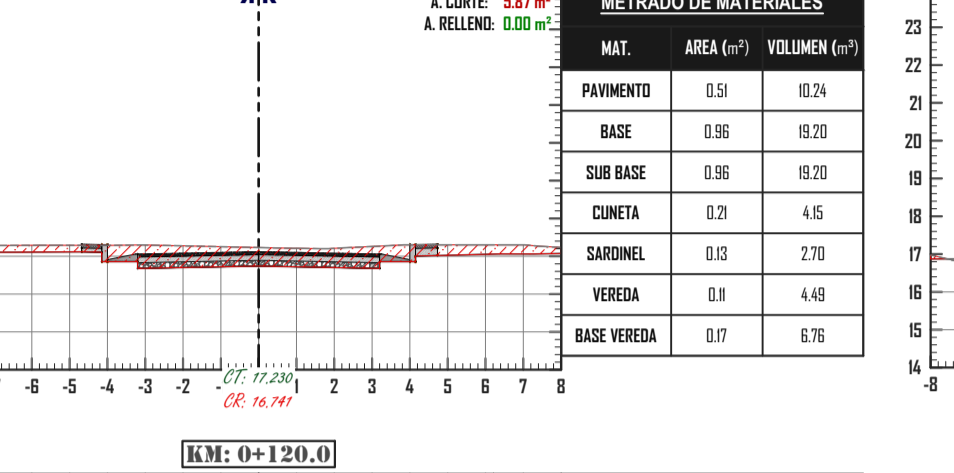
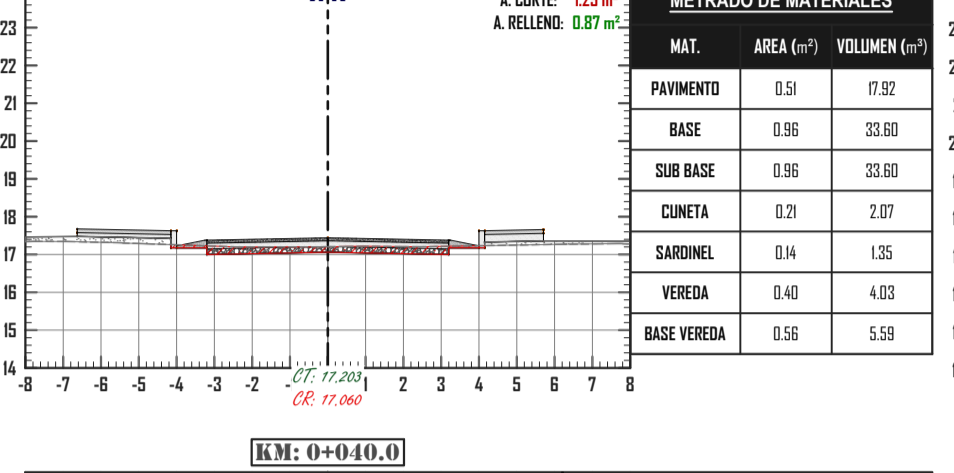
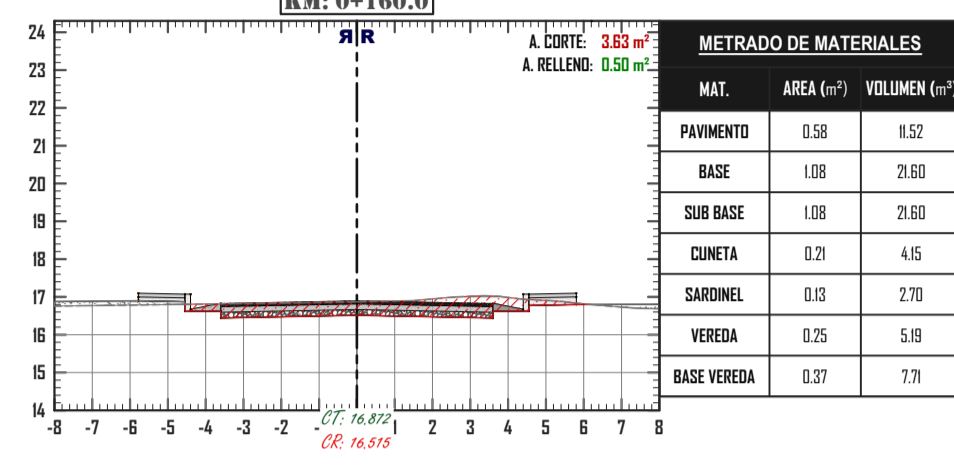
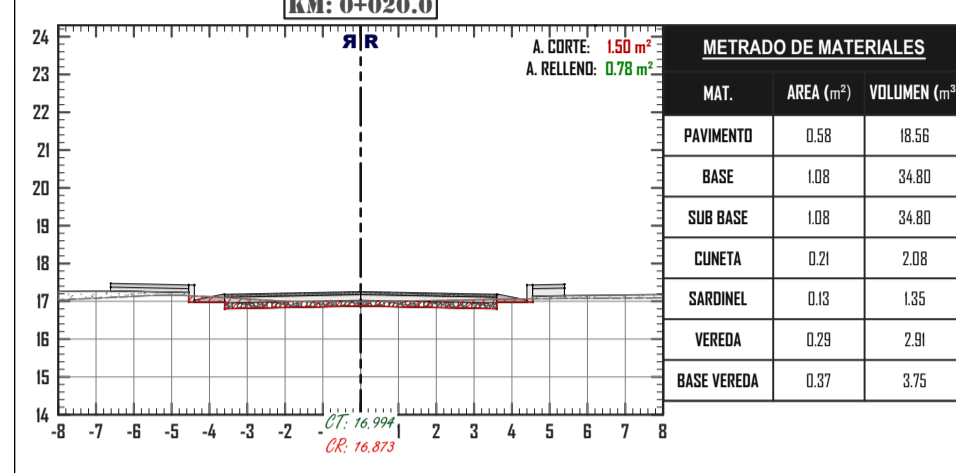
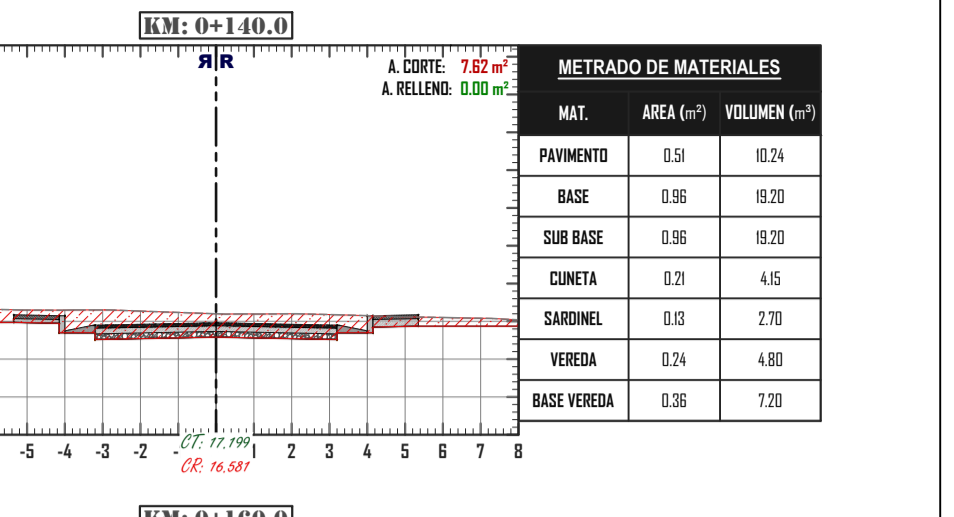
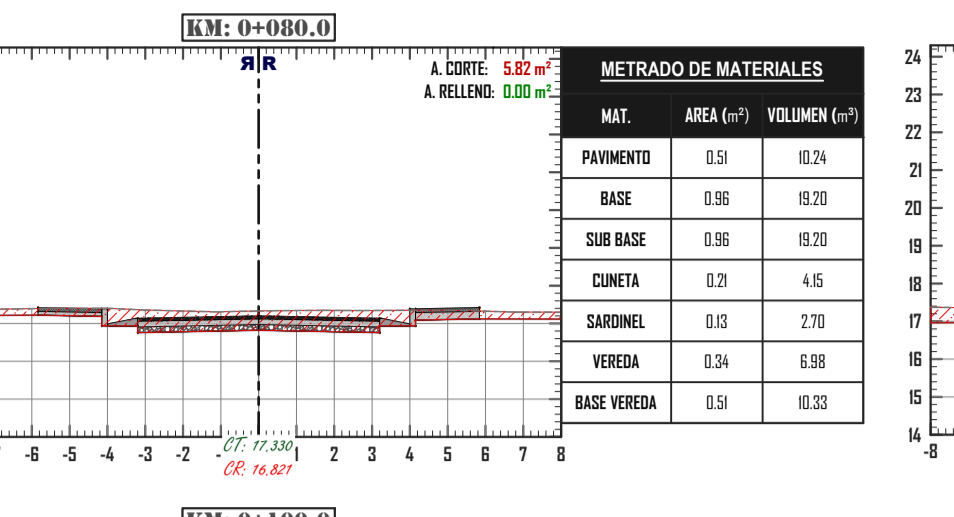
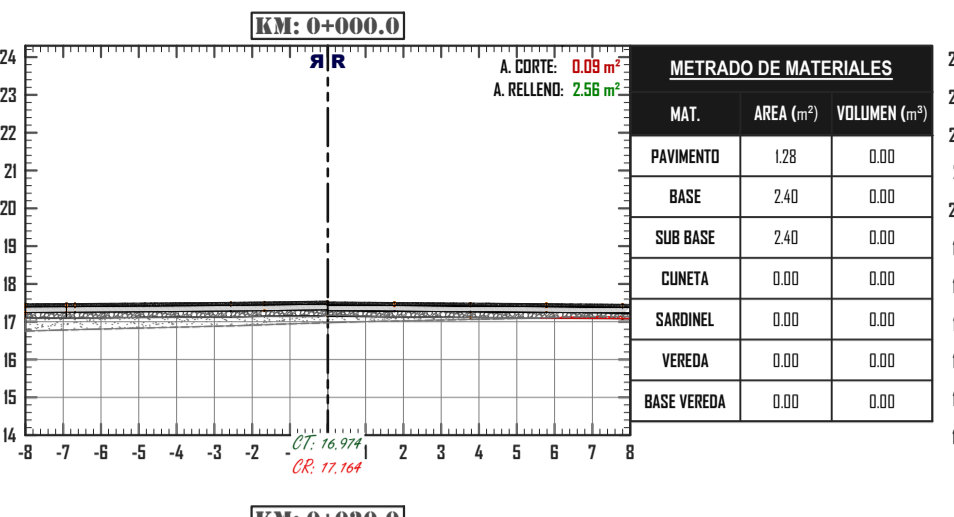
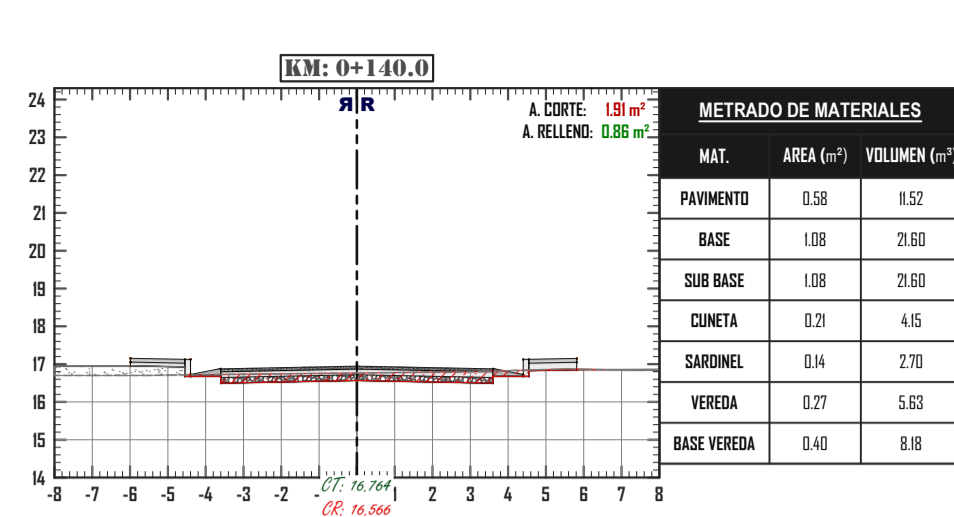
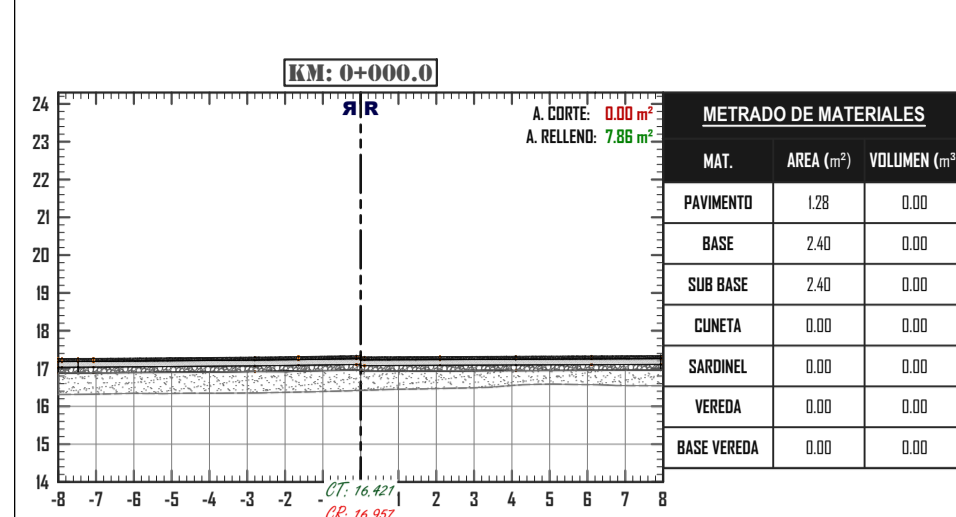
OCTUBRE - 2022

ESCALA:

1/200

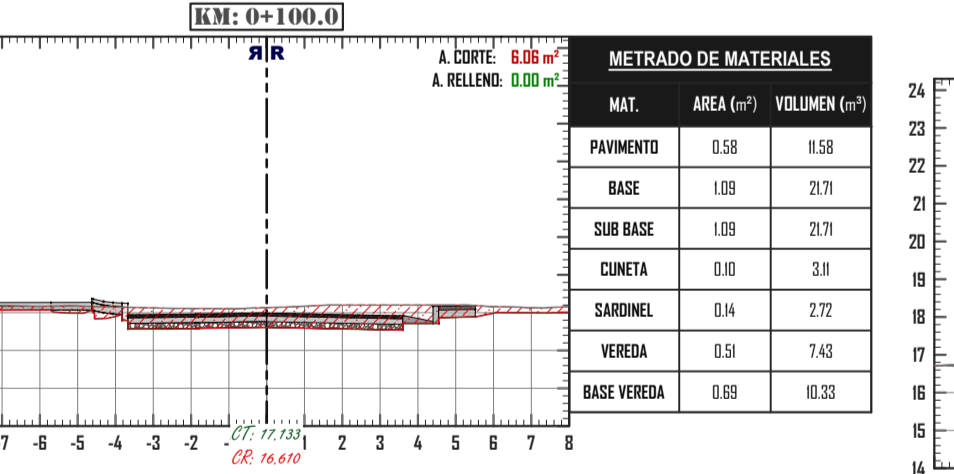
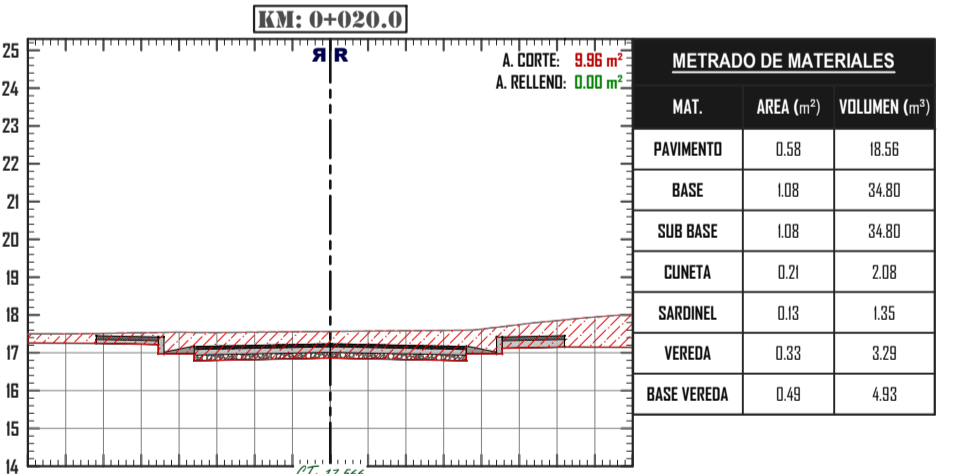
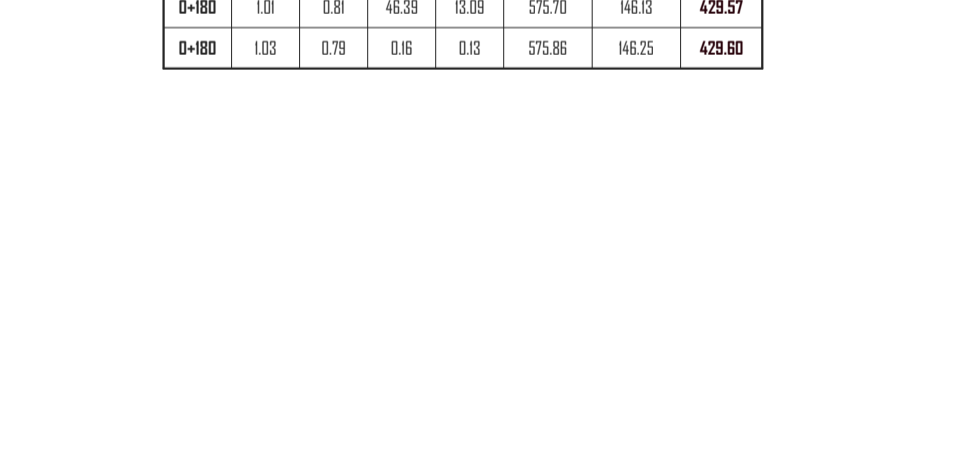
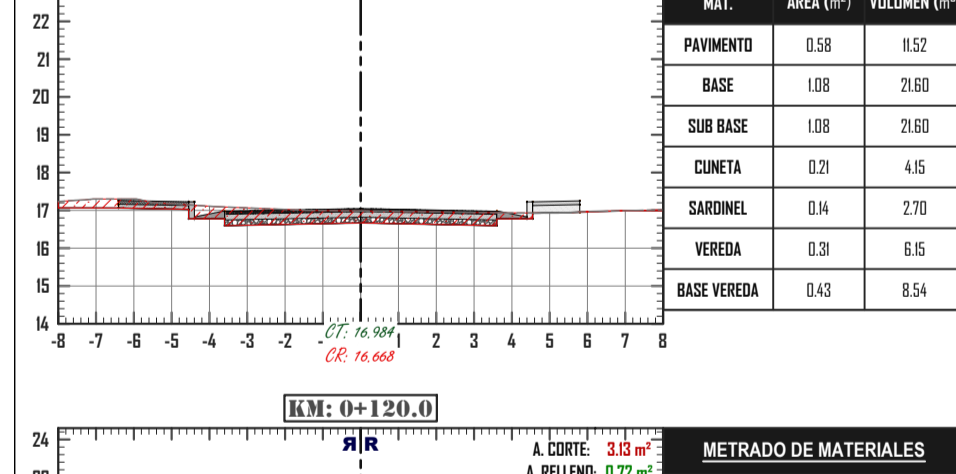
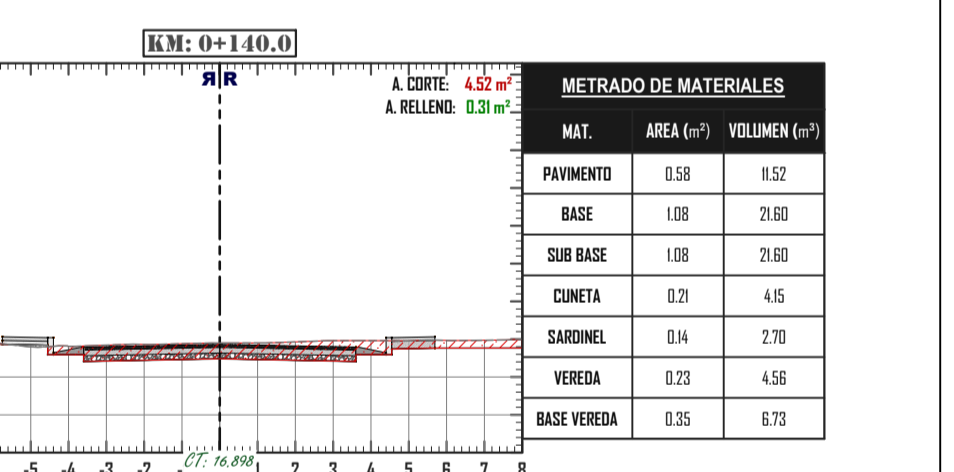
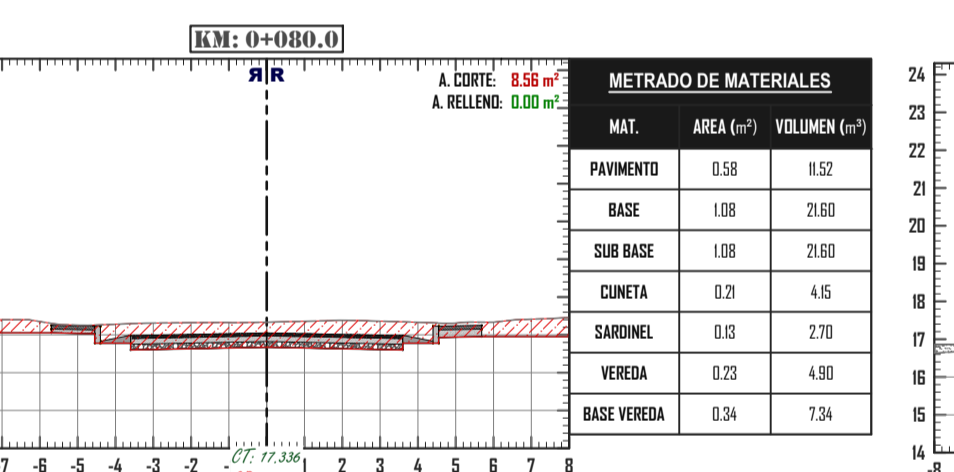
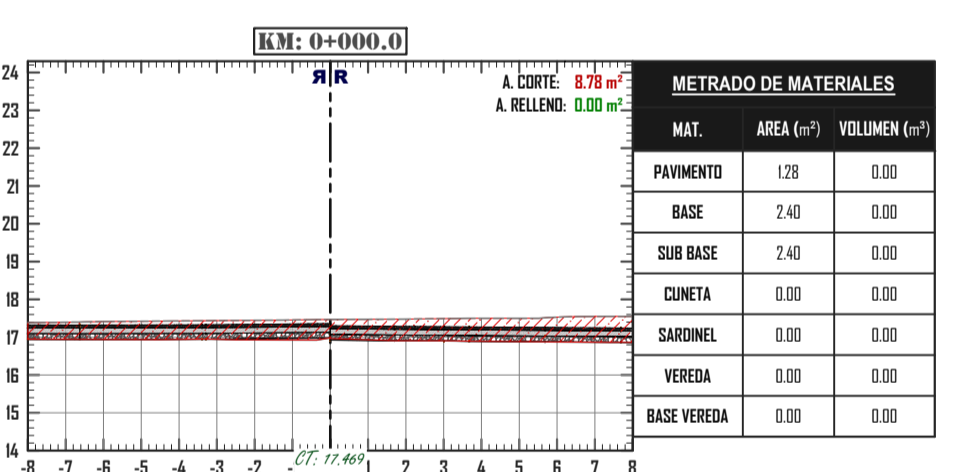
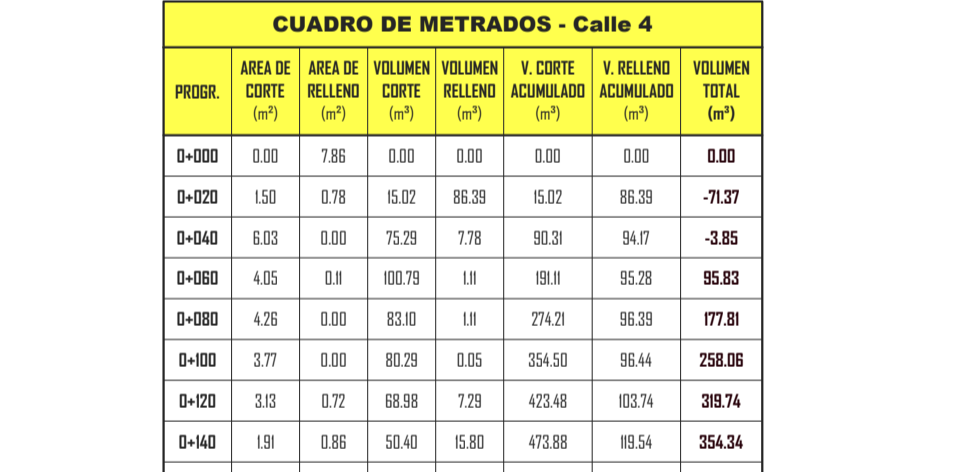
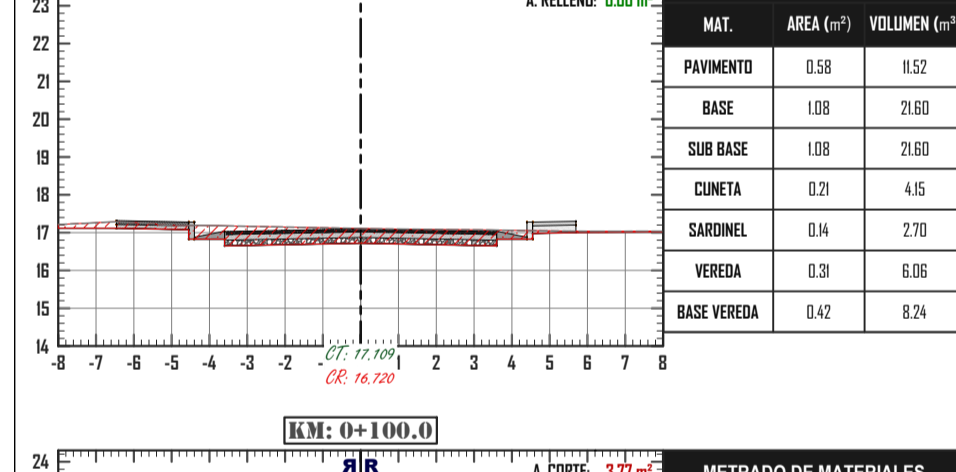
CALLE 4

CALLE 5



PROGR.	AREA DE CORTE (m²)	AREA DE RELLENDO (m²)	VOLUMEN CORTE (m³)	VOLUMEN RELLENDO (m³)	V. CORTE ACUMULADO (m³)	V. RELLENDO ACUMULADO (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
0+000	0.00	7.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	1.25	0.87	13.46	34.30	13.46	34.30	-20.85
0+040	0.64	0.14	48.95	10.07	62.40	44.37	18.03
0+060	4.24	0.00	76.80	1.42	141.21	45.79	95.42
0+080	5.82	0.00	100.56	0.00	241.77	45.79	195.98
0+100	5.82	0.00	165.90	0.00	358.67	45.79	312.88
0+120	5.82	0.00	165.90	0.00	475.66	45.79	429.87
0+140	7.82	0.00	134.42	0.00	610.08	45.79	564.29
0+160	3.30	0.82	109.10	8.20	719.29	53.99	665.30
0+177	1.98	0.00	45.64	7.00	794.94	61.00	733.95

PROGR.	AREA DE CORTE (m²)	AREA DE RELLENDO (m²)	VOLUMEN CORTE (m³)	VOLUMEN RELLENDO (m³)	V. CORTE ACUMULADO (m³)	V. RELLENDO ACUMULADO (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
0+000	0.00	7.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	1.50	0.78	15.02	86.38	15.02	86.38	-71.37
0+040	0.00	0.00	75.29	7.76	80.39	94.17	-13.85
0+060	4.05	0.11	100.79	1.11	80.11	95.28	-15.17
0+080	4.26	0.00	80.00	1.11	174.21	96.39	77.82
0+100	3.77	0.00	80.29	0.05	254.50	96.44	158.06
0+120	3.03	0.72	68.88	7.29	423.45	103.74	319.71
0+140	1.91	0.86	58.40	15.80	478.85	119.54	359.31
0+160	3.83	0.50	55.42	0.51	529.30	123.04	406.26
0+180	1.01	0.81	48.30	0.00	575.70	140.10	435.60
0+180.2	1.00	0.79	0.16	0.00	575.86	140.25	435.61



PROYECTO:

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020

TESISTA:

FABIÁN JHANCARLO SANTOS CONDOY

ASESOR:

ERNESTO MARTIN CENTENO CCANTO

PLANO:

SECCIONES 3

ESPECIALIDAD:

PAVIMENTACIÓN

LÁMINA:

S - 03

FECHA:

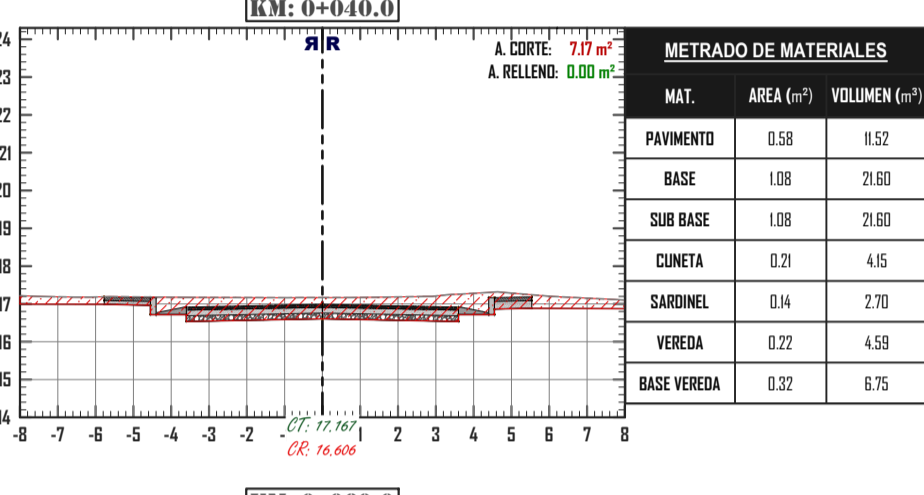
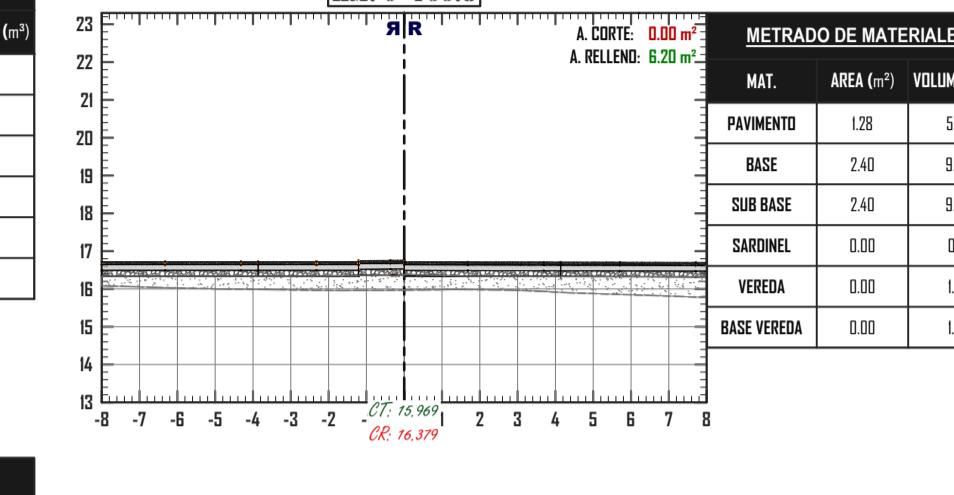
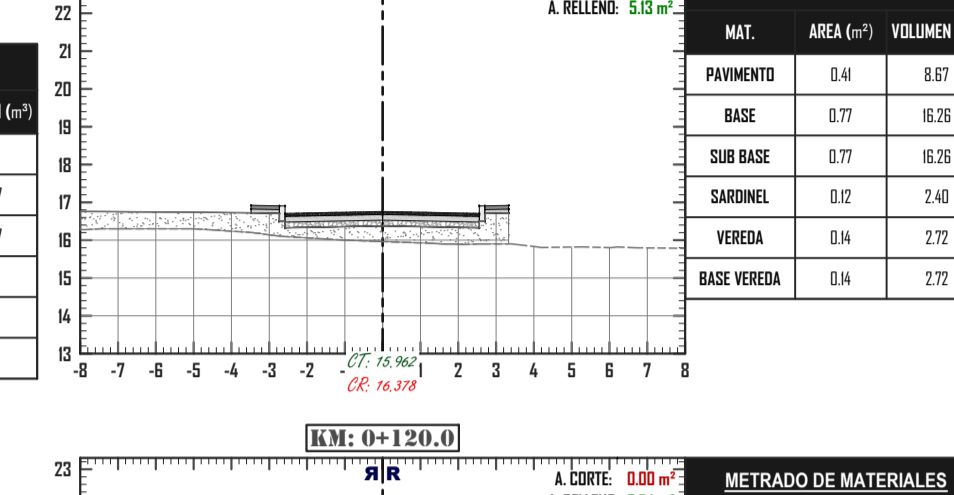
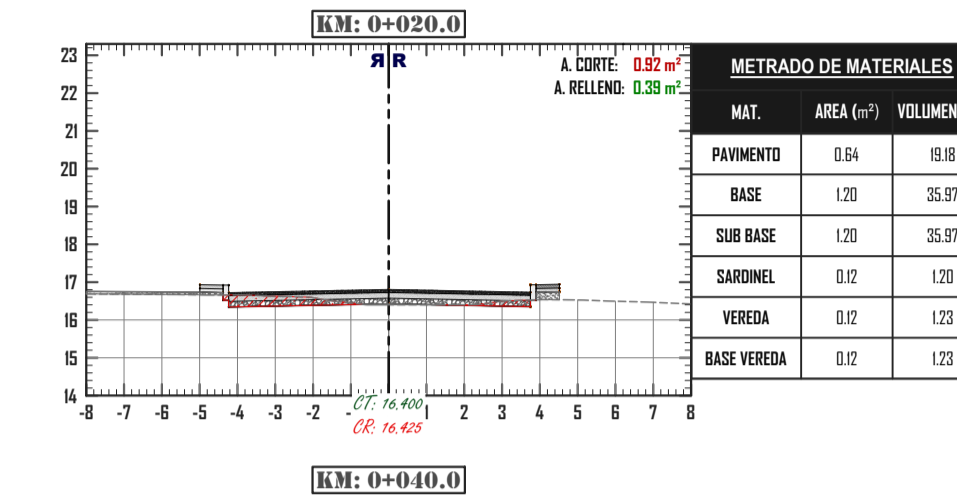
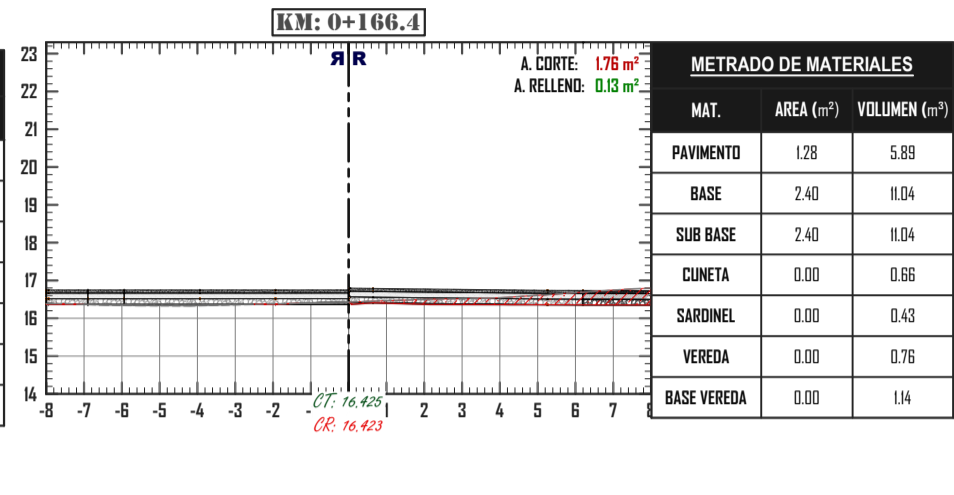
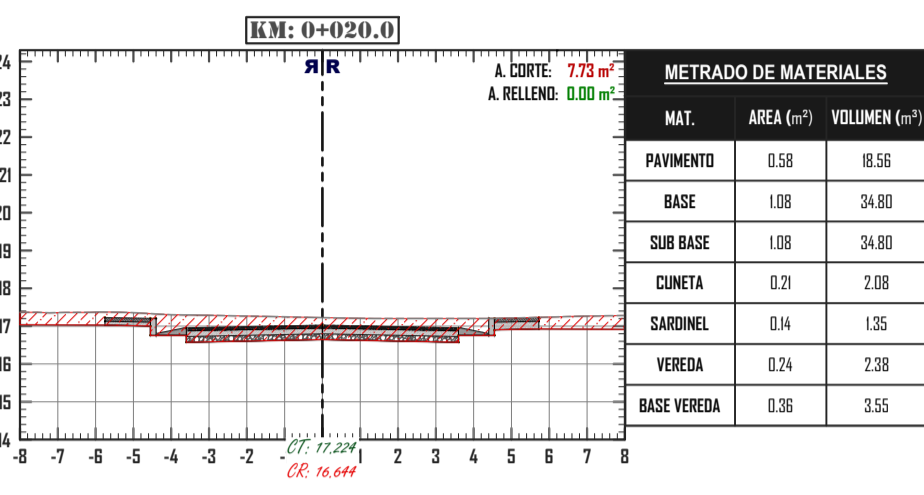
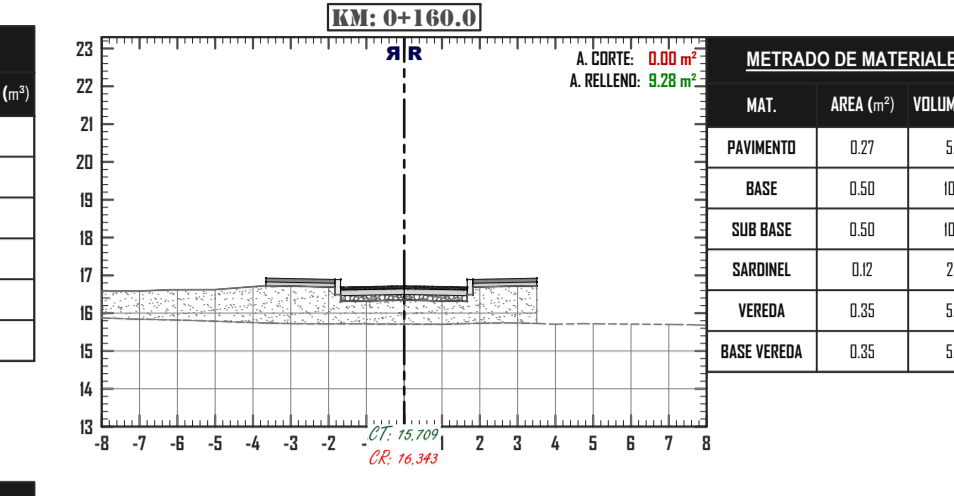
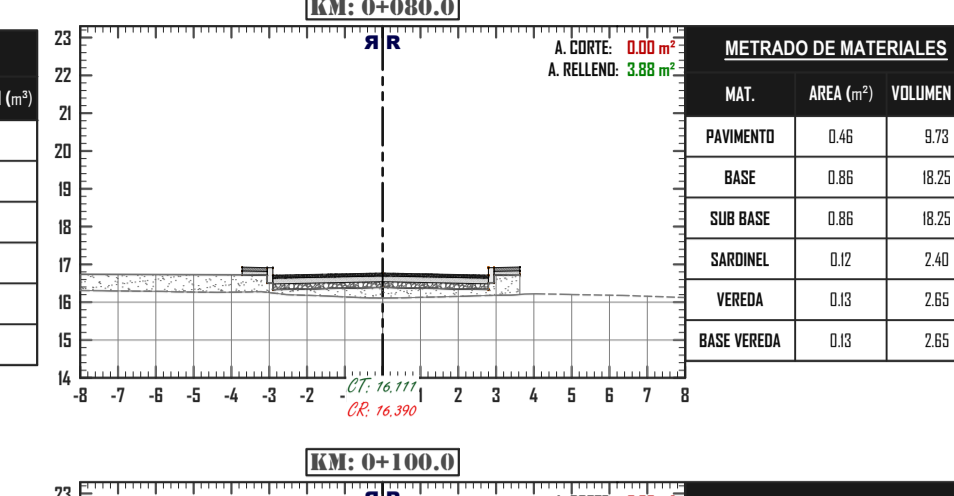
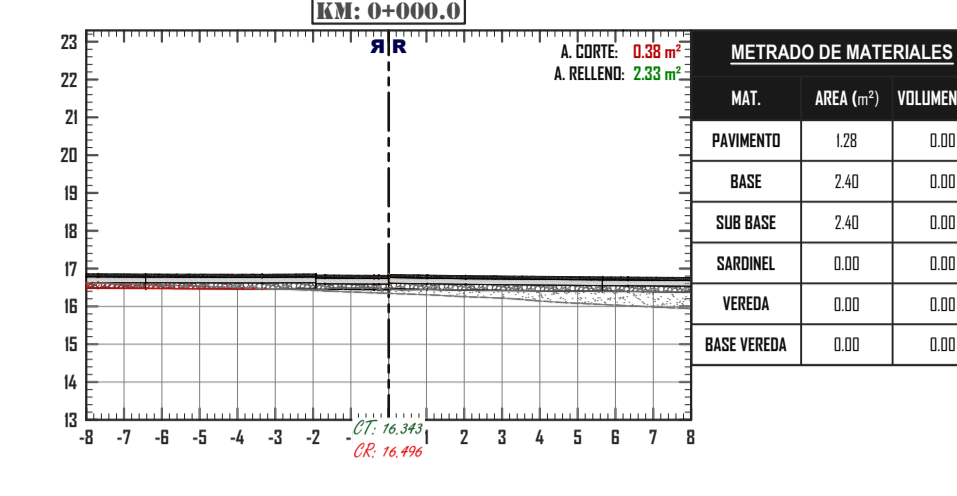
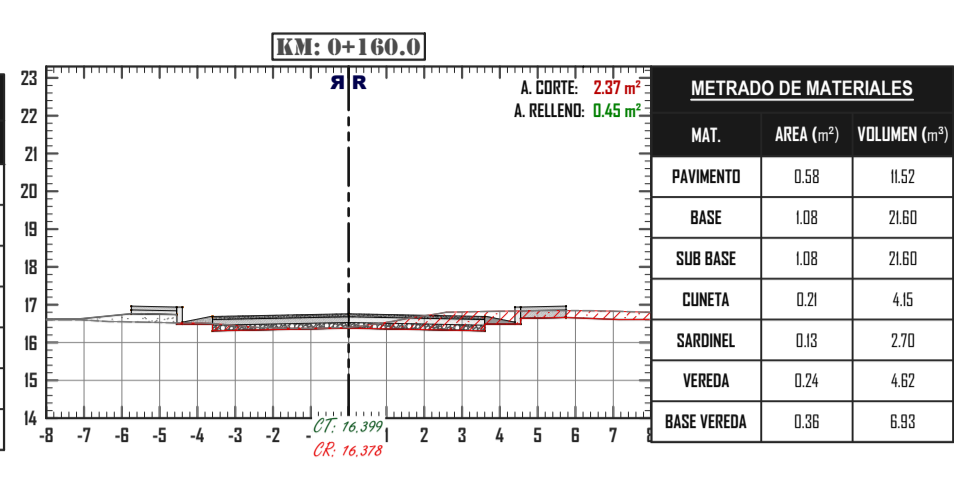
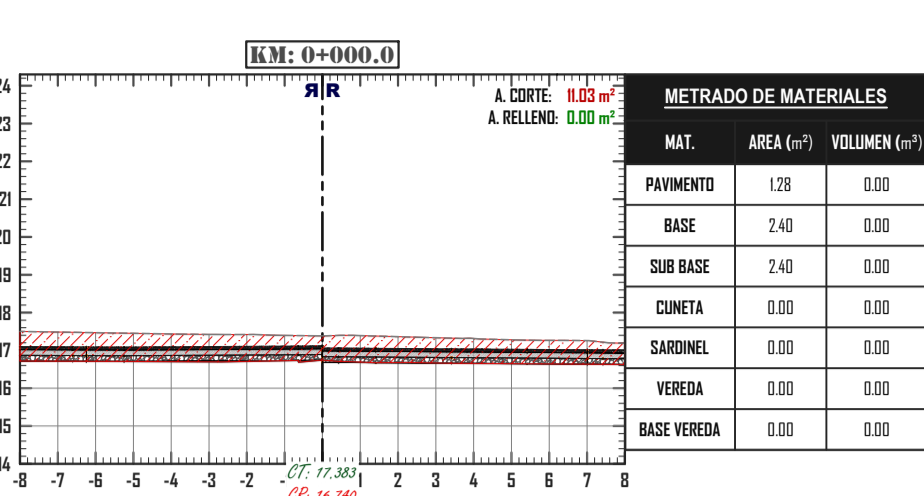
OCTUBRE - 2022

ESCALA:

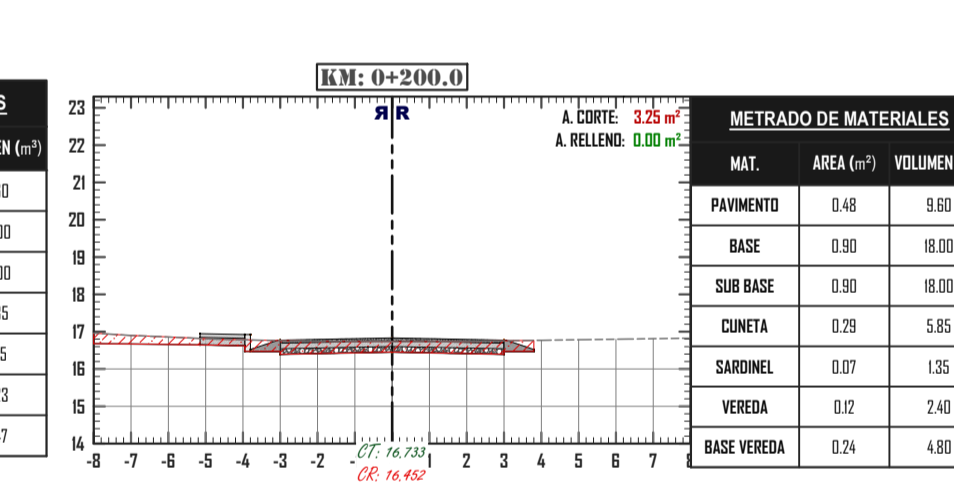
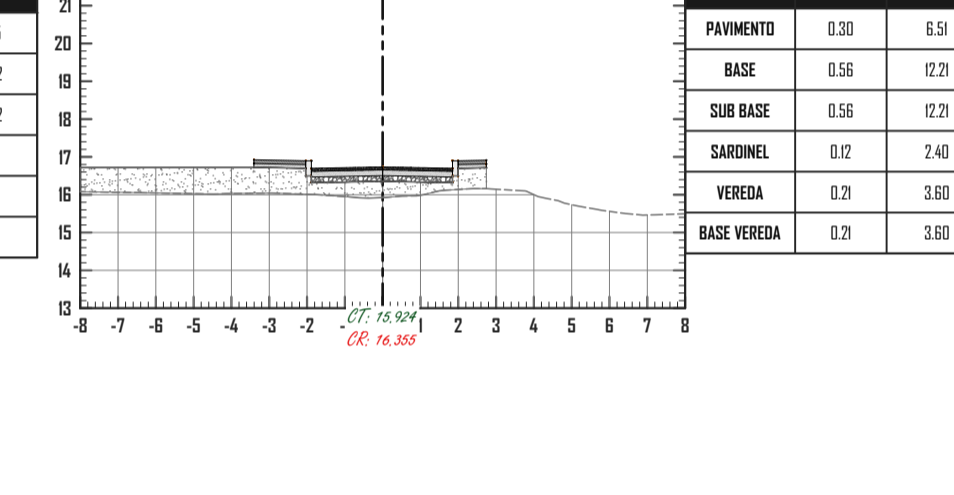
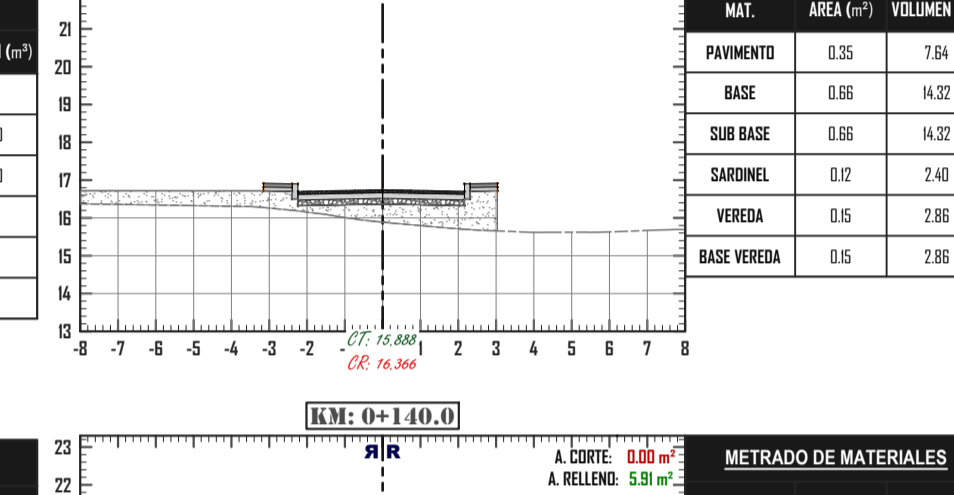
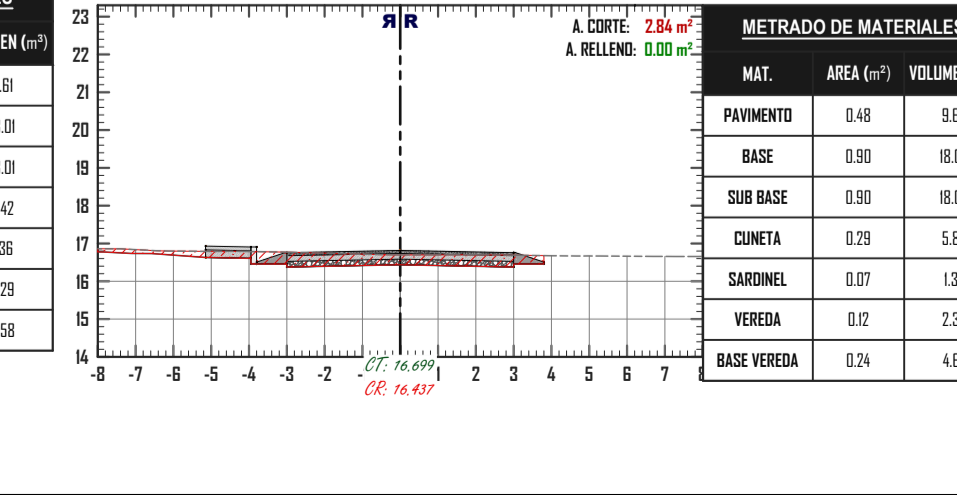
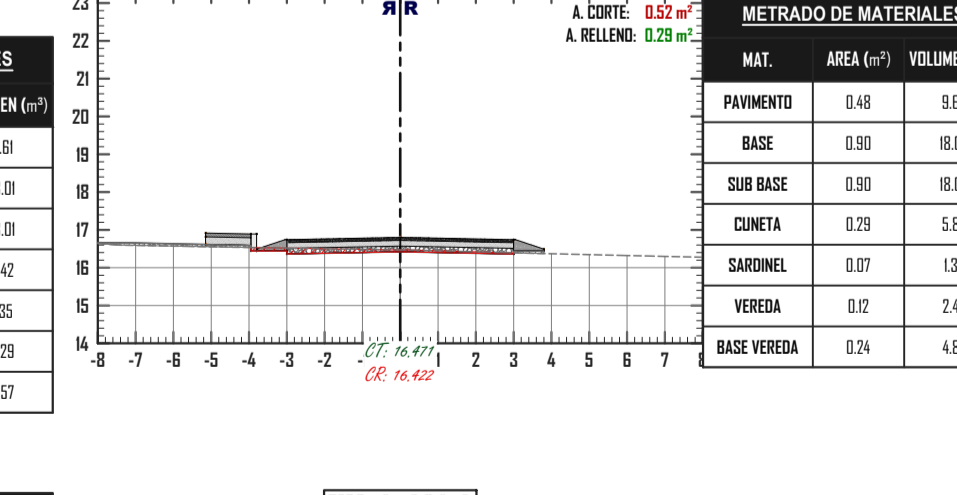
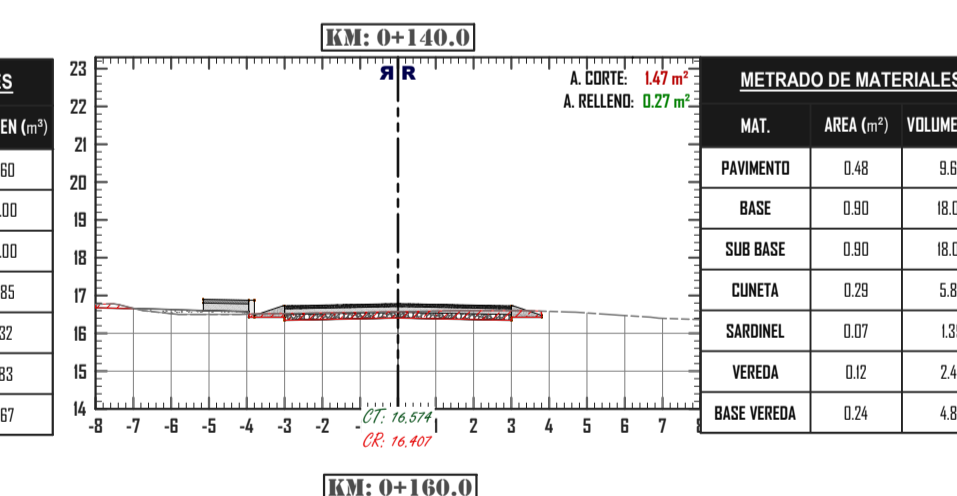
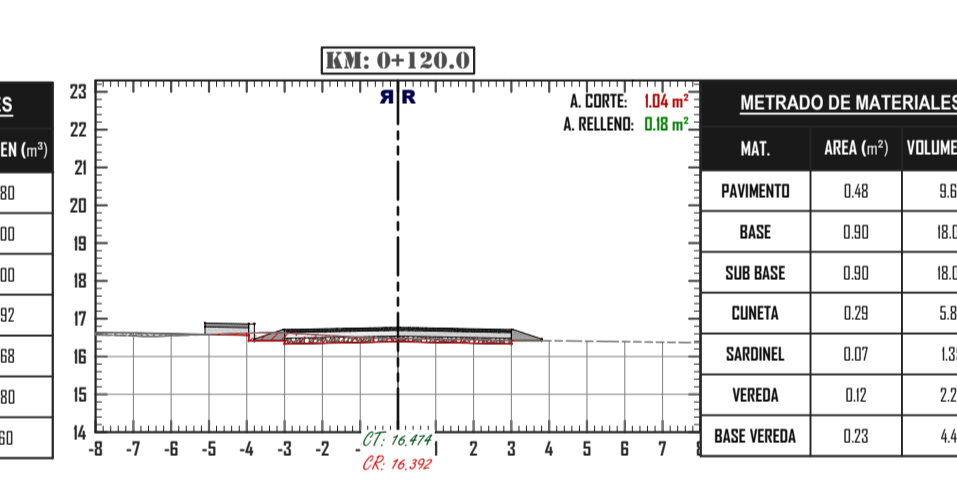
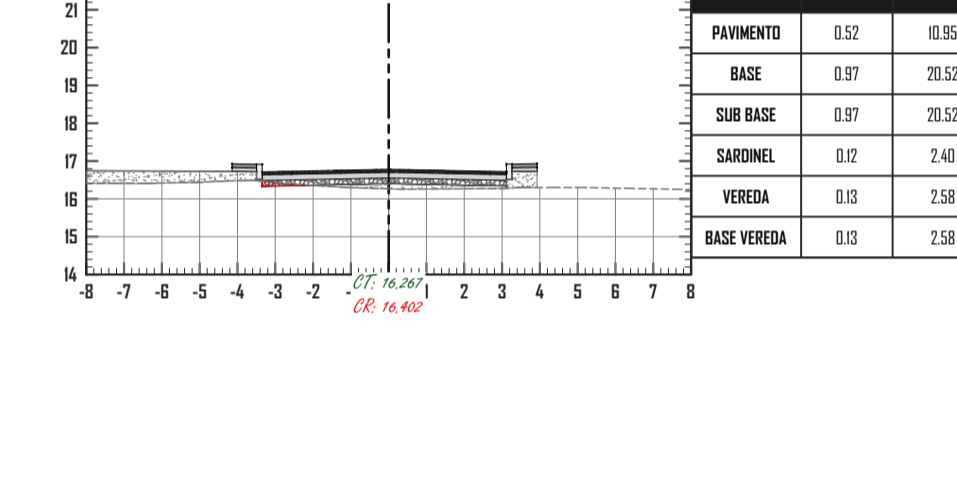
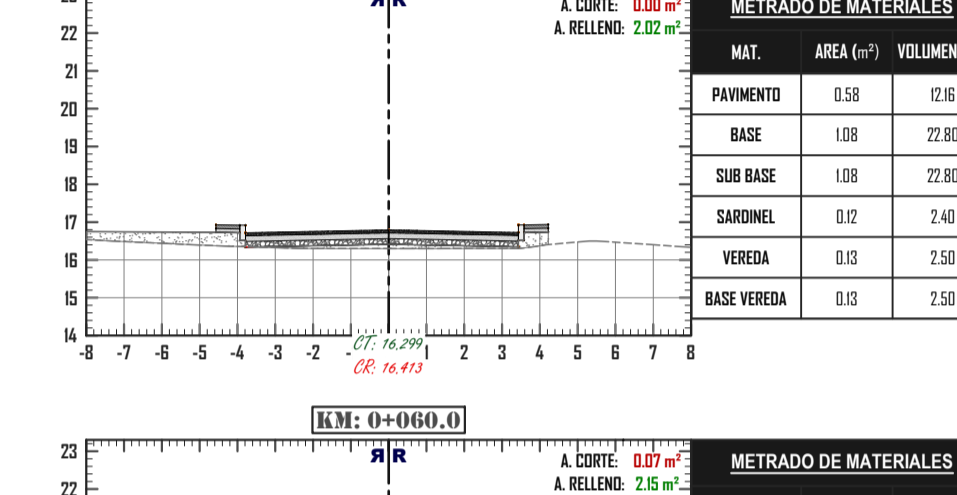
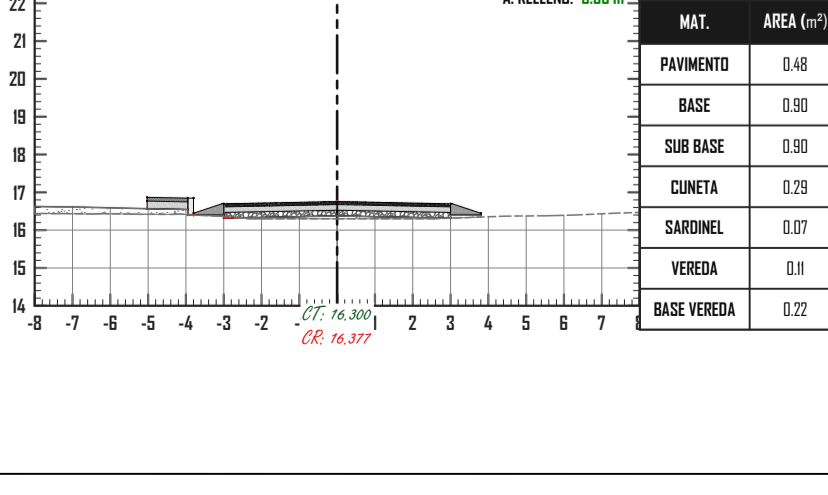
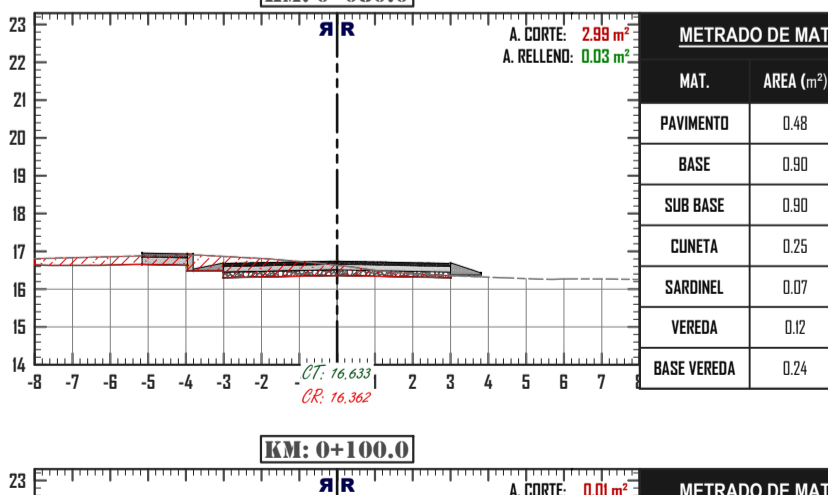
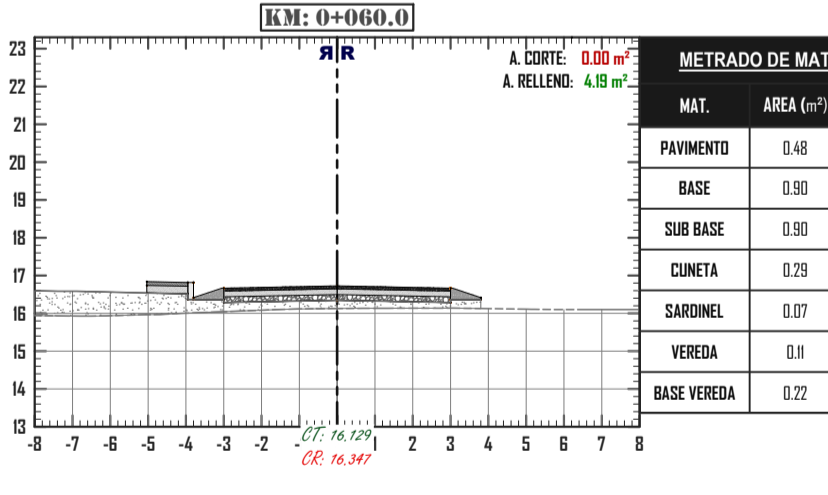
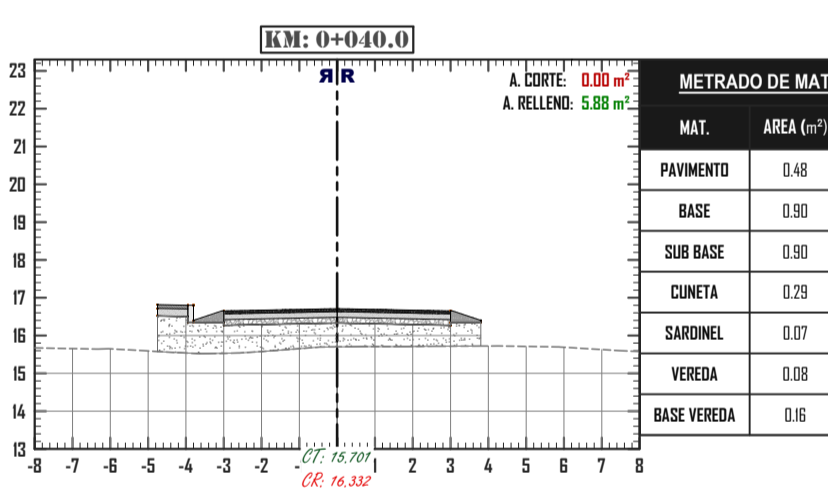
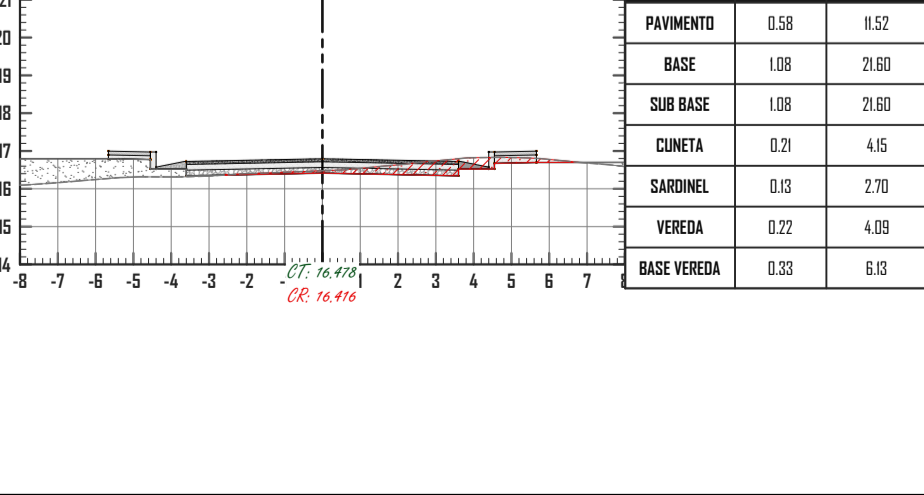
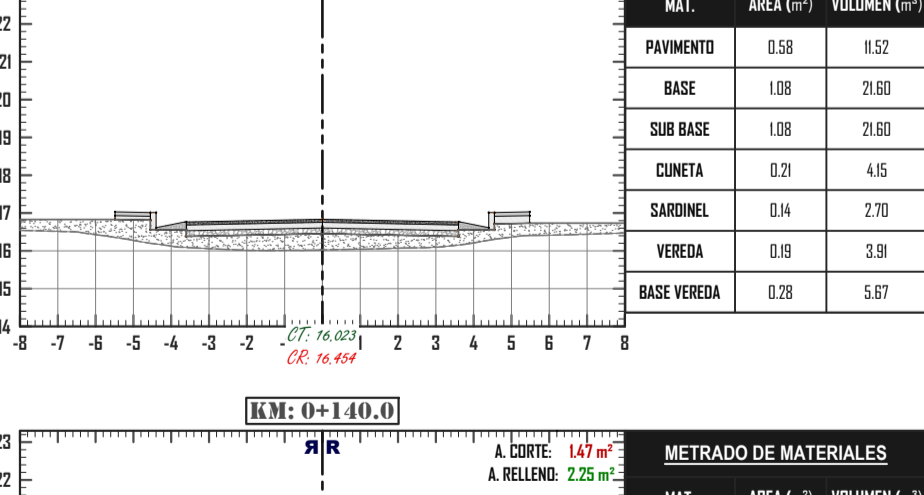
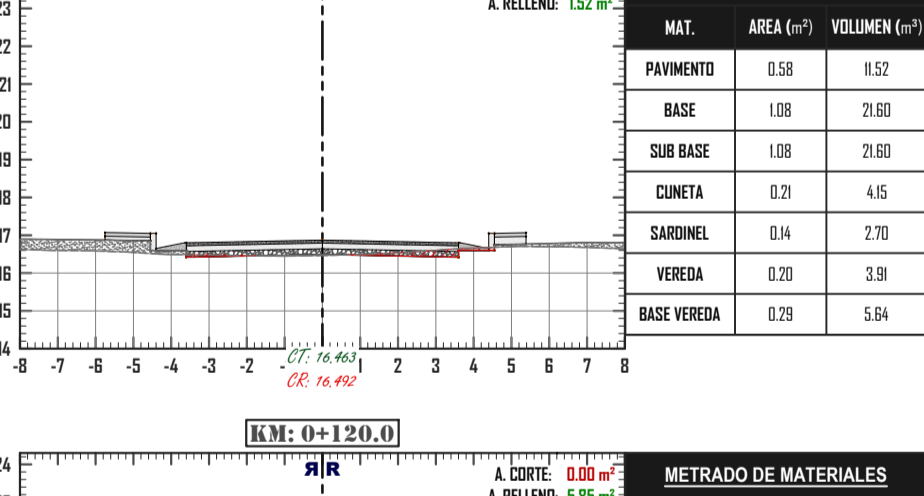
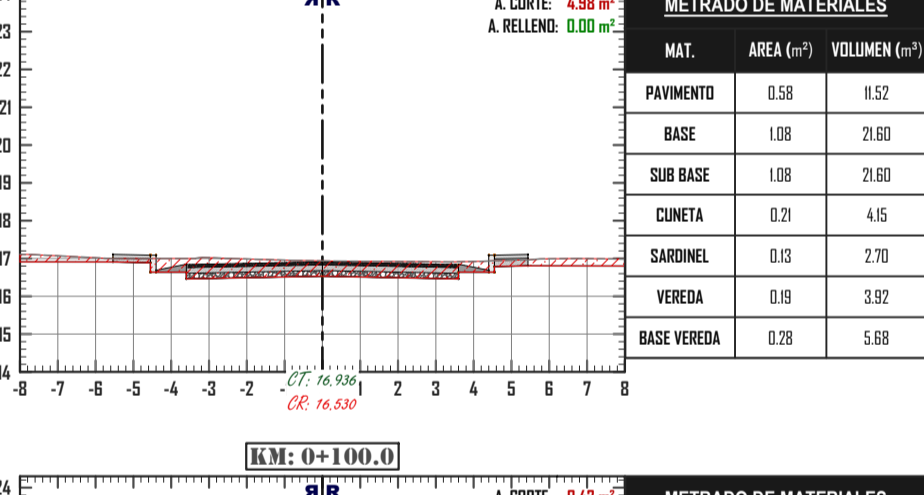
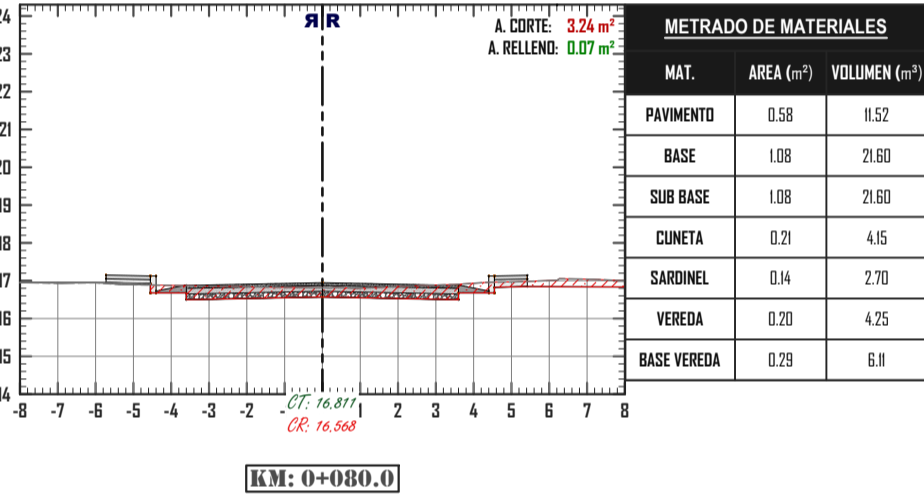
1/200

CALLE 7

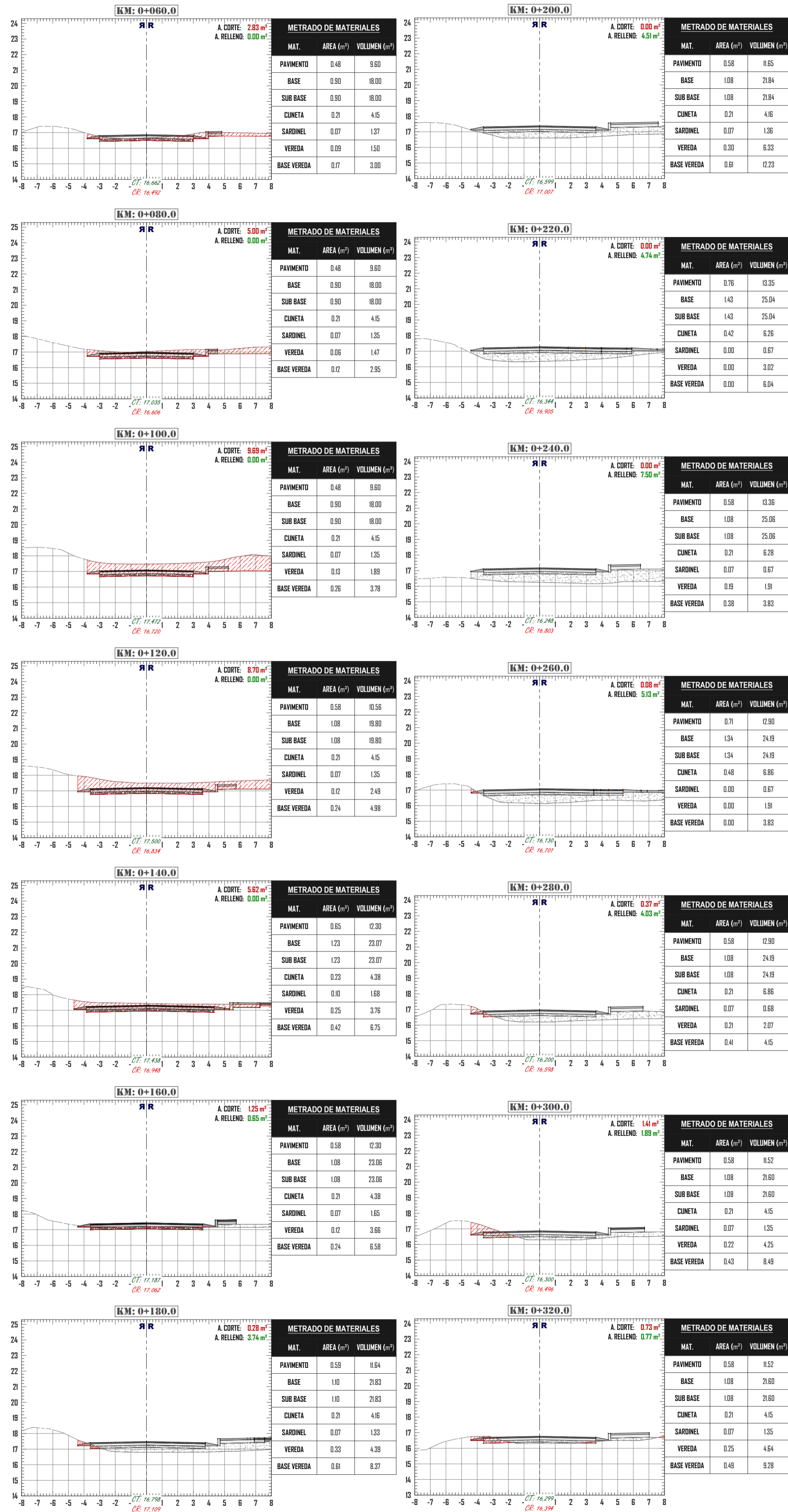
CALLE 8



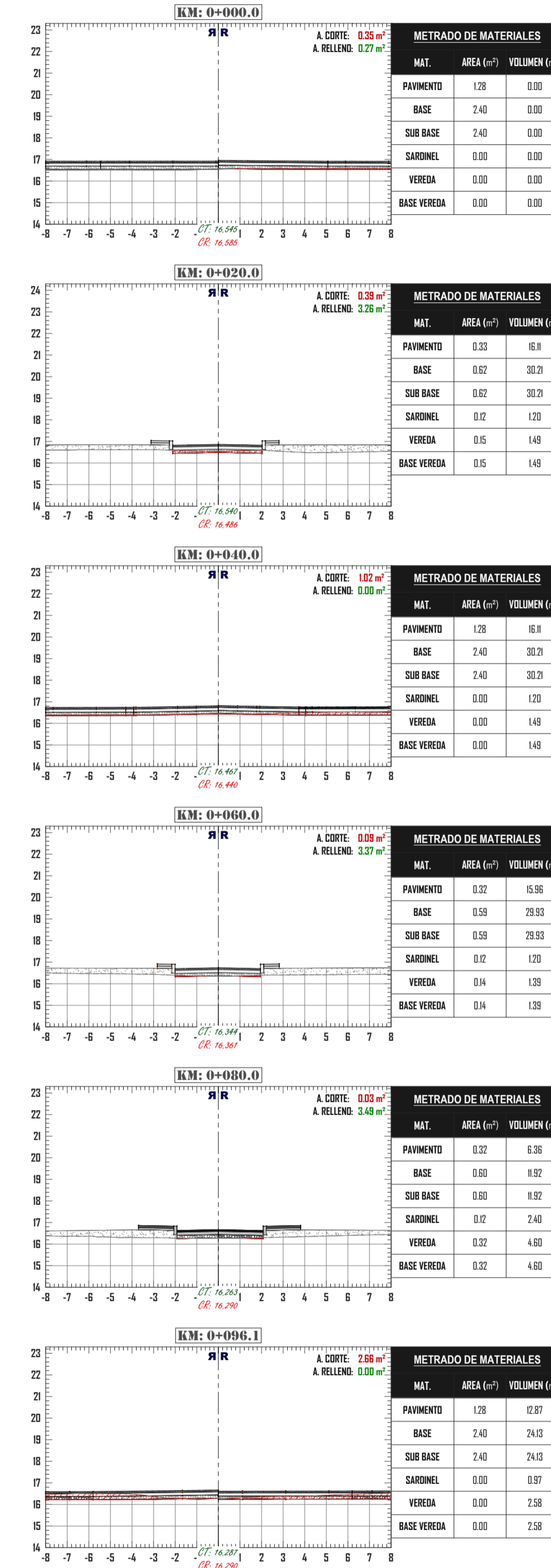
PROGR.	AREA DE CORTE (m ²)	AREA DE RELLENO (m ²)	VOLUMEN DE CORTE (m ³)	VOLUMEN DE RELLENO (m ³)	V. CORTE ACUMULADO (m ³)	V. RELLENO ACUMULADO (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
0+000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	7.72	0.00	187.67	0.00	187.67	0.00	187.67
0+040	7.07	0.00	168.04	0.00	355.71	0.00	355.71
0+060	3.24	0.07	104.45	0.75	440.85	0.75	441.60
0+080	4.88	0.00	82.28	0.75	523.03	1.50	524.53
0+100	0.42	1.52	54.04	15.20	577.08	16.70	593.78
0+120	0.00	5.85	4.20	73.73	581.28	90.43	671.71
0+140	1.47	7.25	14.65	81.00	595.93	171.43	767.36
0+160	2.37	0.45	38.40	77.08	634.43	188.51	822.94
0+180	1.76	0.03	13.03	1.88	647.56	200.43	847.99



CALLE 10



PASAJE 01



CUADRO DE METRADOS - Pasaje 01

PROGR.	AREA DE CORTE (m ²)	AREA DE RELLENO (m ²)	VOLUMEN CORTE (m ³)	VOLUMEN RELLENO (m ³)	V. CORTE ACUMULADO (m ³)	V. RELLENO ACUMULADO (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
0+000	0.35	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	0.39	3.35	7.40	55.30	7.40	55.30	-27.90
0+040	1.02	0.00	14.06	32.60	21.46	67.90	-46.44
0+060	0.09	3.37	0.09	33.69	32.55	101.59	-69.03
0+080	0.03	3.49	1.14	68.82	33.69	170.20	-136.52
0+096	2.86	0.00	21.00	29.13	55.79	199.34	-143.54

CUADRO DE METRADOS - Calle 10

PROGR.	AREA DE CORTE (m ²)	AREA DE RELLENO (m ²)	VOLUMEN CORTE (m ³)	VOLUMEN RELLENO (m ³)	V. CORTE ACUMULADO (m ³)	V. RELLENO ACUMULADO (m ³)	VOLUMEN TOTAL (m ³)
0+000	0.00	8.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	0.00	7.08	0.00	155.47	0.00	155.47	-155.47
0+040	0.00	4.12	0.00	11.38	0.00	166.85	-266.85
0+060	2.83	0.00	28.54	41.38	28.54	208.24	-276.70
0+080	5.00	0.00	78.30	0.00	106.84	208.24	-208.40
0+100	9.89	0.00	146.95	0.00	253.79	208.24	-544.04
0+120	6.70	0.00	183.98	0.00	437.75	208.24	-129.52
0+140	5.92	0.00	143.85	0.00	581.60	208.24	-273.37
0+160	1.25	0.05	68.74	6.50	650.35	214.73	-335.61
0+180	0.28	3.74	15.34	43.35	665.69	258.08	-307.61
0+200	0.00	4.51	2.80	82.34	668.48	440.59	-227.89
0+220	0.00	4.74	0.00	92.25	668.48	532.84	-135.84
0+240	0.00	7.50	0.00	122.38	668.48	655.23	-132.75
0+260	0.08	5.13	0.00	116.32	669.28	771.55	-102.27
0+280	0.37	4.03	4.45	91.59	673.74	873.15	-199.41
0+300	1.41	1.88	17.78	59.10	691.54	932.25	-240.83
0+320	0.73	0.77	21.47	26.88	713.08	959.03	-245.95
0+340	0.62	2.43	13.63	31.68	726.71	990.71	-263.97
0+360	0.78	0.86	8.97	32.95	735.58	1023.63	-288.05
0+380	1.81	0.00	18.76	8.54	754.34	1032.17	-277.83
0+398	3.43	0.00	45.91	0.00	799.33	1032.17	-232.83

PROYECTO:

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020

TESISTA:

FABIÁN JHANCARLO SANTOS CONDOY

ASESOR:

ERNESTO MARTIN CENTENO CCANTO

PLANO:

SECCIONES 4

ESPECIALIDAD:

PAVIMENTACIÓN

LÁMINA:

S - 04

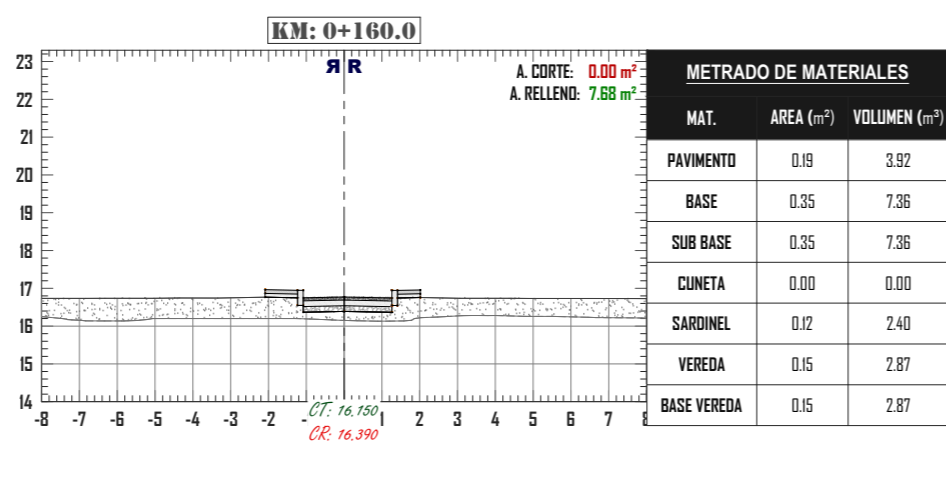
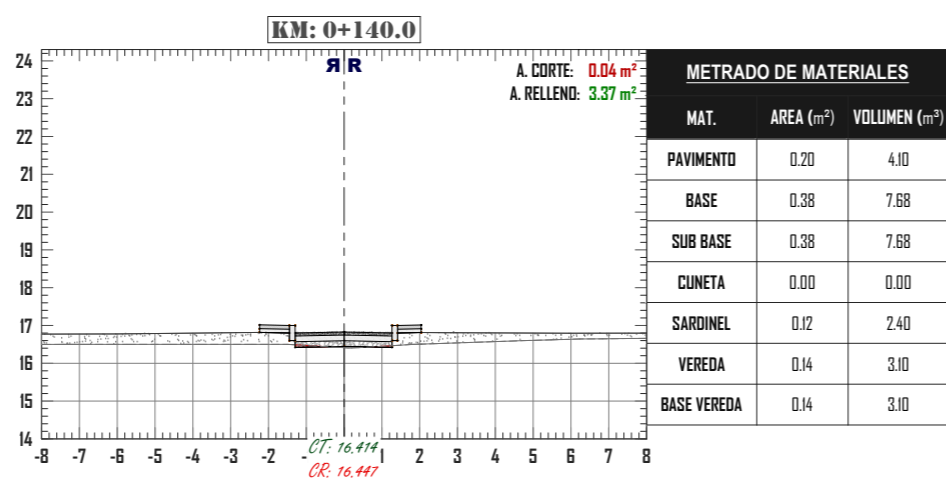
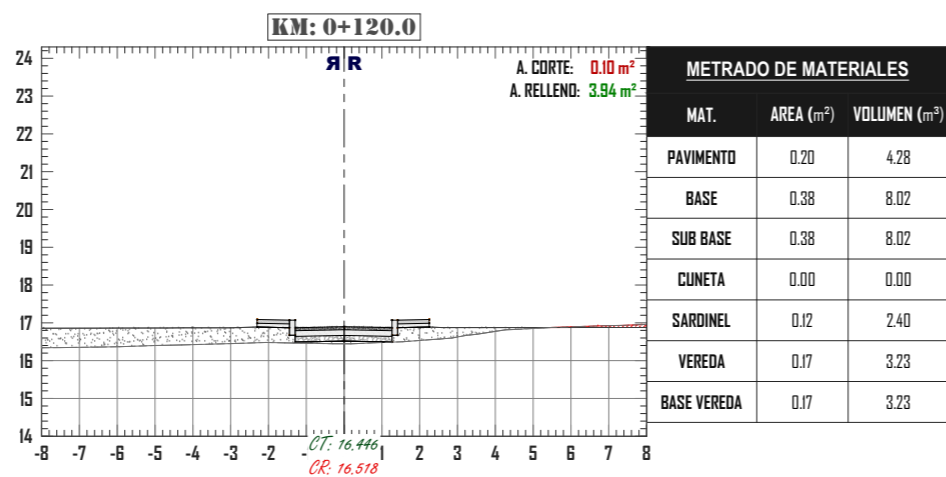
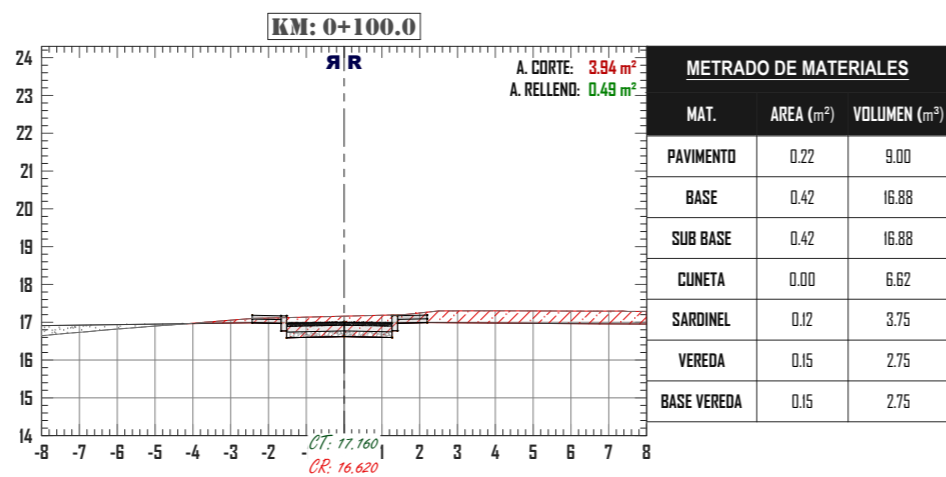
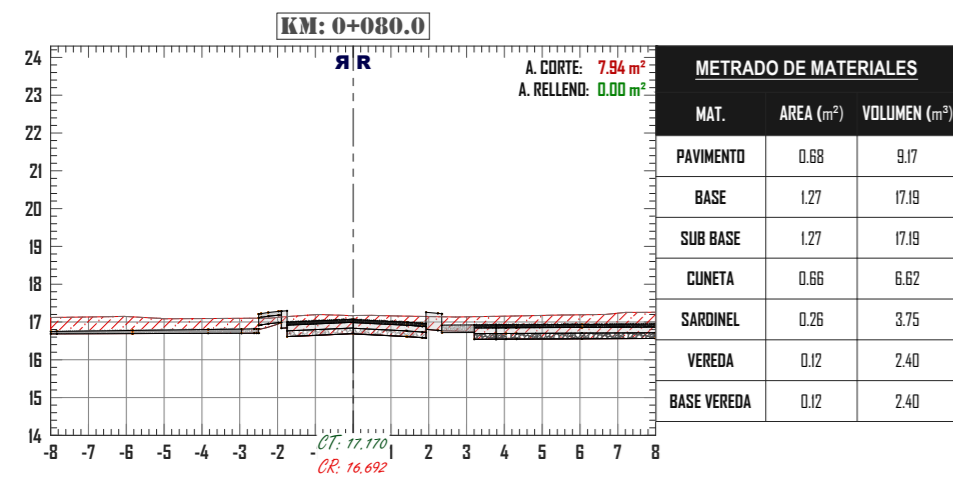
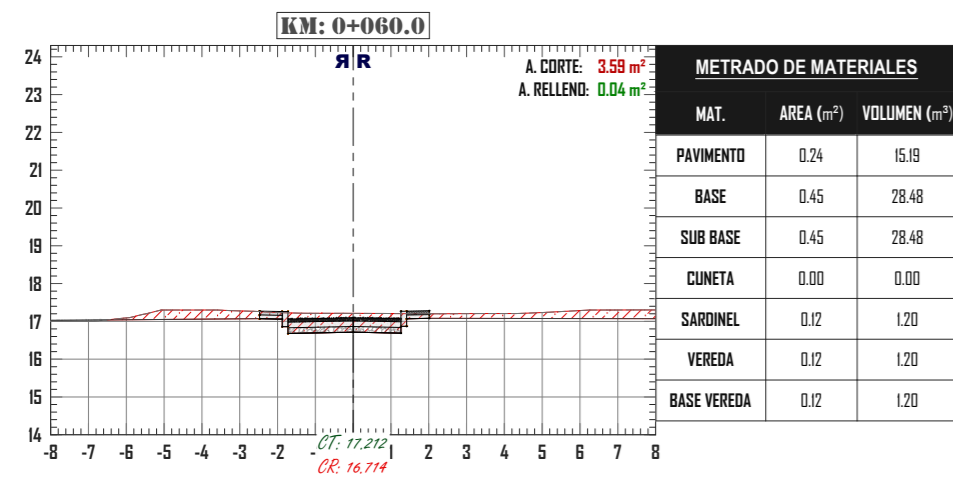
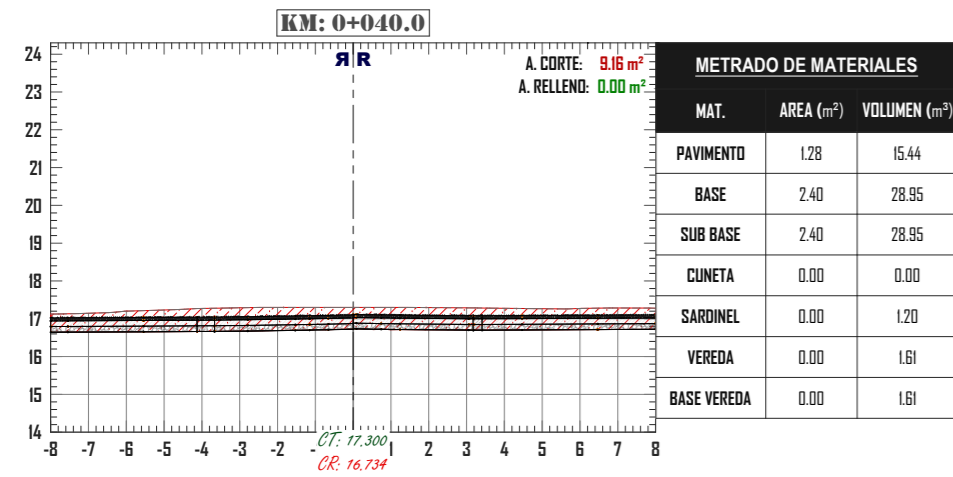
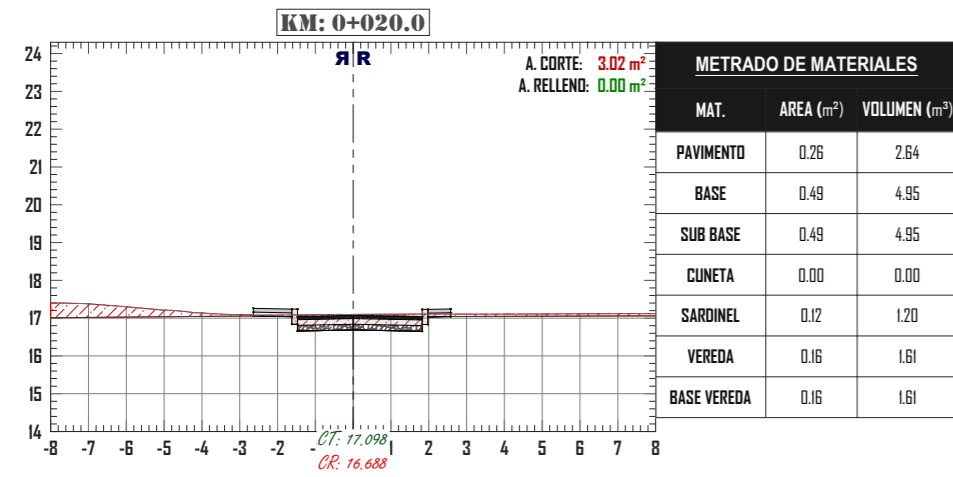
FECHA:

OCTUBRE - 2022

ESCALA:

1/200

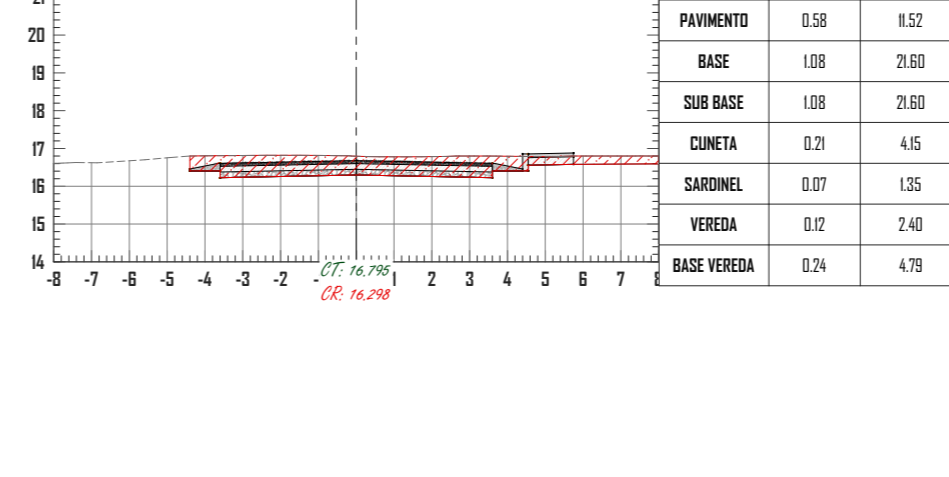
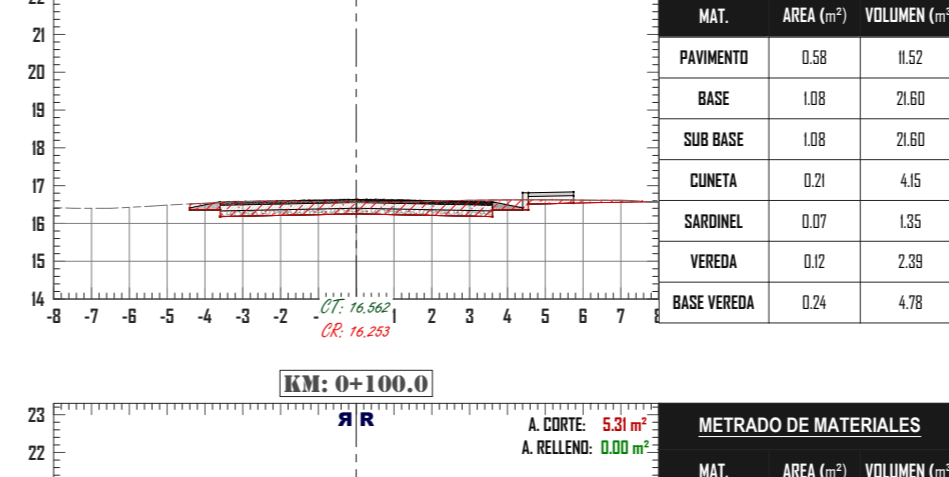
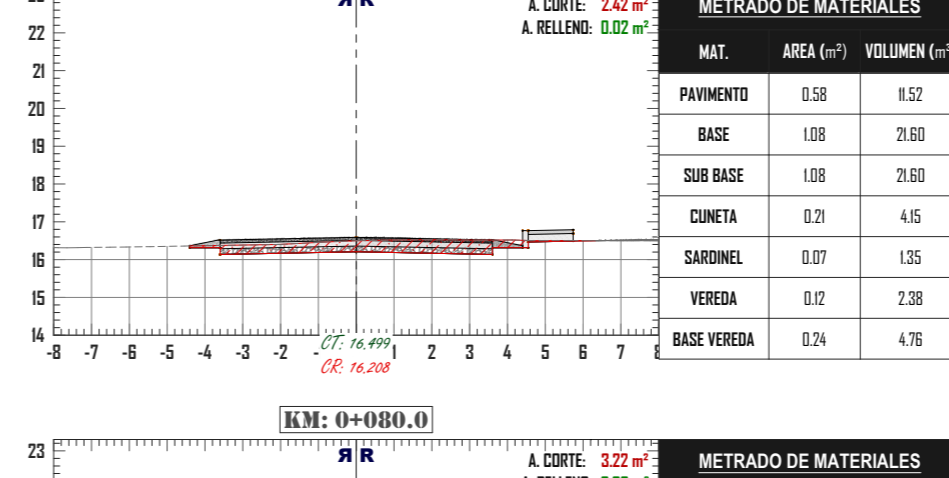
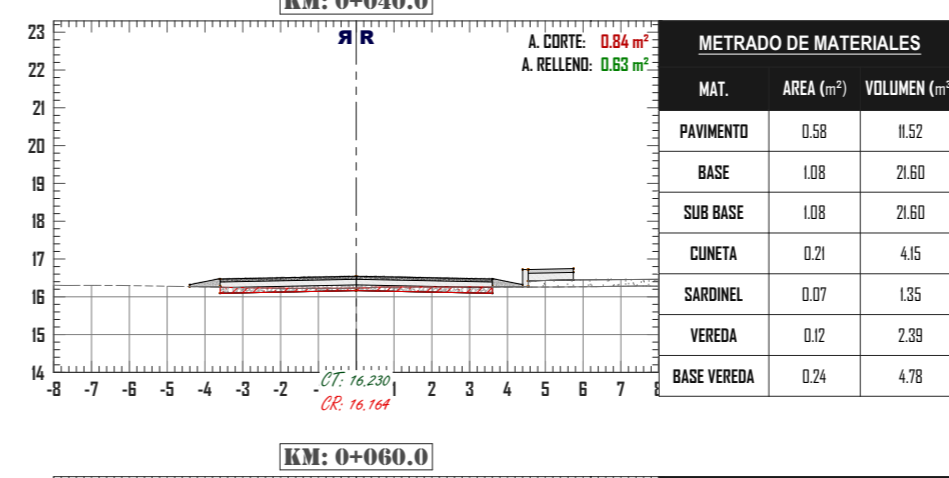
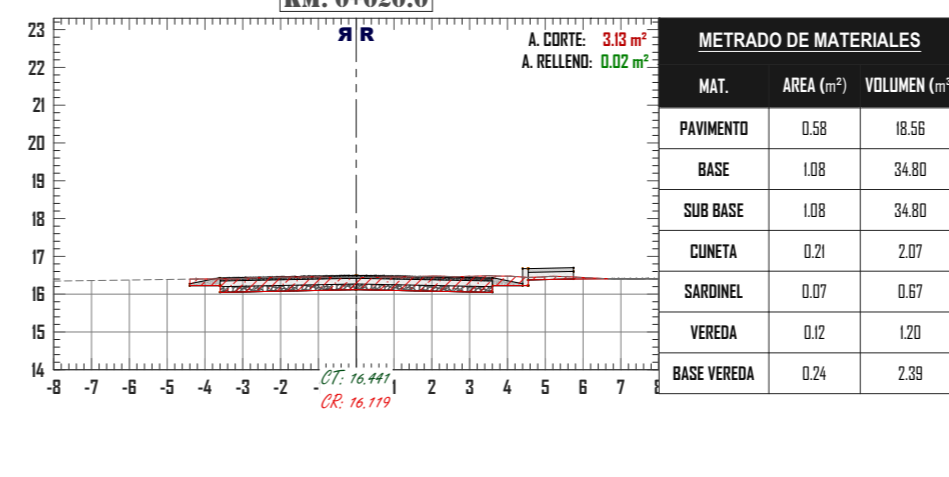
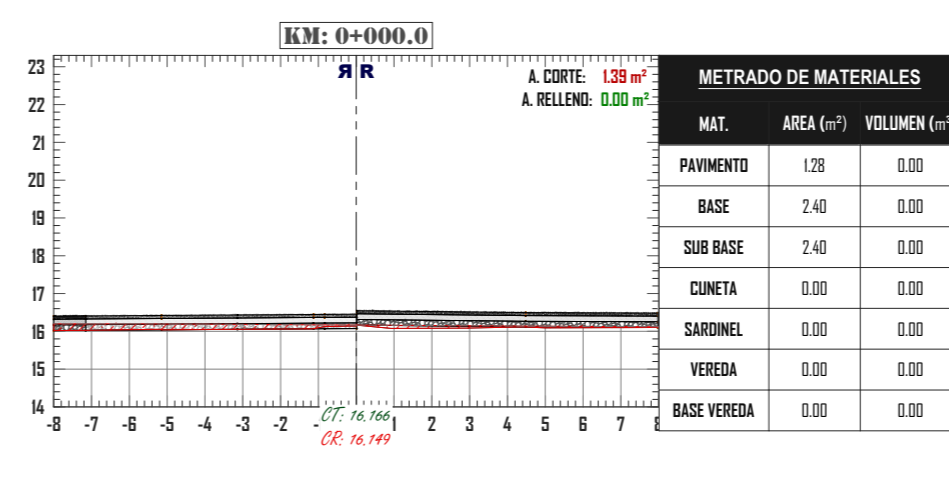
PASAJE 02



CUADRO DE METRADOS - Pasaje 2							
PROGR.	AREA DE CORTE (m²)	AREA DE RELLENO (m²)	VOLUMEN CORTE (m³)	VOLUMEN RELLENO (m³)	V. CORTE ACUMULADO (m³)	V. RELLENO ACUMULADO (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
0+000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	3.02	0.00	30.25	0.00	30.25	0.00	30.25
0+040	9.16	0.00	121.87	0.00	152.12	0.00	152.12
0+060	3.59	0.04	127.57	0.43	279.69	0.43	279.26
0+080	7.94	0.00	115.36	0.43	395.04	0.86	394.19
0+100	3.94	0.49	118.80	4.87	513.84	5.72	508.12
0+120	0.10	3.94	40.43	44.25	554.27	49.98	504.30
0+140	0.04	3.37	1.44	73.13	555.71	123.11	432.60
0+160	0.00	7.68	0.41	110.52	556.12	233.63	322.49
0+185	0.00	6.12	0.00	33.17	556.12	266.80	289.32

CUADRO DE METRADOS - Calle 11							
PROGR.	AREA DE CORTE (m²)	AREA DE RELLENO (m²)	VOLUMEN CORTE (m³)	VOLUMEN RELLENO (m³)	V. CORTE ACUMULADO (m³)	V. RELLENO ACUMULADO (m³)	VOLUMEN TOTAL (m³)
0+000	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	3.13	0.02	45.22	0.20	45.22	0.20	45.02
0+040	0.84	0.63	39.65	6.55	84.87	6.75	78.13
0+060	2.42	0.02	32.54	6.59	117.42	13.34	104.08
0+080	3.22	0.00	56.38	0.25	173.80	13.59	160.21
0+100	5.31	0.00	85.35	0.01	259.15	13.60	245.55
0+120	6.65	0.00	119.64	0.00	378.79	13.60	365.19
0+140	6.77	0.00	134.19	0.00	512.98	13.60	499.38
0+160	8.71	0.00	154.81	0.00	667.79	13.60	654.19
0+180	5.57	0.00	142.83	0.00	810.63	13.60	797.03
0+184	6.46	0.00	22.38	0.00	833.01	13.60	819.41

CALLE 11



PROYECTO:
AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y PAVIMENTACIÓN EN EL SECTOR JUAN VELASCO ALVARADO, DISTRITO PIMENTEL, CHICLAYO, LAMBAYEQUE, 2020

TESISTA:
FABIÁN JHANCARLO SANTOS CONDOY

ASESOR:
ERNESTO MARTIN CENTENO CCANTO

PLANO:
SECCIONES 5

ESPECIALIDAD:
PAVIMENTACIÓN

LÁMINA:
S - 05

FECHA:
OCTUBRE - 2022

ESCALA:
1/200