



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Diseño del sistema de riego por aspersión utilizando
nuevas tecnologías, sector Ccalani - Cusco 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Alvarez Quispe, Wilson (ORCID: 0000-0002-0806-0986)

ASESOR

Mg. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-49268556)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Agradezco a DIOS por ser misericordioso conmigo y darme la fuerza y la fe para poder concluir con mis metas.

*A mis queridos padres **WILFREDO ALVAREZ MAMANI** y **LIDIA E. QUISPE FLORES**, por el apoyo, amor y confianza que me brindan en cada momento, y el gran esfuerzo que hicieron para que pudiera concluir con mis estudios superiores.*

A mi querida hija Andrea Xiomara y mi esposa Nely, a mis queridos hermanos Johnny, Norma, Melania, Juan José y José Luis; a mis sobrinos Josué y Adriana, las personas especiales que me brindaron su apoyo incondicional para el desarrollo del presente trabajo.

A mis compañeros de la universidad, por la grata experiencia de poder compartir momentos importantes dentro de clases y fuera de ellas.

AGRADECIMIENTOS

A Dios creador del universo por su amor eterno, que me permitió culminar con éxito este reto muy importante en mi vida.

A mis padres y hermanos a mi esposa y a mi querida hija Andrea Xiomara, que siempre demostraron su confianza en los malos y buenos momentos, dándome su apoyo incondicional para el logro de esta meta.

A los docentes y administrativos de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas, en el que he estudiado y finalizado mi formación académica de ingeniero Civil.

A la Universidad Cesar Vallejo, por la oportunidad de poder acceder a culminar este reto y sueño de concluir mi formación universitaria y acceder a mi título profesional.

A todos Uds. mi más sincero agradecimiento...

Wilson Alvarez Quispe

Índice

Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Indice.....	iii
Indice de Tablas.....	v
Indice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
<i>I. INTRODUCCIÓN</i>	<i>1</i>
<i>II. MARCO TEÓRICO</i>	<i>6</i>
<i>III. METODOLOGÍA</i>	<i>15</i>
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	15
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	15
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	16
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	16
3.5. PROCEDIMIENTOS	17
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	18
3.7. ASPECTOS ÉTICOS	19
<i>IV. RESULTADOS</i>	<i>20</i>
4.1. RESULTADOS PRIMER OBJETIVO ESPECIFICO.....	20
4.1.1. ASPECTOS GENERALES	20
4.1.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	25
4.1.3. DISEÑO AGRONÓMICO	30
4.1.4. GENERALIDADES DEL DISEÑO HIDRÁULICO	35
4.1.5. MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON TUBERÍAS PVC	40
4.1.6. MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON TUBERÍAS HDPE.....	47
4.1.7. COMPARATIVO TÉCNICO Y RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO ENTRE AMBAS TECNOLOGÍAS DE TUBERÍAS.....	51
4.2. RESULTADOS SEGUNDO OBJETIVO ESPECIFICO	62
4.2.1. TUBERÍA EN MATERIAL PVC.....	62

4.2.2. TUBERÍA EN MATERIAL HDPE	69
4.2.3. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS EN ZANJAS	79
4.3. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE TUBERÍAS DE PVC Y HDPE	82
V. <i>DISCUSIÓN</i>	85
VI. <i>CONCLUSIONES</i>	88
VII. <i>RECOMENDACIONES</i>	92
<i>REFERENCIAS</i>	94
<i>ANEXOS</i>	100

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Resultados en función de los objetivos específicos</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2: Especificaciones técnicas de aspersor VYR 60</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 3: Profundidad radicular y coeficiente de tolerancia de humedad de los cultivos</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 4: Cedula de cultivos sector Ccalani</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 5: Coeficiente de cultivo (Kc).....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 6: Determinación de Kc ponderado para el sistema de riego</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 7: Eficiencia de riego</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 8: Coeficiente “C” para ecuación de Hazen - Williams</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 9: Clase de tuberías PVC y presión de trabajo.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 10: características técnicas de la tubería a presión NTP 399.002:2015.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 11: Resultados del cálculo hidráulico en línea de conducción en el tramo de cámara de varga y cámara rompe presión N°1</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 12: cantidad por diámetro y la clase de tubería PVC a emplear en el sistema de riego</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 13: Obras de arte del sistema de riego.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 14: características técnicas de tubería HDPE NTP ISO 4427:2088</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 15: Cantidad por diámetro y clase de tubería HDPE a emplear en el sistema de riego</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 16: Presiones generadas en nodos con tubería HDPE (mm).....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 17: Presiones generadas en nodos con tubería PVC (pulgadas).....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 18: velocidades generadas en tramos entre nodos con tubería HDPE (mm)..</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 19: velocidades generadas en tramos entre nodos con tubería PVC (pulgadas)</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 20: Datos de diseño hidráulico de sifón invertido línea de conducción</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 21: Datos de diseño hidráulico de sifón invertido red de distribución</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 22: Turno de riego por sectores</i>	<i>60</i>
<i>Tabla 23: Características técnicas de tuberías PVC Agua Fría.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 24: clasificación de Tuberías de PE</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 25: Características de la resina de polietileno</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 26: Características Para Exposición Solar</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 27: Radio de curvatura vs temperatura</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 28: longitudes comerciales de la tubería HDPE</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 29: dimensiones de excavación de zanja.....</i>	<i>80</i>
<i>Tabla 30: Análisis comparativo entre tuberías PVC y HDPE</i>	<i>82</i>

Índice de figuras

<i>Figura 1: esquema del sistema de riego por aspersión.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2: Esquema hidráulico del sistema de riego en el sector de Ccalani</i>	<i>22</i>
<i>Figura 3:Esquema hidráulico del sistema de riego sector Ccalani – imagen satelital</i>	<i>23</i>
<i>Figura 4: Brigadas de trabajo topográfico</i>	<i>27</i>
<i>Figura 5: Puntos geodésicos marcados con GPS navegador (Bench Mark).....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 6: Levantamiento topográfico con prismas en el sector de Ccalani</i>	<i>29</i>
<i>Figura 7: Aspersor seleccionado VYR 60.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 8: Presión máxima de trabajo por clase de tuberías PVC.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 9: Cantidad de diámetro por diámetros en unidades de pulgadas en PVC... </i>	<i>46</i>
<i>Figura 10: Cantidad de tuberías requeridas por clase en PVC</i>	<i>47</i>
<i>Figura 11: Cantidad de tuberías por diámetro HDPE.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 12: cantidad de tuberías por clase HDPE</i>	<i>51</i>
<i>Figura 13: Modelamiento hidráulico mediante software WaterGEMS, tramo analizado en la Tabla 17 y Tabla 19.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 14: Plano del planteamiento hidráulico, del tramo mencionado en la Tabla 18 y Tabla 20.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 15: diseño hidráulico de sifón invertido línea de conducción vista perfil</i>	<i>58</i>
<i>Figura 16: diseño hidráulico de sifón invertido red de distribución vista perfil</i>	<i>59</i>
<i>Figura 17: Cantidad de hidrantes por sector de riego</i>	<i>60</i>
<i>Figura 18: Cantidad de hidrantes por sector de riego en porcentajes</i>	<i>61</i>
<i>Figura 19: Caudal requerido por turnos de riego.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 20: Caudal requerido por turnos de riego en porcentajes</i>	<i>61</i>
<i>Figura 21: Longitud y diámetro de tuberías PVC.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 22: flexibilidad de tuberías de PVC</i>	<i>65</i>
<i>Figura 23: Proceso de ensamble de tuberías de PVC</i>	<i>67</i>
<i>Figura 24: variedad de accesorios en PVC</i>	<i>68</i>
<i>Figura 25: Presiones máximas de trabajo según temperatura para tuberías HDPE</i>	<i>71</i>
<i>Figura 26: presentación comercial de tubo HDPE.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 27: unión por termofusión.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 28: unión por electro fusión</i>	<i>77</i>
<i>Figura 29: unión con juntas de compresión.....</i>	<i>78</i>
<i>Figura 30: Características de la zanja</i>	<i>79</i>
<i>Figura 31: Cama de apoyo para tuberías en zanja con presencia de roca</i>	<i>81</i>
<i>Figura 32: Cama de apoyo para tuberías en zanja con presencia de arcilla</i>	<i>81</i>

RESUMEN

El proyecto de investigación tiene por objetivo realizar el modelamiento y diseño hidráulico del sistema de riego en el sector Ccalani-Cusco, además de seleccionar el tipo de tecnología de material a utilizar entre tubería de policloruro de vinilo no plastificado PVC y tuberías de polietileno de alta densidad HDPE.

La metodología para desarrollar la investigación será de realizar el trabajo de campo, con el levantamiento topográfico. Determinar los parámetros hidráulicos mediante el diseño agronómico eligiendo el tipo de aspersor para realizar el diseño de tubería y diámetros. Seleccionar el tipo de tubería más eficiente para la zona donde se ubica el sistema de riego, esto mediante normas técnicas del Perú NTP y catálogos de las especificaciones técnicas de diferentes empresas proveedoras de tuberías. El modelamiento hidráulico se realiza para los dos tipos de tuberías propuestas entre PVC y HDPE.

Con los resultados del modelamiento hidráulico y evaluados las características de las tuberías propuestas, se selecciona la tubería de polietileno de alta densidad HDPE, que conforme a lo investigado presenta mayores ventajas hidráulicas con respecto a la tubería de PVC. El PEAD se adecua mejor a las características del sistema de riego por aspersión que se plantea, esto en función de la topografía accidentada y a los fenómenos climático (heladas y radiación solar) del lugar de proyecto.

Las tuberías de polietileno de alta densidad HDPE, puede instalarse en rollos de 200 m, y así se evita ejecutar la menor cantidad de uniones, además este tipo de tubo puede instalarse a la intemperie y no sufrir alteraciones mayores dentro de su vida útil.

Del modelamiento hidráulico, procesado mediante el software de WaterGEMS, se tiene como resultado que los diámetros de tuberías a utilizar, son de 160mm, 110mm, 75mm, 63mm, 50mm, 40mm, 25mm, la cantidad total de tendido e instalación de tubería es de 15,645.30 m.

Palabras claves: modelamiento, hidráulico, tuberías, riego, diseño.

ABSTRACT

The objective of the research project is to carry out the modeling and hydraulic design of the irrigation system in the Ccalani-Cusco sector, in addition to selecting the type of material technology to be used between non-plasticized PVC polyvinyl chloride pipes and high-quality polyethylene pipes. HDPE density.

The methodology to develop the investigation will be to carry out the field work, with the topographic survey. Determine the hydraulic parameters through agronomic design choosing the type of sprinkler to carry out the design of pipes and diameters. Select the most efficient type of pipe for the area where the irrigation system is located, this through technical standards of Peru NTP and catalogs of technical specifications of different pipe supplier companies. Hydraulic modeling is performed for the two types of pipes proposed between PVC and HDPE.

With the results of the hydraulic modeling and the evaluation of the characteristics of the proposed pipes, the high-density polyethylene HDPE pipe is selected, which, according to the research, has greater hydraulic advantages over PVC pipe. The HDPE is better suited to the characteristics of the sprinkler irrigation system that is proposed, this depending on the rugged topography and the climatic phenomena (frost and solar radiation) of the project site.

HDPE high-density polyethylene pipes can be installed in 200 m rolls, and thus avoid executing the least amount of joints, in addition this type of pipe can be installed outdoors and not suffer major alterations within its useful life.

From the hydraulic modeling, processed using the WaterGEMS software, the result is that the pipe diameters to be used are 160mm, 110mm, 75mm, 63mm, 50mm, 40mm, 25mm, the total amount of pipe laying and installation is of 15,645.30 m.

Keywords: modeling, hydraulic, pipes, irrigation, design.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional los sistemas de riego son diseñados para satisfacer la demanda de agua para cada cultivo, con la tecnología con la que se cuenta actualmente los sistemas de riego son monitoreados y se operan a través de ordenadores (computadoras), esto con el fin de proporcionar el agua en la cantidad necesaria a través de los turnos de riego y por ende optimizar el uso del agua.

A nivel nacional, los grandes sistemas de riego operan en la costa del Perú mediante canales revestidos de concreto, en esta región del país el riego resulta más rentable por el clima y las grandes extensiones con las que cuentan para realizar el riego. El tipo de riego que se utiliza en la costa del Perú son del tipo gravedad, aspersión y por goteo.

En la región del Cusco, por su topografía accidentada los sistemas de riego no son a gran escala, puesto que las áreas de riego son en gran parte en laderas y los riegos ejecutados en su mayoría no llegan a cubrir las expectativas planteadas en los proyectos de inversión promovidas por los gobiernos locales y regionales.

El sector Ccalani, por ubicarse en zona rural, desarrollan la actividad básica de agricultura y ganadería, fuentes principales ingresos económicos, por cuanto la investigación el proyecto de investigación propone la instalación del sistema de riego para que estas actividades mejoren significativamente y tener mejores rendimientos de las áreas cultivables.

Para mejorar la gestión del agua, el estado mediante el ministerio de desarrollo agrario y riego deben participar en el seguimiento y la gestión del pleno cumplimiento de las regulaciones de gestión del agua. Al mismo tiempo, conviene fomentar las inversiones que los usuarios puedan realizar individualmente o en grupo, en particular para mejorar la gestión y eficiencia del uso del agua y su productividad. Estas acciones incluyen el fortalecimiento de las instituciones utilizadas por las organizaciones para realizar negocios, capacitación técnica, adopción de nuevas tecnologías, modificación de

sistemas de riego de auto flujo por goteo o aspersión, maquinaria pesada para misiones de máxima contención de inundaciones. (Vásquez, 2017, p. 11).

Takaezu, (2017). Los sistemas de riego tecnificado mantienen en el suelo, una cantidad suficiente de humedad para que sea fácilmente aprovechable por el cultivo, requieren menor uso del agua por unidad de superficie y es posible aplicarla de acuerdo a las necesidades hídricas de los cultivos. El riego por aspersión consiste en la aplicación del recurso hídrico en forma de lluvia artificial producida por la precipitación de los emisores de riego. La tecnificación del riego es una solución a los problemas que se presentan por la racionalidad del recurso hídrico. Aplicar el agua de manera adecuada y racional es una de las principales características de los sistemas de riego tecnificado.

Para que estos proyectos de sistemas de riego sean eficaces en su operatividad, necesitan de un buen planteamiento hidráulico con los diámetros necesarios para su instalación, además del tipo de material de las tuberías a utilizar. Estos resultados los obtendremos al realizar el modelamiento hidráulico.

Planteamiento del Problema:

El agua es uno de los recursos naturales más importantes y volátiles del Perú. La Sierra es un área geográfica donde las lluvias son irregulares y pueden afectar la extensión de la vegetación de los cultivos, ya que se han propuesto sistemas de riego adicionales para complementar la escasez de agua durante los posibles regímenes de los meses en que no llueve. (Alvarez, 2015, p. 1)

En la zona de estudio el riego, es muy precario, puesto que no cuentan con infraestructura hidráulica de riego parcelario.

Los proyectos de pre inversión de riego son de suma importancia y contribuyen con el cierre de brechas, según lo estipulado en el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones del MEF. Con la implementación de un sistema de riego tecnificado, se deberá de atender la demanda de los pobladores en el sector de Ccalani, de la comunidad campesina de Huanaco.

El dimensionamiento correcto del diámetro de las tuberías mediante el cálculo hidráulico para el mejor funcionamiento y operatividad de los proyectos de riego, los mismos son para optimizar la inversión del estado y garantizar el sistema de riego tecnificado.

Para realizar el dimensionamiento de tuberías, se utilizarán tuberías a presión, del cual el modelamiento hidráulico se realizará con el software WaterGEMS V.8i SS6, y hojas de cálculo Excel, además se realizará el comparativo de tecnología de materiales a utilizar como son: tuberías de PVC y tuberías de HDPE, con esto además se demostrará cuál de las dos es más óptimo para su instalación en este tipo de proyectos.

Se plantean las siguientes preguntas para formulación del **problema general**: ¿Cómo plantear y optimizar los proyectos de sistemas de riego mediante el diseño hidráulico, con el dimensionamiento de diámetros y el tipo de tecnología de tuberías a utilizar en la zona de estudio? Los **problemas específicos** son los siguientes: ¿Cómo plantear y optimizar el diseño hidráulico para el dimensionamiento de los diámetros de tuberías a utilizar en el sistema de riego en el sector de Ccalani, distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento Cusco?, ¿Qué tipo de tecnología en material de tubería es más apta PVC o HDPE para el sistema de riego en el sector de Ccalani, distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas departamento Cusco?, ¿Cómo optimizar la operatividad del sistema de riego tecnificado?

El **objetivo general** del estudio: Plantear el diseño hidráulico para optimizar el dimensionamiento de los diámetros y el tipo de tecnología de tuberías a utilizar en el proyecto de sistema de riego tecnificado. Siendo los objetivos específicos: Determinar los diámetros de tuberías a utilizar mediante el diseño de cálculo hidráulico para el sistema de riego en el sector de Ccalani, del distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco; Determinar el tipo de tecnología de tuberías más apropiado a utilizar, mediante las especificaciones técnicas de los materiales de PVC y HDPE, para el sistema de riego en el sector de Ccalani, distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento Cusco.

La **hipótesis general** de la investigación: Con el planteamiento del diseño hidráulico nos permitirá optimizar los recursos a utilizar para que el sistema de riego sea eficaz en su instalación y operatividad. Se plantea las **hipótesis específicas**: Los diámetros de las tuberías deberán ser los obtenidos mediante el diseño del cálculo hidráulico, en función de la tecnología del material de la tubería; El tipo de tecnología del material de la tubería, será el más óptimo para la zona de estudio según las fichas de las especificaciones técnicas

Justificación:

Soto (2002), "El diseño del sistema de riego en laderas se ve afectado por la falta de análisis de los determinantes de la gestión de los recursos hídricos".

El trabajo de investigación se presenta para poder desarrollar e indicar la importancia del dimensionamiento de los diámetros de tuberías y la tecnología de material a utilizar en los proyectos de sistemas de riego tecnificado. Puesto que el diseño hidráulico y el tipo de tubería a plantear en proyectos de pre inversión nos darán un mayor ámbito para poder definir los diferentes escenarios de modelación hidráulica y proponer la mejor alternativa del dimensionamiento de los diámetros y tecnología de material de las tuberías.

Justificación teórica: En la presente tesis se plantea el diseño hidráulico, para el cual se han utilizado las teorías de fórmulas hidráulicas y corrobóralas en el proyecto, verificando en cumplir con los parámetros que establecen las NTP y las especificaciones técnicas de los materiales a utilizar, los resultados servirán de apoyo a otras investigaciones sobre el modelamiento hidráulico y tipo de material a utilizar en la sierra del Perú.

Justificación técnica: de acuerdo al modelamiento hidráulico mediante sus resultados, podemos seleccionar el tipo de tubería a utilizar para el sistema de riego en el sector Ccalani.

Justificación social: el proyecto de tesis plantea el diseño hidráulico para el sistema de riego en el sector de Ccalani, este proyecto tiene como fin que los pobladores de la zona puedan utilizar este tipo de infraestructura hidráulica y mejorar su calidad de vida.

Justificación ambiental: mediante el diseño de riego, podemos mejorar el uso del agua y así mejorar el gasto y consumo del agua, en cantidades necesarias y suficientes para regar las parcelas de cultivo de esta manera utilizar eficientemente el agua.

II. MARCO TEÓRICO

La mejora de las condiciones de vida en las zonas rurales está asociada a la intervención del Estado para apoyar sus proyectos de desarrollo e inversión agrícola. Estos proyectos ayudan a incrementar los niveles de producción agrícola, cosechar, expandir las tierras agrícolas, acceder a nuevos mercados, ayudar a los agricultores a tener mejores ingresos y mejorar la calidad de vida de sus familias. (Cordova, 2015).

A nivel internacional se cuenta con los antecedentes de:

Mérida (2017), teniendo como **objetivo** Plantear una propuesta para mejorar la puesta en operación y mantenimiento del proyecto de riego. La **metodología** es de diseño cuantitativo, obteniendo **resultados**, en que los beneficiarios formaran el comité de regantes con participantes en cantidad de 89 persona y su junta directiva de 6 integrantes. El personal de las agro exportadoras realizan capacitaciones sobre los periodos de siembra. Conclusión, el proyecto requiere de personal calificado para que realice capacitaciones del uso y manejo del sistema de riego.

Cuenca (2015), teniendo como **objetivo** Realizar el diseño hidráulico en tubería de conducción, para racionar el uso del agua. La **metodología** es descriptiva no experimental, obteniendo **resultados**, de que por el diseño hidráulico se opta por el uso de la tubería de PVC tipo unión cementada con presión de trabajo de 0.63 MPa. **Conclusión** Por las condiciones meteorológicas, topografía irregular que presentan los terrenos, tipo de suelo y cultivo que se da en la zona, se concluye que el mejoramiento de la línea de conducción se hará mediante tubería de PVC y con un sistema de riego por aspersión.

Narváz (2016), teniendo como **objetivo** realizar el análisis de la presión a lo largo de las redes de tuberías, vigilando que cumpla los requisitos mínimos y máximos exigidos por la normatividad vigente y comprobar que las cámaras de quiebre y demás accesorios estén ubicados adecuadamente. La **metodología** de investigación tipo cuantitativa, **resultados**, se plantea que el riego se realizara por sectores, siendo este de dos turnos de riego de con un intervalo de dos días para cada sector de riego, para

controlarse estos turnos se instalara válvulas de control. **Conclusión** el turno 2, realizado el modelamiento hidráulico, no refleja de manera lógica a las mediciones que se realizaron encampo porque existe presiones que superan la altura estática, el cual no es coherente, pues existe perdidas que ocasionan que la presión dinámica sea menor a la estática.

A nivel nacional se cuenta con los antecedentes de:

Borda (2020), tiene por **objetivo** Realizar el modelamiento de hidráulico con tubos PVC y HDPE. La **metodología** es de diseño descriptivo, **resultados** del modelamiento hidráulico para PVC se tiene diámetro de 2 pulgadas, velocidad de 0.42 m/s, presiones máximas de 68.02 mca y mínimas de 39.01mca. para HDPE se tiene diámetro de 63 mm, velocidad de 0.42 m/s, presiones máximas de 87.26 mca y mínimos de 86.96mca. Conclusión, Realizando la modelación hidráulica con las tuberías propuestas, se verifico que la variación de presiones es mínima, ya que su coeficiente de Hazen y Williams para la tubería PVC es 150 y para la tubería de polietileno de alta densidad es de 140 en otras palabras, no se presentan diferencias considerables como para tomar en cuenta al momento de realizar la proyección. Es aquí donde se tiene que tomar en cuenta otros factores como la parte de costos.

Ibáñez (2018), tiene por **objetivo** realizar el diagnostico de los elementos del sistema, replantear la ubicación estructuras. La **metodología** es descriptiva, **resultados** la falta de organización de las comisiones de regantes para realizar las tareas de buena operación y mantenimiento, además de que el proyecto no cuente con válvulas de control que permita realizar el riego por turno, dificulta el uso del sistema de riego. Por los sustentado se deberá de instalar válvulas de control y otras obras de arte para el buen funcionamiento del proyecto. **Conclusiones** se tendrá que retirar las válvulas reguladoras de presión y en su lugar construir cámara rompe presión tipo VI, instalación de cámara distribuidora de caudales para los turnos de riego, se deberá de realizar capacitaciones a los regantes para que puedan hacer buen uso de la infraestructura hidráulica.

Villanueva (2018), tiene por **objetivo** determinar como el estudio topográfico mejorará el diseño de riego. La **metodología** es de enfoque cuantitativo, investigación explicativa, diseño cuasi experimental, **resultados** El 53.85% del área es de topografía empinada, por lo cual riego por gravedad es desfavorable al erosionar las parcelas. Un 15.38% del área tiene topografía moderadamente empinada, en el que se puede instalar proyectos de sistemas de riego por aspersion, **conclusión** mediante el levantamiento topográfico y por las características que presenta el terreno es viable la instalación de proyectos de riego tecnificado específicamente de riego por aspersor, por las pendientes del terreno obtenido mediante el levantamiento topográfico el riego por gravedad erosiona las parcelas y no es recomendable para la zona.

(Riera, 2015), en su artículo científico indica que el riego es un método de producción que ha acompañado el desarrollo de la agricultura desde la antigüedad, la cantidad y distribución del agua no se ajusta a las necesidades de los cultivos. Por lo tanto, el riego agrícola se define en una práctica de producción, que incluye la ampliación de agua a la superficie y recuperar lo adquirido por las plantaciones.

Según Sayas (2017), en su artículo científico, considera que la tierra con riego es más productiva que la que no se riega y aporta cerca al 40% de la producción mundial de alimentos en el 17% de la tierra cultivable, entonces el incremento de la cosecha para asegurar la demanda tendrá que pasar básicamente por la intensificación agrícola en el futuro. Algunos autores señalaron que el 80% de la producción adicional de alimentos provendrá de la agricultura de regadío. Sin embargo, a medida que aumenta la demanda de alimentos, se hace más difícil aumentar el área de regadío, principalmente debido a la poca cantidad de agua disponible. Se utilizan diversas técnicas de riego para regar los cultivos, pero en los últimos años, debido a las ventajas de los sistemas de riego presurizado y que ahorran más agua en comparación con los sistemas de riego por gravedad, los sistemas de riego presurizado se han utilizado cada vez más. Esto indudablemente conducirá a un funcionamiento correcto y conocimiento de su operatividad. En comparación con los métodos tradicionales, el riego moderno puede ahorrar alrededor del 55% del consumo de agua.

(Ippolito, 2017), en su artículo científico indica, que el cambio del riego por surcos al riego por aspersión es una medida de protección práctica y recomendada para mejorar la eficiencia del agua (y el control de la erosión). En comparación con el riego por surcos, el riego por aspersión tiene un índice de calidad del suelo más alto, lo que indica que el riego por aspersión mejora la calidad del suelo en comparación con el riego por surcos.

(Darko, 2017), en su artículo científico menciona que, el agua es el recurso más escaso y su importancia de uso racional en el sector agrario debe ser sostenido con el uso agrícola para retrasar la degradación ambiental. El éxito del uso del riego por aspersión es para incrementar nuevas tierras y tener un papel más importante para el desarrollo e inclusión de nuevas tierras agrícolas. La eficiencia en el uso del agua mediante una adecuada mejora de las técnicas de gestión y otros factores de producción son esenciales para impulsar la productividad.

A nivel internacional, el recurso hídrico dulce de fácil acceso es limitado, por cuanto la competencia por su uso ha comenzado en regiones áridas y semiáridas, naciones con población alta y la mayoría de los países industrializados. Es por ello que, de acuerdo con las proyecciones demográficas y económicas, el agua que aún se encuentra disponible constituyen la base estratégica para el desarrollo en sus principales actividades. (FAO 2006).

El riego es una práctica que se viene aplicando desde tiempos inmemoriales, el desarrollo antiguo de las civilizaciones dependía en gran parte de las prácticas de riego que en ese entonces utilizaban (Benites, 2001).

El método de aplicar agua en la superficie de manera rociada, a veces como una lluvia ordinaria, se ha encontrado muy práctico (Israelsen, 1975)

En general, el riego se puede conceptualizar como una ciencia y un arte, es decir, aplicar suficiente agua al suelo en el momento adecuado para reponer el agua consumida por los cultivos o ablandar el agua que necesitan los cultivos, haciéndola apta para la agricultura. Actividad. (Olarte, 2002)

Un sistema de riego se denomina al conjunto de estructuras que pueden hacer crecer áreas específicas aplicando el agua necesaria a las plantas. El sistema de riego consta de muchos componentes. Sin embargo, cabe señalar que no necesariamente está formado por todos ellos. (Valverde, 2007).

Para (Ramírez, 2007), Las aplicaciones ligeras y frecuentes requeridas para este propósito se pueden lograr con algunos sistemas de rociadores. Casi todos los suelos pueden regarse por aspersión, pero los suelos con una permeabilidad inferior a 5 mm/h pueden requerir medidas especiales. Los aspersores se pueden usar en suelos muy poco profundos para amoldar la superficie o en suelos muy variables para un riego superficial eficaz. El aspersor se puede utilizar en cualquier terreno que se pueda cultivar no es necesario nivelar el suelo. Los sistemas de rociadores están diseñados de manera que penetren suavemente a la superficie.

Definir el riego como la aplicación artificial de agua al suelo en cantidad y oportunidad suficientes para brindar las mejores condiciones de humedad para el desarrollo normal de los cultivos, y producir cosechas rentables en el menor tiempo posible. El riego es una ciencia que se basa en la matemática y la hidráulica, aplicables tanto al transporte como cantidades y oportunidades precisas, involucra conceptos, variables e hipótesis comprobables, y se apoya en conocimientos científicos contrastados. (Soto, 2002, p. 20)

El riego a presión se refiere principalmente a los sistemas de riego por aspersión. En general, lo que se quiere es obtener un suelo húmedo. En los sistemas de riego por aspersión y micro riego, se administra de manera rociada. Para el cual la intensidad del rociado será menor o igual a la permeabilidad de línea de base del suelo. (Vásquez, 2017, p. 134).

Según OLARTE (2002), los beneficios de regar mediante aspersión son:

No está supeditada a la topografía del suelo; se adapta mejor, al mayor número de cultivos; es posible aplicar láminas muy pequeñas; es un riego más uniforme; es más eficiente, es decir emplea menor cantidad de agua; no requiere construir

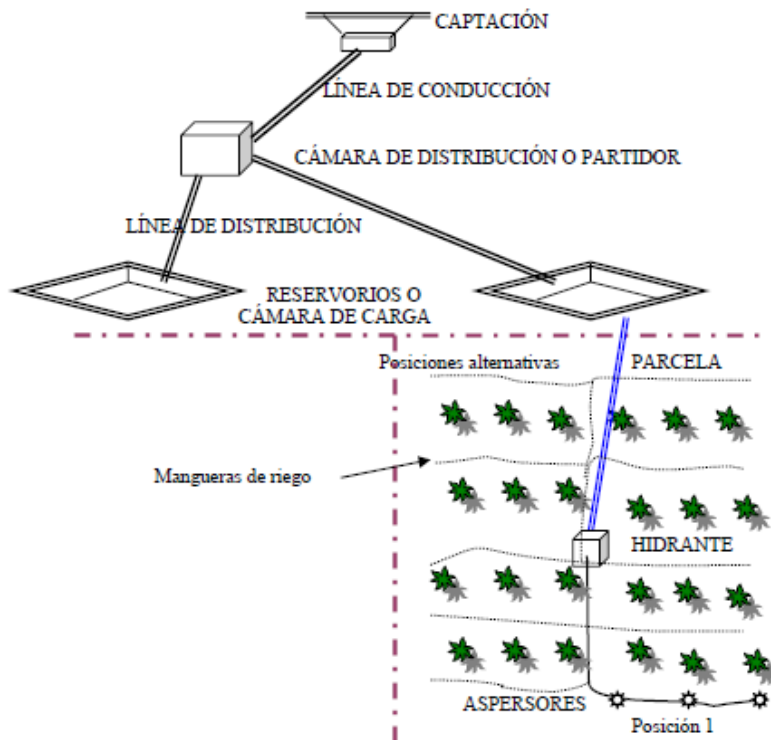
infraestructura dentro de las parcelas que obstaculicen las labores culturales; se puede aplicar las fertilizantes, economizando mano de obra; es de fácil operación, así como de sencillo aprendizaje; de fácil incorporación a plantaciones ya existentes tales como frutales; adecuado para cultivos rentables; permite intensificar el uso del suelo; es efectivo para la lucha contra heladas; en la zona andina, no demanda de costos de energía; no se contamina el agua; es una alternativa tecnológica para la producción conservacionista en laderas.

OLARTE (2002), también menciona las limitaciones que puede presentar este sistema de riego: Costo de inversión inicial elevado; el viento es un inconveniente a la hora de realizar este tipo de riego; es antieconómico cuando su uso es intermitente; agua de riego con sales pueden quemar el follaje de las plantas.

Para la eficiencia del riego, el agua que se aplica a la superficie no es aprovechada por los cultivos; así que el agua de la captación llega a los cultivos. Por esto las estructuras de conducción y aplicación, pierden más agua que otro. Son más eficientes los que menos agua pierden (Benites, 2001)

Diseño hidráulico, es el cálculo del sistema de tubos y obras de arte para la operatividad eficaz del riego, De acuerdo con los requisitos de tolerancia y presión, la pérdida de carga se calcula mediante la combinación del diámetro y la longitud de la tubería. (altura dinámica total - ADT). La Figura 1 muestra el esquema del sistema de riego por aspersión.

Figura 1: esquema del sistema de riego por aspersión



Fuente: Soto, 2002

En concordancia con la figura 1, los elementos típicos de un sistema de riego son:

Captación: punto donde se realizará la captación del agua para el funcionamiento del sistema de riego, las captaciones de agua pueden ser de fuentes de tipo superficial, subterráneo.

Línea de conducción: Tubería que conduce el fluido desde la captación hacia el reservorio para distribuir el agua.

Cámara de distribución: Estructura en el cual el agua repartida mediante vertederos, en función del caudal y de las áreas a regar.

Reservorios y cámaras de carga: Estructura donde se almacenará el agua captada, las dimensiones de esta obra se harán depende de las áreas regables y el agua ofertado.

Línea de distribuidoras: se conduce por tuberías desde las cámaras de carga hacia los puntos de hidrantes en las áreas a regar.

Hidrante: Punto de toma, ubicado en parcela, que une las líneas parcelarias a las mangueras móviles que portan los aspersores.

Mangueras: conectados de los hidrantes, son de polietileno y a estas se instalan los cabezales de aspersores.

Elevadores: instalados en puntos específicos al cual se colocan los cabezales de los aspersores, pueden ser tubo galvanizado u otro similar.

Aspersores: los que colocan el agua en forma de lluvia a los cultivos de tal forma que el riego se uniforme y eficaz.

Piezas auxiliares: accesorios para la instalación de los módulos de riego como: acoples, codos, válvulas, reductores, tapones, etc.

Tuberías: transportan agua u otros fluidos. Suele estar elaborado de materiales diversos. El líquido está confinado en la tubería, es una tubería cerrada y el fluido ejerce presión sobre el contorno (Becerra, 2014).

En lo que respecta a tuberías la forma más común es la circular, también existen de sección cuadrada, rectangular. Las tuberías son de material de acero, hierro fundido, asbesto cemento, policloruro de vinilo, polietileno o poliéster reforzado con fibra de vidrio. (Rocha, 2007, pp 3-4).

Tubería de policloruro de vinilo PVC:

Según el Ministerio de Economía y Finanzas, Ficha estándar N°1 familia del catálogo de bienes, servicios y obras ([MEF], 2012.). La familia Tubos de PVC incluye fuentes utilizadas en construcción e ingeniería sanitaria. Incluye tuberías para suministro de agua, drenaje, fabricadas en PVC

En la mayoría de los proyectos de riego en la sierra, se hace uso de tubos de PVC. Este material tiene ventajas comparativas frente a otro tipo de tubos: económicas, flexibles, duraderas, livianas, fáciles de transportar e instalar; además, son tuberías con diámetros comerciales que son fáciles de encontrar en el mercado

Tubería de polietileno de alta densidad (HDPE): Las tuberías de polietileno de alta densidad o las tuberías de HDPE representan un excelente retorno de la inversión en la construcción de redes de tubería debido al equilibrio entre función, vida útil y costo

Según propiedades y aplicaciones de la tubería de polietileno de alta densidad (s.f.)

Una tubería HDPE Si está a una temperatura ambiente de unos 20° C, su vida útil es de al menos 50 años, pero cuantas menos veces se exponga a la superficie, es decir, si se instala en el suelo enterrado y funciona al menos a 0,80 metros, la extensión de vida esta vez se debe a que la temperatura ambiente ya no afectará a los materiales que lo componen. Uno de los factores que inciden en su alta durabilidad es su excelente resistencia al desgaste; bueno, a pesar de verse afectado por el flujo abrasivo; las tuberías de HDPE son muy resistentes al desgaste en comparación con las tuberías de hormigón y acero.

Polietileno de alta densidad: polietileno de alta densidad PEAD; es uno de los plásticos más populares del mundo y tiene muchas aplicaciones en la industria actual; se utiliza principalmente para hacer envases; aperitivos; electrodomésticos; Botellas; tanques de gasolina; recipientes para aceite lubricante y disolventes orgánicos; hacer bolsas de plástico y comprimirlas. El PEAD es un material de alta resistencia, duradero y flexible; sus costos de producción y procesamiento son muy bajos; también puede resistir perfectamente el proceso de esterilización y tiene una alta resistencia química.

III. METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

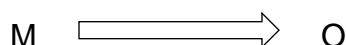
El tipo de investigación es descriptiva y transversal, el diseño del proyecto de investigación es no experimental, y de enfoque cuantitativo.

Esta investigación se realizó sin manipular deliberadamente ninguna de nuestras variables, lo que significa que no intentaremos manipular las variables en nuestra investigación colocándola en un entorno diferente adaptado a su realidad. En este proyecto, realizamos una encuesta no experimental, tratando de observar y verificar las consecuencias de los fenómenos que ocurren naturalmente, para que podamos estudiar y proyectarnos. (Hernández, 2014, p. 152).

La investigación no experimental se refiere a no manipular arbitrariamente nuestras variables, solo podemos utilizar la observación del fenómeno, porque nos presenta a estudiarlo con su originalidad. (Toro, 2005, p. 136).

Dice que el diseño de investigación no experimental es la experiencia y la búsqueda sistemática de que los científicos no pueden controlar completamente las variables, esto se debe al posible desempeño de variables que ya han ocurrido y no podemos manipularlas. (Kerlinger, 2002, p. 504).

Esquema propuesto:



M: lugar de investigación.

O: Diseño de sistema de riego por aspersión

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

- Variables dependientes.
Sistema de riego por aspersión.
- Variables independientes.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Población

El total de universo se refiere a la colección para la que son válidas las conclusiones obtenidas, y se refiere a los elementos o unidades a estudiar. (Hurtado, 2005).

La población es considerada con el diseño del sistema de riego por aspersión sector Ccalani.

Muestra

Es un subgrupo de la población o universo

La muestra es la misma que la población diseño del sistema de riego por aspersión sector Ccalani.

Muestreo

Es una herramienta de investigación científica, y su función básica es determinar qué parte de la investigación (general o universo) en estudio debe ser examinada para hacer inferencias sobre la totalidad. Obtener suficientes muestras significa obtener una versión simplificada de la población, reproduciendo de alguna manera sus características básicas. (muestreo s.f.).

La presente investigación es no probabilística por conveniencia, puesto que no se aplica análisis estadístico. Por cuanto no se tomará en cuenta el muestreo porque es una investigación específica que tiene por objeto el diseño del sistema riego por aspersión en el sector Ccalani.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Recolección de datos

Recopilar datos es para hacer un programa detallado, que nos guía para reunir datos para un propósito específico". Sampieri (2014, p.198).

- Se procederá a tomar datos e información en campo mediante el reconocimiento del área donde se propone el sistema de riego.
- Se realizará el levantamiento topográfico in situ con el cual se obtendrá la superficie del terreno, para luego diseñar el sistema de tuberías.
- Para la selección del tipo de tubería a utilizar se revisarán las normas técnicas peruanas NTP actualizadas además se revisarán los catálogos que contiene las especificaciones técnicas, esto de las empresas proveedoras de tuberías de PVC Y HDPE en el Perú.

Instrumentos de recolección de datos

Utilizaremos fichas de especificaciones técnicas, norma técnica peruana, normas internacionales para el tipo y diámetro más óptimo de tuberías a utilizar, equipo topográfico estación total TOPCON GM-55, GPS, y libretas de campo.

Validez y confiabilidad

Para que la investigación sea válida, utilizaremos las fichas técnicas que sean proporcionados por empresas existentes en nuestro país, además equipos topográficos calibrados y con vigencia para el levantamiento topográfico.

3.5. PROCEDIMIENTOS

- se realizará el reconocimiento de campo in situ.
- se realizará el levantamiento topográfico para obtener la superficie de terreno.
- para obtener los parámetros hidráulicos para el sistema riego, se deberá de realizar el diseño agronómico, el cual nos indicará el caudal de diseño y la presión requerida en cada nodo hidrantes.
- Se revisarán las normas técnicas peruanas NTP, catálogos de especificaciones técnicas de tuberías en material PVC y HDPE.
- Obtenido los datos de campo, estudios básicos y revisión de NTP y catálogos de tuberías, se procederá a desarrollar la investigación en gabinete.

- Del levantamiento topográfico, se descarga la data obtenida mediante el equipo de estación total a la computadora, para luego procesar la información mediante el software de AutoCAD civil 3D, y así obtener la superficie de terreno y los planos topográficos.
- Con la superficie de terreno, se procede a realizar el diseño hidráulico para esta etapa utilizaremos el software de WaterGEMS, el cual nos dará como resultado los diámetros de tuberías y presiones requeridos para el funcionamiento del sistema de riego.
- Se revisarán las normas técnicas peruanas NTP 399.002 de tubería PVC y NTP 4427:2008 de tubería HDPE.
- Se revisarán los catálogos de especificaciones técnicas de las empresas proveedoras en el Perú para tuberías de PVC y HDPE.
- Una vez obtenidos los resultados del modelamiento del diseño hidráulico, verificando los diámetros y presiones generadas para cada tipo de tecnología de tubería entre PVC y HDPE, se seleccionará la mejor opción respecto de sus características hidráulicas.
- Revisado la normativa peruana y catálogos de especificaciones técnicas de ambas tecnologías de material de PVC y HDPE, se seleccionará la, mejor opción para su instalación en el sistema de riego en el sector Ccalani.
- Se realizar el comparativo entre las tuberías de PVC y HDPE tanto del modelamiento hidráulico y las características de sus especificaciones técnicas, se optará por seleccionar la tecnología de tubería que se adecue mejor al sistema de riego en el sector Ccalani.

3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Los datos cuantitativos deben ser realizado por una computadora con programas que pueden brindar resultados confiables y óptimos para la interpretación completa de los resultados. (Hernández, 2014).

El análisis del diseño de sistema de riego por aspersión en el sector Ccalani, los resultados se obtendrán por medio de las especificaciones técnicas y normas técnicas vigentes. El planteamiento hidráulico, se procesarán con los softwares AutoCad, AutoCad Civil 3D, WaterGems V.8i.

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

El investigador del presente proyecto ha cumplido con la normativa y la guía metodológica para elaboración de tesis, todas las fuentes de libros, investigaciones, artículos científicos; han sido citadas conforme a lo establecido, respetando el derecho de autor. La investigación ha sido revisada mediante TURNITIN obteniendo resultados que están dentro de los parámetros establecidos por la guía de elaboración de investigación de tesis, y que no admiten actos de plagio. La información recolectada en campo es real y verídica, puesto que el levantamiento topográfico ha sido in situ.

Resolución del Consejo Universitario N°0126 [Universidad Cesar Vallejo]. En el campo de las ciencias ingenieriles se cuenta con código de ética de IEEE, Advancing Technology for Humanity, ya que se basa en la premisa de que la tecnología afecta la calidad de vida de las personas, por lo que debe cumplir con altos estándares éticos y considerar responsabilidad, honestidad, capacidad técnica, trato justo y colaboración en la toma de decisiones. 23 de mayo de 2017.

Como formulador de la presente investigación de tesis, con la ética inculcada en mi formación me comprometo a respetar la autenticidad del contenido de la presente tesis. Por cuanto la información obtenida es transparente y veraz.

IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan en función de los objetivos específicos, los cuales se desarrollan según Tabla 1.

Tabla 1: Resultados en función de los objetivos específicos

RESULTADOS EN FUNCIÓN DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	TÉCNICA DE OBTENCIÓN DE RESULTADOS
Determinar los diámetros de tuberías a utilizar mediante el diseño de cálculo hidráulico para el sistema de riego en el sector de Ccalani, del distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco.	Memoria descriptiva estudio topográfico estudio agronómico generalidades del diseño hidráulico del sistema de riego modelamiento hidráulico con tubería PVC modelamiento hidráulico con tubería HDPE fichas de especificaciones técnicas de tubería de PVC
Determinar el tipo de tecnología de tuberías más apropiado a utilizar, mediante las especificaciones técnicas de los materiales de PVC y HDPE, para el sistema de riego en el sector de Ccalani, distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento Cusco.	Fichas de especificaciones técnicas de tubería de HDPE normas técnicas peruanas NTP catálogos de empresas proveedoras de tuberías

Fuente: elaboración propia

4.1. RESULTADOS PRIMER OBJETIVO ESPECIFICO

Primer objetivo específico: Determinar los diámetros de tuberías a utilizar mediante el diseño de cálculo hidráulico para el sistema de riego en el sector de Ccalani, distrito Livitaca, provincia Chumbivilcas, región Cusco.

4.1.1. ASPECTOS GENERALES

DIAGNOSTICO SITUACIONAL: La comunidad campesina de Huanaco, cuenta con infraestructura hidráulica, la cual fue ejecutada por el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente – IMA, el mismo consta: construcción de represa, construcción de bocatoma, línea de conducción en dos ramales principales (margen derecho y margen izquierdo) y red de distribución con tubería. La ejecución de la obra se llevó acabo en

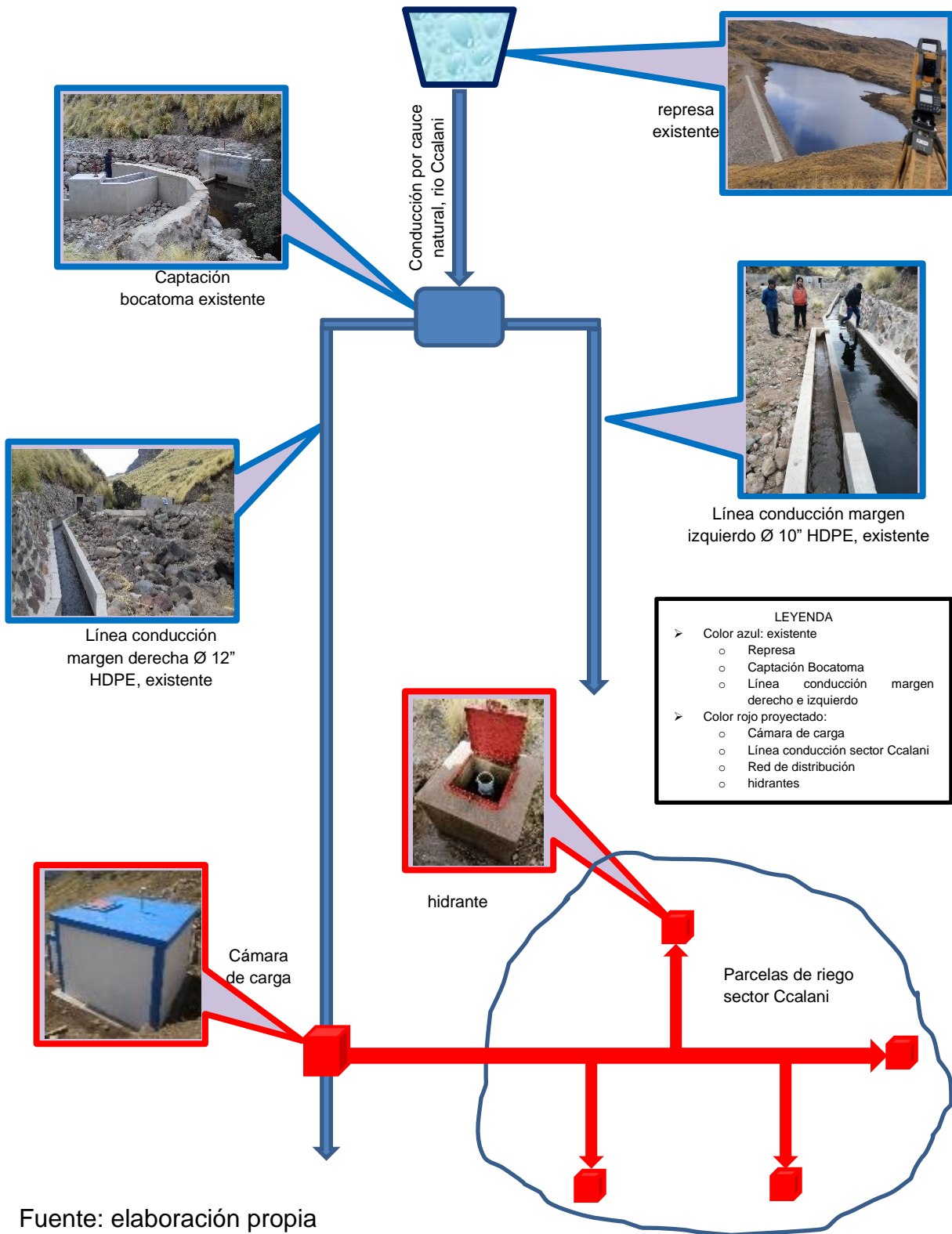
el año 2018, siendo así considerado una obra nueva, el cual se encuentra operativo y en buen estado.

El sector de Ccalani no es beneficiado con la obra, más si la línea de conducción atraviesa los terrenos del sector. Por estar directamente afectado por la ejecución de la obra realizado por IMA, el sector Ccalani será beneficiado mediante la ampliación del sistema de riego por aspersión, por cuanto se cuenta con estructura denominada cámara carga en la línea de conducción, y luego de esta estructura ser distribuido a las parcelas del sector para atender la demanda de necesidad de riego de los pobladores de la zona.

Las campañas agrícolas en el sector Ccalani se realizan una sola vez al año en el intervalo de setiembre a abril y en los meses de sequía no tienen producción por falta de agua. Mediante la ampliación del sistema de riego se pretende atender la demanda de los pobladores de la zona y así incrementar la producción agrícola.

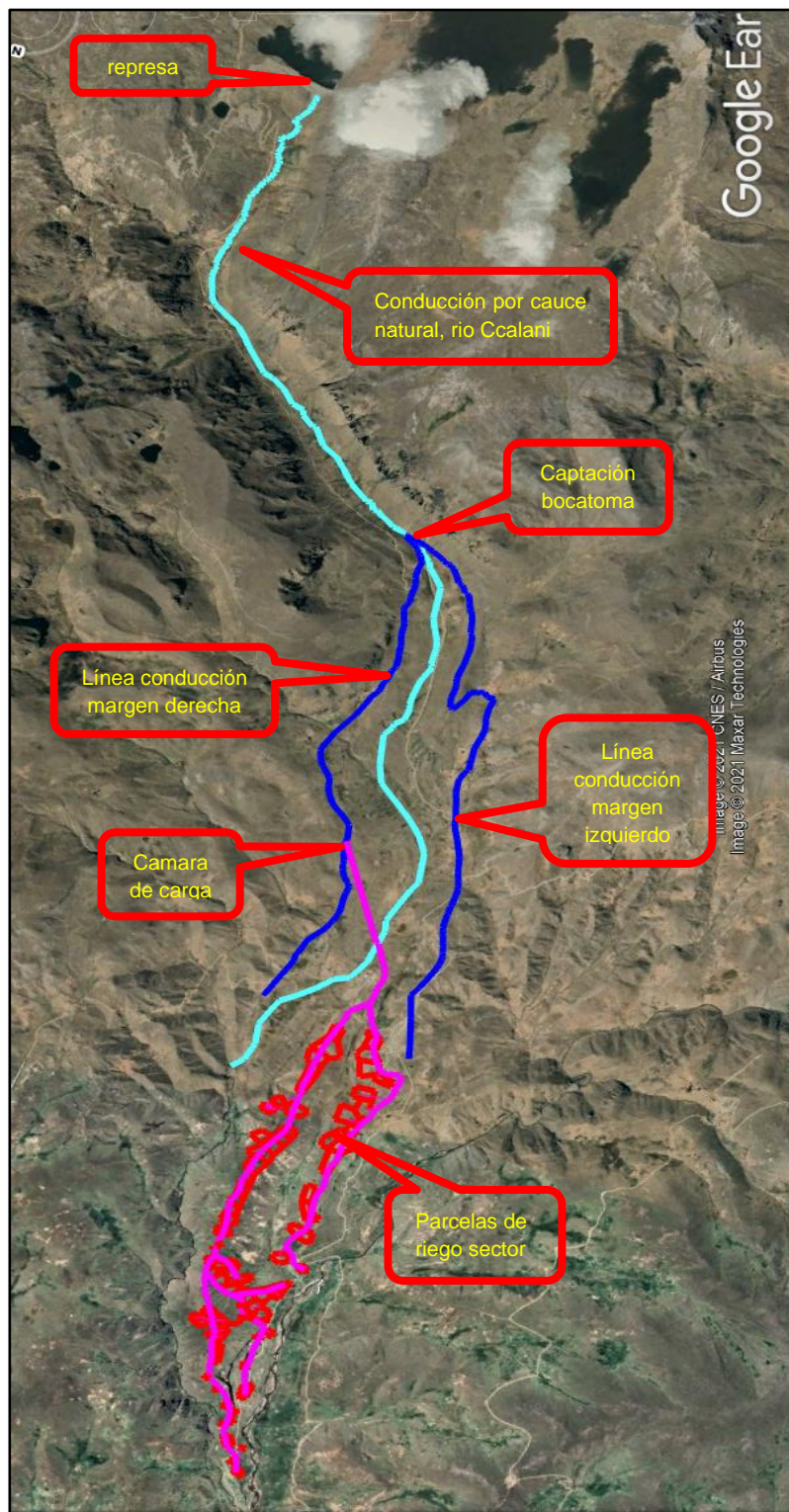
De los componentes de obras hidráulicas con los que cuenta el sistema de riego en la comunidad campesina de Huanaco, en la Figura 2 se muestra el Esquema hidráulico del sistema de riego en el sector de Ccalani. Y en la Figura 3 se observa la imagen satelital del sistema de riego tecnificado en la comunidad campesina de Huanaco.

Figura 2: Esquema hidráulico del sistema de riego en el sector de Ccalani



Fuente: elaboración propia

Figura 3: Esquema hidráulico del sistema de riego sector Ccalani – imagen satelital



Fuente: elaboración propia – imagen satelital Google hearth

UBICACIÓN DEL PROYECTO

➤ UBICACIÓN POLÍTICA:

- Departamento : Cusco
- Provincia : Chumbivilcas
- Distrito : Livitaca
- Comunidad campesina : Huanaco
- Sector : Ccalani

➤ UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

- Región geográfica : costa (), sierra (X), selva ()
- Altitud : entre 3950 – 3758 msnm

➤ UBICACIÓN HIDROGRÁFICA:

- Cuenca hidrográfica : Atlántico
- Autoridad Administrativa de Agua : AAA Pampas Apurímac
- Administración Local de agua : ALA Alto Apurímac Velille

COLINDANCIAS DEL ÁREA DEL PROYECTO

- Este : Con la Comunidad Pisquicocha
- Oeste : Con La Comunidad Collana y Huancané
- Norte : Con la Comunidad de Quehuincha
- Sur : Con la provincia de Canas y Espinar

VÍAS DE ACCESO AL PROYECTO

El ámbito del proyecto se encuentra aproximadamente:

Livitaca – Ccalani : 20 km. (capital distrital de Livitaca hacia el proyecto)

Santo Tomas – Livitaca : 98 km (capital provincia Chumbivilcas hacia distrito de Livitaca)

Cusco – Livitaca : 240 km. (Capital del Cusco hacia el distrito de Livitaca).

En cuanto al transporte de pasajeros y carga hacia la capital del distrito, se cuenta con el servicio de varios buses y camiones todos los días de la semana haciéndose fácil su integración y desplazamiento de sus pobladores con la capital de provincia, así como con la ciudad del Cusco.

CLIMA: La comunidad campesina de Huanaco se caracteriza por tener un clima frío y seco, se tiene épocas bien marcadas, la época de sequía iniciándose el mes de abril hasta noviembre. Lluvias y granizadas se dan en el mes de diciembre hasta marzo extendiéndose algunas veces hasta mayo, la época de heladas entre los meses de junio y julio con días soleados con bastante viento.

SUELOS: El terreno dentro de la comunidad campesina Huanaco, tiene una capa arable superficial de aproximadamente 30 cm de profundidad, teniendo también en su mayoría terrenos profundos, esto en los sectores de campos verdes, siendo la zona del proyecto un área con parcelas fértiles, también existen terrenos con diferentes texturas desde arcillosos hasta arenosos, en los últimos años los suelos están presentando problemas de erosión. En la actualidad se tiene suelos que están perdiendo su fertilidad, por el monocultivo y eventualmente por el uso intensivo que indirectamente acentuado por el cambio climático ha ocasionado impactos en la Comunidad.

4.1.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

OBJETIVOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: es el de determinar los puntos topográficos y obtener la superficie de terreno para realizar los trazos de las tuberías, para el cual se han de ubicar puntos fijos para monumentarlos mediante los Benchs Marks (BM), una vez fijos estos puntos se procede a hacer el recorrido de toda la superficie que requerimos para realizar los trabajos en gabinete

- Elaborar laminas a escala coherente.

- Entregar datos para formular los estudios necesarios y requeridos según al proyecto.
- Elaborar planos de diseño según al proyecto.

METODOLOGÍA:

Recolectar y evaluar la data topográfica existentes en cartas nacionales, planos anteriores.

Se resalta que el levantamiento topográfico se basa en la poligonal con equipo de estación total mediante los Benchs Marks (BM) y GPS con precisión de +/-3m, la base se ha hecho en función al elipsoide WGS84

El personal de campo (topógrafos), tiene la calificación adecuada para garantizar la elaboración eficaz del proyecto.

La automatización del trabajo de campo se efectuó en forma diaria y de la siguiente manera: se efectuó la toma de datos de campo durante el día, la transmisión de la información de campo a una computadora para la verificación del trabajo del día.

METODOLOGÍA DE TRABAJO EN CAMPO: Para el desarrollo del levantamiento topográfico se utilizó diferentes equipos de última generación, entre estos fueron un equipo de GPS navegador Garmin, una Estación Total Topcon modelo GM-55, Prismas, Flexómetro, intercomunicadores.

El posicionamiento de los puntos de apoyo para los trabajos topográficos se realizó con un sistema de posicionamiento GPS, considerando las coordenadas planimétricas y altimétricas de universal.

- Datum de Referencia : WGS 84 (World Geodetic System Peru)
- Proyección Cartográfica : UTM - Universal Transversal Mercator

Se hace uso de coordenadas mediante los puntos monumentados BM-01 y BM-02, a partir de estos se ubican el resto de estaciones y puntos topográficos, para triangulaciones y radiaciones topográficas.

Estando con estación total en la parte más alta y en las partes estratégicas se realiza el levantamiento topográfico utilizando la metodología de radiación, haciendo la lectura con el distanciómetro de precisión angular de $\pm 5''$, para este procedimiento se hacen las lecturas en la porta prismas.

EQUIPO TOPOGRÁFICO: Los equipos topográficos utilizados son los siguientes:

- Una Estación Total Marca Topcon, Medición de ángulos con precisión (Desviación típica según DIN 18723) $5''$ precisión de la Medición estándar $\pm (5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$ ($0,0078 \text{ pies} + 1 \text{ ppm}$); Distancia (con condiciones estándar claras), MED DR Estándar de alta precisión.
- 01 GPS Garmin.
- 03 prismas.
- Un flexómetro.
- Radios intercomunicadores.
- Una cámara fotográfica.
- Libreta de campo

DESARROLLO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO: una vez realizado el reconocimiento de campo se, se distribuye las cuadrillas con prisma para realizar el levantamiento.

Se procede a organizar las brigadas de topografía como se observa en la Figura 4, en con las brigadas se acuerdan los trabajos a realizar en campo.

Figura 4: *Brigadas de trabajo topográfico*



Fuente: propia (trabajos en campo)

Recopilación de información: Como parte del procedimiento de trabajo se ha recopilado información, siendo en este caso la búsqueda de puntos oficiales de referenciación, acudiendo para ello a las instalaciones del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Como resultado de esta búsqueda solo ha sido posible adquirir el Punto Geodésico, el cual es de orden “B”.

Puntos de control: Para los levantamientos topográficos, denominados Poligonal y BM's se dan marcando puntos en lugares estratégicos para su posterior control, estos se muestran en la Figura 5.

Georreferenciación: Se ha establecido dos puntos Geodésicos con GPS navegador, que pasan hacer los puntos de control cercanos al área del proyecto, estos puntos se van trasladando de acuerdo al recorrido del proyecto.

Figura 5: *Puntos geodésicos marcados con GPS navegador (Bench Mark)*



Fuente: propia, imágenes capturadas en trabajo de campo

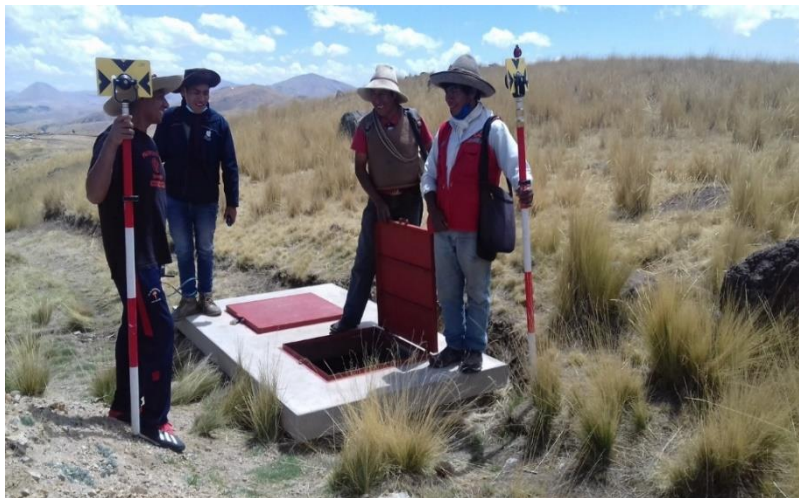
Poligonal: Se ha establecido una red de Poligonal a lo largo de todos los tramos del proyecto, de igual manera se hace para el levantamiento topográfico en parcelas, logrando información mediante estación total las coordenadas Norte, Este y Cota de cada punto y polígono. La poligonal se ha implantado en campo mediante hitos, con la finalidad que sean visibles entre 02 puntos como mínimo y monumentados.

El control de los ángulos de ajuste se amarro con la poligonal cerrada. Esto fue con el apoyo de estación total. Podemos decir que se ha establecido una red geodésica cuyos vértices están distanciados en promedio adecuado. Se ha usado este método debido a que sea más detallado el trabajo topográfico.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: el trabajo se avala usando equipo debidamente calibrados, como son estación total con sus respectivos prismas para el levantamiento topográfico como se muestra en la Figura 6.

Una vez establecida la poligonal georreferenciada se ha procedido en base a sus vértices al levantamiento de la franja teniendo como referencia la línea gradiente, en este levantamiento se ha usado métodos combinados como el uso de GPS navegador, uso de estación total, método ángulo - distancia con prismas y sin prisma (Laser) para zonas inaccesibles.

Figura 6: *Levantamiento topográfico con prismas en el sector de Ccalani*



Fuente: imagen de trabajos realizados en campo

PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN: Con la data adquirida en campo, se realizarán los trabajos en gabinete.

Con datos obtenidos con la estación total, se procede a bajar la información o los puntos con un USB con el formato CSV delimitado por comas, posteriormente fueron

trasferidos a las coordenadas UTM, para procesarlos en hojas de cálculo, y procesarlos con el software Civil 3d versión 2016, y así trabajar los planos, a las escalas adecuadas, para curvas secundarias se tabula a cada 01 metro y curvas maestras a cada 5 metros para obtener el plano final con los componentes necesarios de: cuadro de coordenadas, cuadro de área y volumen, la leyenda de identificación. Los trabajos de gabinete muestran los siguientes resultados:

- Descripción de puntos levantados.
- Elaboración de tablas y gráficos.
- Elaboración y revisión de las láminas.
- Elaboración y revisión del estudio concluido.

Equipos para trabajos en gabinete se tienen:

- Una Computadora CoreI7, 8Gb RAM.
- Software Civil 3D versión 2016, AutoCAD versión 2016.
- Un plotter HP Desingnjet T130.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

- La topografía se ha desarrollado entre altitudes de 4045 – 3747 msnm.
- Monumentación de BM's, ubicados en lugares estratégicos y visibles como son en rocas fijas.
- En conclusión, la topografía que se presenta en la zona es accidentada y variable con fuertes pendientes en varios tramos y pendientes leves en menor escala.

4.1.3. DISEÑO AGRONÓMICO

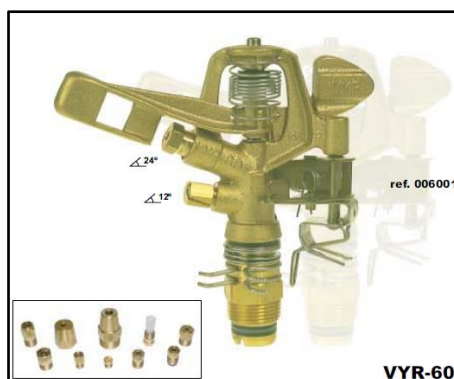
El diseño agronómico determinará la demanda de agua que requieren los cultivos para un óptimo desarrollo en las parcelas propuestas para riego.

Mediante el diseño agronómico determinaremos el régimen de riego que debe tener cada cultivo, esto con las propiedades edafológicas de suelos, datos meteorológicos y puesta en operación.

PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO: el planteamiento hidráulico para el sistema de riego contiene las líneas de conducción y distribución para cada parcela, se cuenta con líneas de riego principales, secundarias y parcelarias

SELECCIÓN DEL ASPERSOR: el aspersor seleccionado para el sistema de riego es el VYR 60 que se muestra en la Figura 7 y sus especificaciones técnicas en la Tabla 2.

Figura 7: *Aspersor seleccionado VYR 60*



Fuente: catálogo de riego agrícola VYR

Tabla 2: *Especificaciones técnicas de aspersor VYR 60*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ASPERSOR VYR 60										
DIÁMETRO DE BOQUILLA	5/32"		11/64"		3/16"		13/64"		7/32"	
	3.96 mm		4.36 mm		4.76 mm		5.15 mm		5.55 mm	
Bars	l/h	Ø m	l/h	Ø m	l/h	Ø m	l/h	Ø m	l/h	Ø m
1.75	794	24.40	976	25.00	1135	25.60	1317	26.20	1566	26.80
2.10	885	25.00	1067	25.60	1249	26.20	1453	26.80	1725	27.40
2.46	953	25.60	1158	26.20	1362	26.80	1566	27.40	1884	28.00
2.81	1021	26.20	1226	26.80	1453	27.40	1680	28.00	2021	28.60
3.16	1090	26.80	1294	27.40	1544	28.00	1794	28.60	2134	29.20
3.51	1158	27.40	1362	28.00	1635	28.60	1907	28.60	2248	29.80
3.86	1203	27.40	1430	28.60	1703	28.60	1998	29.20	2339	29.80
4.21	1249	28.00	1476	28.60	1771	29.20	2089	29.80	2429	30.50

Fuente: catálogo de riego agrícola VYR

Especificaciones técnicas del aspersor:

- Alcance: diámetro de 24.4 m
- Caudal: 794 l/h (0.22 l/s).
- Presión de trabajo: 1,75 bar (17.50 mca)
- Sector: Sectorial circular.
- Boquillas: de latón o plástico.
- Ángulos: 25°.
- Altura de chorro: 2.40 m

CÁLCULO DE ÍNDICES TÉCNICOS DEL RIEGO: Tiene por finalidad establecer valores aproximados en relación a la dotación del recurso agua a los cultivos que satisfagan las necesidades hídricas de estos en las cantidades y el momento más oportuno. Para lo cual es necesario contar con la información según tabla 3:

Tabla 3: *Profundidad radicular y coeficiente de tolerancia de humedad de los cultivos*

cultivo	profundidad raíces (m)	n
papa siembra grande	0.52	0.3
olluco	0.52	0.3
avena/cebada forrajera	0.6	0.55
haba grano	0.6	0.35
pastos mejorados	0.9	0.55
hortalizas	0.45	0.4
papa siembra temprana	0.52	0.3
haba verde	0.6	0.35

Nota: (n) Coeficiente de agotamiento o descenso tolerable de humedad. Olarte H. (2002)

CEDULA DE CULTIVOS: se propone proyectar de acuerdo a la demanda de cultivos de los pobladores de la zona. Cuyos cultivos propuestos son perennes los cuales se adjudicó de acuerdo al consenso de los regantes. El riego beneficiara con el proyecto 46 hectáreas. La cedula de cultivo se muestra en Tabla 4.

Tabla 4: Cedula de cultivos sector Ccalani

CULTIVOS BASE	AREA		PROGRAMACIÓN DE SUPERFICIE AGRICOLA (ha)												CULTIVOS _ ROTACIÓN _	AREA		
	ha	%	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		ha	%	
Alfalfa	6.00	13%	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	Alfalfa	6.00	13%
Dactylis	8.00	17%	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	Dactylis	8.00	17%
Trebol	9.00	20%	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	Trebol	9.00	20%
Rye grass	6.00	13%	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	Rye grass	6.00	13%
Hortalizas	8.00	17%	8.00	8.00	8.00	8.00							8.00	8.00	Hortalizas	8.00	17%	
Papa	9.00	20%	9.00	9.00	9.00	9.00						9.00	9.00	9.00	Papa	9.00	20%	
SUBTOTAL	46.00	100%	46.00	46.00	46.00	46.00	29.00	29.00	29.00	29.00	29.00	38.00	46.00	46.00	SUBTOTAL	46.00	100%	

Fuente: elaboración propia (trabajo de campo)

COEFICIENTE DE CULTIVO (Kc): Indica el grado de desarrollo de los cultivos o la cobertura del suelo que se necesita evaluar para el consumo de agua, estos coeficientes pueden estimarse utilizando los métodos recomendados por la FAO, los coeficientes de cultivo se muestran en Tabla 5 y la determinación de Kc ponderado se presenta en Tabla 6.

Tabla 5: Coeficiente de cultivo (Kc)

CULTIVOS BASE	PERIODO VEGETATIVO		Kc											
	INICIO	FIN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Alfalfa	Agosto	Marzo	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90
Dactylis	Agosto	Marzo	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Trébol	Agosto	Marzo	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Rye grass	Agosto	Marzo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00
Hortalizas	Noviembre	Abril	0.70	0.80	0.60	0.50							0.55	0.60
Papa	Octubre	Abril	0.75	0.80	0.75	0.70						0.60	0.65	0.70

Fuente: ficha técnica estándar: Mejoramiento y ampliación del servicio de agua para riego por aspersión sectores de Parcco, Llaullipata, Nanra, Qqueroni y Toqra de la c.c. Unión Kora, Livitaca - Chumbivilcas – Cusco,

Tabla 6: Determinación de Kc ponderado para el sistema de riego

CULTIVOS BASE	PERIODO VEGETATIVO		Kc											
	INICIO	FIN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Alfalfa	Agosto	Marzo	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90
Dactylis	Agosto	Marzo	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Trébol	Agosto	Marzo	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Rye grass	Agosto	Marzo	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00
Hortalizas	Noviembre	Abril	0.70	0.80	0.60	0.50							0.55	0.60
Papa	Octubre	Abril	0.75	0.80	0.75	0.70						0.60	0.65	0.70
Kc ponderado			0.54	0.54	0.54	0.54	0.86	0.86	0.86	0.82	0.82	0.63	0.52	0.54

Fuente: propia elaboración

CAUDAL DE DISEÑO: El caudal de diseño agronómico para regar las 45 hectáreas es de 79.20 l/s, de los cuales el sistema principal (represa) abastecerá con un caudal de 20.00 l/s mediante una cámara distribuidora de caudales para regar en el sector Ccalani.

El riego se realizará por sub sistemas y mediante turnos de riego para los cuales se regará en turnos de cada 4 días.

El riego parcelario se realizará con mangueras móvil de polietileno de diámetro de 3/4", y simultáneamente con cuatro unidades de aspersores

EFICIENCIA DE RIEGO:

Soto (2002), Es la relación entre la cantidad de agua utilizada en la evapotranspiración y la cantidad de agua obtenida de la fuente. Si hay precipitación, se debe restar. La eficiencia de entregar el volumen de agua requerido a la plantación se denomina eficiencia de aplicación. Hay cálculos sobre estas eficiencias de acuerdo al tipo de riego aplicado, según Tabla 7.

Para el proyecto de investigación en Ccalani se toma en cuenta una eficiencia de ampliación de riego al 75%.

Tabla 7: Eficiencia de riego

sistema de riego	eficiencia de aplicación
riego por surcos	0.50 - 0.70
riego por inundación	0.60 - 0.80
riego por inundación permanente (arroz)	0.30 - 0.40
riego por aspersión	0.65 - 0.85
riego por goteo	0.75 - 0.90

Fuente: Soto, 2002

BENEFICIARIOS DEL PROYECTO: Los regantes del proyecto se ubican en el distrito de Livitaca, comunidad campesina de Huanaco, sector de Ccalani, el cual son un total de 90 familias beneficiarias directamente. Se ha coordinado mediante capacitaciones y reuniones que cada usuario va a regar un área uniforme de 0.50 hectáreas (5000.00 m²).

CONCLUSIONES

- Aspersor seleccionado VYR 60 con las características ya mencionadas el diámetro del aspersor es de 24.40 m, caudal de 794 l/h (0.22 l/s), presión de trabajo 1.75 bar (17.5 mca).
- Los cultivos establecidos de acuerdo al análisis del estudio se priorizarán: alfalfa, Dactylis, trébol, rye Grass, Hortalizas, papa.
- El caudal de diseño para el sistema es de 20.00 l/s
- Áreas a irrigar de acuerdo a la cedula de cultivo y al levantamiento topográfico la zona de proyectada cuenta con área a irrigar de 45 hectáreas.
- Para el diseño hidráulico se utilizarán simultáneamente cuatro unidades de cabezales de aspersores
- Turnos de riego cada cuatro días.
- Beneficiarios 90 familias.

4.1.4. GENERALIDADES DEL DISEÑO HIDRÁULICO

Cañar (2016), El diseño hidráulico considera el tamaño de toda la red de tubería, por lo que se calcula la pérdida de carga de diferentes combinaciones de diámetros y

longitudes de tubería, se mantiene la tolerancia de presión en la subunidad y se calcula la presión total requerida (altura dinámica total - ADT).

CRITERIOS DE DISEÑO

Agüero (1997), Una vez definidas las redes principales y secundarias, es necesario considerar estándares de diseño que permitan el abordaje final en base a las siguientes consideraciones.

Carga disponible: La carga disponible está representada por la diferencia de elevación entre el punto de captación y el embalse.

Gasto de diseño: El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario (Qmd), el que se estima considerando el caudal medio de gasto.

Clase de tubería: El tipo de tubería a seleccionar estará definido por la presión máxima que ocurre en la línea representada por la línea de carga estática. Al seleccionar, considerar la tubería que puede soportar la presión más alta que se puede generar, porque la presión máxima no aparece en condiciones de operación, sino cuando ocurre presión estática, cuando la válvula de control en la tubería está cerrada.

Diámetro de tuberías: Para determinar el diámetro se consideraron diferentes soluciones y se analizaron diversas alternativas desde el punto de vista económico. Teniendo en cuenta el desnivel máximo de toda la longitud de la sección, el diámetro seleccionado debe ser capaz de diseñar una velocidad entre 0,6 y 3,0 m/s; la pérdida de carga de cada sección calculada debe ser menor o igual a la carga disponible.

LÍNEA GRADIENTE: Indica la presión del agua a lo largo de la tubería en condiciones de funcionamiento. Al dibujar líneas de gradiente hidráulico, la velocidad del flujo se puede descargar libremente a la atmósfera (por ejemplo, en un tanque). Como resultado, la presión residual en el punto de descarga puede volverse positiva o negativa.

PERDIDA DE CARGA: Es el consumo de energía necesario para vencer la resistencia que impide que el fluido se mueva de uno a otro punto en la tubería.

La pérdida de carga puede ser lineal o por fricción, única y local. El primero es causado por la fricción entre el fluido y la superficie de contacto de la tubería; el segundo es producido por la deformación del flujo, el movimiento y los cambios de velocidad.

PERDIDA DE CARGA UNITARIA: se pueden utilizar varias fórmulas, pero la seleccionada para conductos a presión, es la de Hazen y Williams. Esta es válida únicamente para tuberías de flujo turbulento, con comportamiento hidráulico rugoso.

PERDIDA DE CARCA POR TRAMO (Hf):

$$H_f = h_f x L$$

Siendo L la longitud del tramo de tubería (m).

Para determinar la pérdida de carga de cada sección, es necesario conocer el valor de carga disponible, el caudal de diseño y la longitud de la sección de tubería. Con esta información, y utilizando nomogramas o fórmulas aplicadas, se puede determinar el diámetro de la tubería. El diámetro calculado que está entre dos diámetros comerciales, elija el próximo más alto o desarrolle una conexión de tubería. Utilizando el diámetro o los diámetros seleccionados, se calcula la pérdida de carga unitaria para estimar finalmente la pérdida de carga de cada sección.

PRESION: En línea de conducción en una tubería, la presión representa la energía gravitacional contenida en el agua. En una sección de la tubería que se ejecuta en su totalidad, aparece la ecuación de Bemoulli:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Donde:

- Z : cota del punto respecto a un nivel de referencia arbitraria (m)
- P/γ : altura de presión "P" es la presión y γ el peso específico del fluido (m)
- V : velocidad media del punto considerado (m/s)
- Hf : es la pérdida de carga que se produce en el tramo de

FORMULAS UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN

Agüero (1997), indica que se empleará la ecuación de Hazen y Williams:

$$Q=0.0004264*C*(D^{2.64}) * (hf^{0.54})$$

Donde:

D = Diámetro de la tubería (pulg).

Q = Caudal (l/s).

hf = Pérdida de carga unitaria (m/Km).

C = Coeficiente de Hazen - Williams expresado en (pie)^{1/2}/l/s.

Tabla 8: Coeficiente "C" para ecuación de Hazen - Williams

COEFICIENTE C PARA LA ECUACIÓN			
C	=	150	PVC
C	=	150	HDPE
C	=	100	F°G°

- CALCULO DEL DIÁMETRO DE TUBERÍA

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

Donde:

D = Diámetro en pulgadas

Q = Gasto máximo de la fuente

Hf = Pérdida de carga unitaria

➤ CALCULO DE VELOCIDAD

$$V=1.9735\frac{Q}{D^2}$$

Donde:

Q = Gasto en l/s.

D = Diámetro de tubería en pulgadas

La velocidad en tubería deberá estar comprendida entre 0.6 a 3 m/s.

➤ PERDIDA DE CARGA UNITARIA

$$hf = \left(\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

Donde:

Q = Gasto en l/seg.

D = Diámetro de tubería en pulgadas

C = Coeficiente del material

ESTRUCTURAS COMPLEMENTARIAS

Según Agüero (1997), Las estructuras complementarias u obras de arte para el funcionamiento óptimo del sistema de tuberías, son las que se describen:

Válvulas de aire: El aire que se junta puntos en puntos altos provoca una disminución en el agua en el área de flujo, lo que resulta en un aumento en la caída de presión y una disminución en el caudal de flujo. Para aliviar estos casos, se deberá de colocar una válvula de aire, que puede ser automática o manual.

Válvulas de purga: El terreno accidentado acumula sedimentos en el punto bajo de la línea de conducción, lo que reduce el área de flujo, se colocara una válvula de purga y limpiar la tubería con regularidad.

Cámaras rompe-presión: Cuando existe un gran desnivel entre la entrada de agua y ciertos puntos a lo largo de la tubería, se producirá una presión superior de presión de

trabajo de la tubería. Para lo cual, es necesario construir una cámara de romper presión para disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica) para evitar daños en la tubería. Estas estructuras permiten el uso de tuberías de menor calidad, lo que reduce en gran medida el costo de los proyectos de suministro de agua potable.

4.1.5. MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON TUBERÍAS PVC

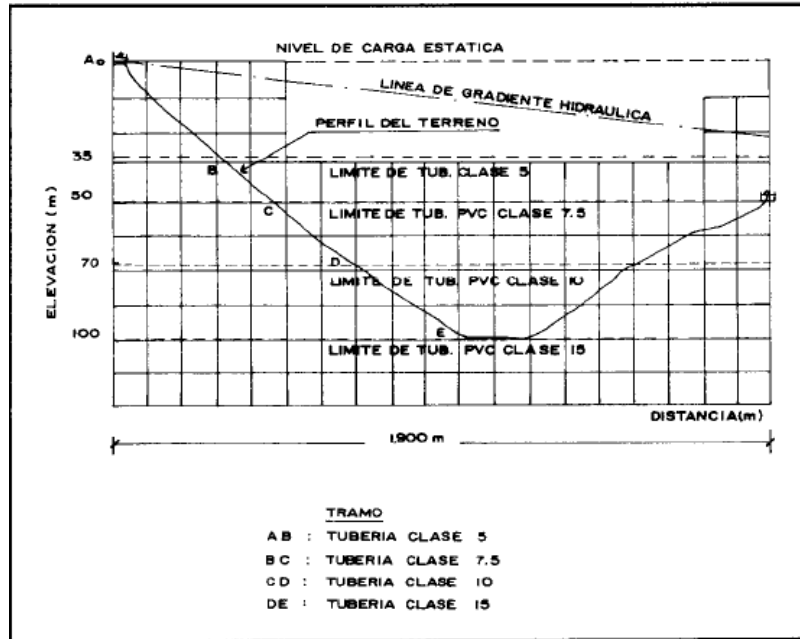
La presión máxima que ocurre en la red representada por la línea de carga estática. Las tuberías de PVC se utilizan en la mayoría de los proyectos de riego técnico. En comparación con otros tipos de tuberías, este material tiene ventajas comparativas: económicas, flexibles, duraderas, livianas, fáciles de transportar e instalar; además, son tuberías con diámetros comerciales, las cuales son fáciles de encontrar en el mercado, mostrando los tipos de tuberías y presión de trabajo se muestra en la Tabla 9 y en la figura 8.

Tabla 9: Clase de tuberías PVC y presión de trabajo

clase	presión máxima de prueba (m)	presión máxima de trabajo (m)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: Agüero, 1997.

Figura 8: Presión máxima de trabajo por clase de tuberías PVC



Fuente: Agüero, 1997.

Cuando la presión es mayor que la de la tubería de PVC, la naturaleza geomórfica hace que la excavación sea antieconómica y se requiere la construcción de un acueducto, se recomienda tubería de fierro galvanizado.

- La tubería seleccionada para el diseño y modelamiento hidráulico corresponde a la Norma Técnica Peruana NTP 399.002.
- Tubos de poli (cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U), para conducción de fluidos a presión
- En la Tabla 10, se verifica las características técnicas de la tubería a presión NTP 399.002:2015

Tabla 10: características técnicas de la tubería a presión NTP 399.002:2015

Diámetro Exterior		Longitud		Clase 5 SDR 41 72 PSI (5 bar)		Clase 7.5 SDR 27.7 108 PSI (7.5 bar)		Clase 10 SDR 21 145 PSI (10 bar)		Clase 15 SDR 14.3 215 PSI (15 bar)	
Nominal (pulg)	Real (mm)	Total (metros)	Útil (metros)	Espesor (mm)	Peso (kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (kg/tubo)	Espesor (mm)	Peso (kg x tubo)	Espesor (mm)	Peso (kg x tubo)
1/2" (l)	21.0	5.00	4.97					1.8	0.841	1.8	0.841
3/4" (l)	26.5	5.00	4.96					1.8	1.082	1.8	1.082
1"	33.0	5.00	4.96					1.8	1.365	2.3	1.717
1 1/4"	42.0	5.00	4.96			1.8	1.758	2.0	1.943	2.9	2.755
1 1/2"	48.0	5.00	4.96			1.8	2.020	2.3	2.554	3.3	3.584
2"	60.0	5.00	4.95	1.8	2.544	2.2	3.088	2.9	4.021	4.2	5.692
2 1/2"	73.0	5.00	4.94	1.8	3.111	2.6	4.444	3.5	5.905	5.1	8.407
3"	88.5	5.00	4.93	2.2	4.608	3.2	6.625	4.2	8.593	6.2	12.385
4"	114.0	5.00	4.90	2.8	7.562	4.1	10.944	5.4	14.244	8.0	20.597
6"	168.0	5.00	4.86	4.1	16.326	6.1	23.995	8.0	31.099	11.7	44.432
8"	219.0	5.00	4.82	5.3	27.519	7.9	40.521	10.4	52.713	15.3	75.730
10"	273.0	5.00	4.77	6.7	43.353	9.9	63.290	13.0	82.130	19.0	117.269
12"	323.0	5.00	4.73	7.9	60.487	11.7	75.585	15.4	98.105	22.5	164.301

Fuente: catálogo de línea sanitaria PVC, PAVCO, 2016.

PROCESO DE CÁLCULO HIDRÁULICO

Para el desarrollo del cálculo hidráulico se utilizaron las fórmulas ya mencionadas, se muestra el procedimiento del cálculo de: velocidad, diámetro y presión final en el tramo de línea de conducción ubicado entre la cámara de carga y la cámara rompe presión N 1, el resultado se muestra en la Tabla 11. Los cálculos se realizan manualmente y se compara con los resultados obtenidos mediante el software WaterGEMS.

datos:

Q= 20.00 l/s
longitud= 561.14 m
cota inicio= 4045.07 msnm
cota final= 3971.75 msnm

Desnivel del terreno (m)=

$$\text{cota inicial} - \text{cota final} = 4045.07 - 3971.75 = 73.32 \text{ m}$$

Perdida de carga unitaria disponible hf (m/m):

$$\frac{\text{desnivel terreno}}{\text{longitud}} = \frac{73.32}{561.14} = 0.1307$$

diámetro:

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}} = \frac{0.71 * 20^{0.38}}{0.1307^{0.21}} = 3.398 \text{ pulg} \approx 4 \text{ pulg}$$

velocidad:

$$V = 1.9735 \frac{Q_{\text{diseño}}}{D^2} = 1.9735 \frac{20.00}{4^2} = 2.47 \text{ m/s}$$

Perdida de carga unitaria hf (m/m):

$$hf = \left(\frac{Q}{2.492 * D^{2.63}} \right)^{1.85} = \left(\frac{20.00}{2.492 * 4^{2.63}} \right)^{1.85} = 0.0555$$

Perdida de carga tramo Hf (m):

$$\text{longitud} \times hf(\text{m/m}) = 561.14 \times 0.0555 = 31.12 \text{ m}$$

cota piezometrica:

$$\text{cota inicial terreno} - Hf(\text{m}) = 4045.07 - 31.12 = 4013.95 \text{ msnm}$$

presión final:

$$\text{cota piezometrica final} - \text{cota terreno final} = 4013.95 - 3971.75 = 42.20 \text{ mca}$$

Tabla 11: Resultados del cálculo hidráulico en línea de conducción en el tramo de cámara de varga y cámara rompe presión N°1

TIPO DE CALCULO	TRAMO		CAUDAL Qmd (l/s)	Longitud Efectiva (m)	COTA DEL TERRENO		Desnivel del terreno (m)	Pérdida de carga unitaria disponible hf	Diametro D (pulg)		Velocidad V (m/s)	Pérdida de carga unitaria hf (m/m)	Pérdida de carga tramo HF (m)	Cota Piezometrica		Presion (m)	CLASE DE TUBERIA
	INICIO	FINAL			Inicial	Final			calculado	pulgadas				inicial	final		
CALCULOS MANUALES	CDC	Camara rompe presion	20.00	561.14	4045.07	3971.75	73.32	0.1307	3.398	4	2.47	0.0554586	31.120	4045.07	4013.95	42.20	C - 7.5
SOFTWARE WaterGEMS	CDC	Camara rompe presion	20.00	561.14	4045.07	3971.75	73.32			4	2.47					42.09	C - 7.5

Nota: la diferencia entre el modelamiento hidráulico con el software WaterGEMS y los cálculos realizados manualmente no se tiene grandes diferencias, más solo se observa la diferencia en la presión final de 0.11 mca. Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON TUBERÍA PVC

El modelamiento hidráulico para el diseño de diámetros, longitud y clase de tubería se ha elaborado mediante el software de WaterGEMS, se tiene como resultado que los diámetros de tuberías utilizar, son de 6", 4", 3", 2 ½", 2", 1 ½", y 1"; además obtenemos que la clase de tubería corresponde a dos tipos de clase: C-7.5 y C-10; la longitud total del sistema de riego Ccalani es de 15,645.30 metros. el modelamiento se muestra en los anexos.

Del diseño hidráulico en línea de conducción empleando tubería PVC, se obtienen diámetros de 6 pulgadas y 4 pulgadas en longitud de 1682.48 m y 561.14 m, velocidad de 1.10 y 2.47 m/s, respectivamente; presión final para diámetro de 4 pulgadas es de 42.09 mca, presión final para diámetro de 6 pulgadas es de 10.84 mca.

En la línea de conducción se deberá de diseñar el conducto de sifón invertido con diámetro de 6 pulgadas, el cual tiene una longitud de 1,121.34 m, cota inicio 3,971.75 msnm, conta sifón 3,932.21, cota salida 3,953.29, siendo el desnivel más crítico de 39.54 m, el desnivel de entrada y salida del sifón es de 18.46 m, la tubería en el punto más crítico deberá de plantearse con tubería de material fierro galvanizado, por estar ubicado en el pase aéreo (cruce de rio, tubería expuesta).

Para redes de distribución empleando tubería PVC, se obtienen diámetros de 6", 4", 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", en longitud de 13,962.82 m, con máxima velocidad de 2.78 m/s

y mínima de 0.56 m/s, se verifica las velocidades en las tuberías cumple con los parámetros establecidos, la presión generada en los nodos de hidrantes se tiene como máxima presión 52.21 mca y mínima de 8.49 mca, se deberá de replantear el tipo de aspersor para los hidrantes que no cumplan con los parámetros establecidos.

En la red de distribución se diseñará el conducto sifón invertido con diámetro de 6 pulgadas, el cual tiene una longitud de 7,896.73 m, cota inicio 3,920.26 msnm, cota sifón 3,880.00, cota salida 3,905.05, siendo el desnivel más crítico de 40.26 m, el desnivel de entrada y salida del sifón es de 15.21 m, la tubería en el punto más crítico deberá de plantearse de clase de 15 de PVC.

En la Tabla 12, se presenta la cantidad por diámetro y clase de tubería PVC a emplear en el sistema de riego, en la Tabla 13 observamos las obras de arte propuestos para la operación del sistema de riego.

Tabla 12: cantidad por diámetro y la clase de tubería PVC a emplear en el sistema de riego

METRADO DE TUBERIAS		METRADO DE TUBERIAS POR CLASE		
DIAMETRO DE TUBERIAS	ML			
TUBERIA DE 6"	5,696.20	C-5.0	0.00	m
TUBERIA DE 4"	2,289.26	C-7.5	13,864.36	m
TUBERIA DE 3"	1,224.77	C-10.0	1,780.94	m
TUBERIA DE 2 1/2"	1,535.64	C-15.0	0.00	m
TUBERIA DE 2"	1,351.15	TOTAL	15,645.30	m
TUBERIA DE 1 1/2"	1,767.34			
TUBERIA DE 1"	1,780.94			
TOTAL	15,645.30			

Fuente: elaboración propia

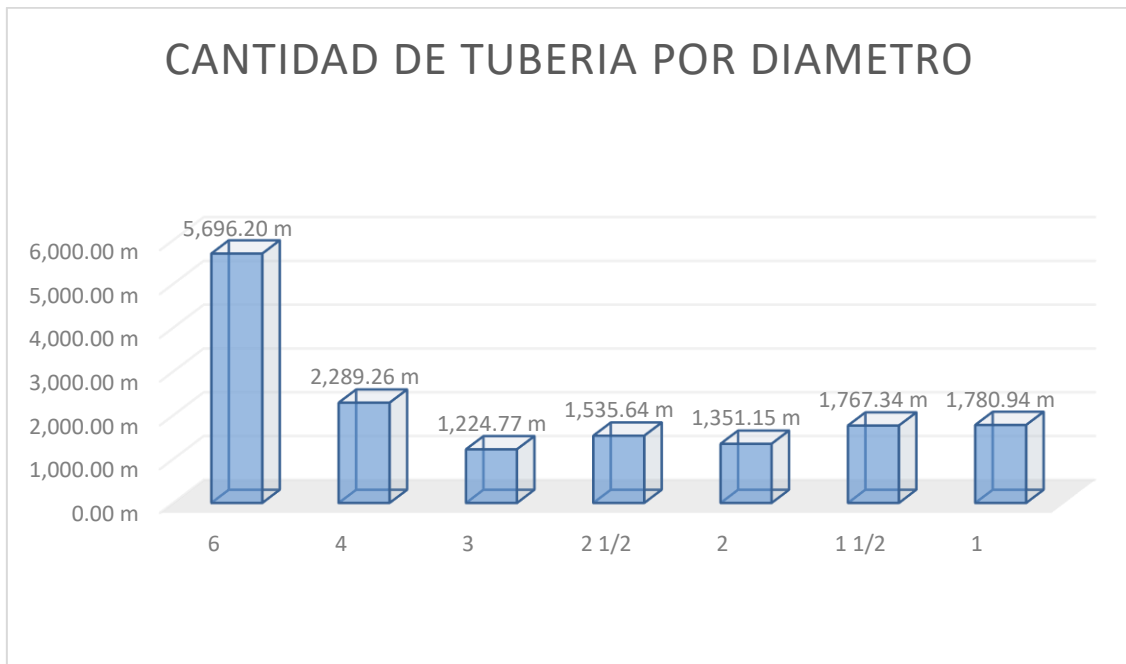
Tabla 13: Obras de arte del sistema de riego

OBRAS DE ARTE		
cámara de carga	3	UND
cámara rompe presión	10	UND
válvula de control	6	UND
válvula de purga	24	UND
válvula de aire	3	UND
hidrantes	90	UND

Fuente: elaboración propia

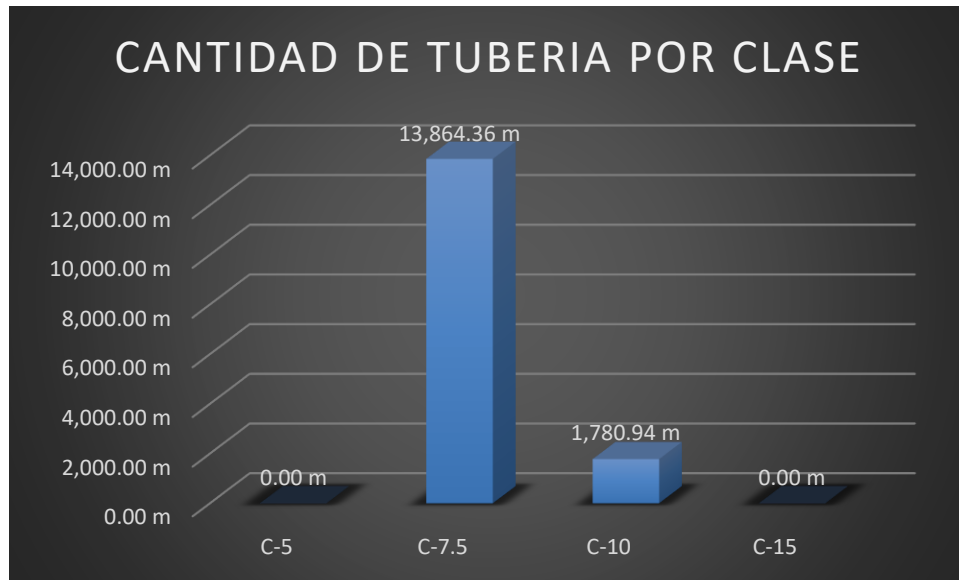
En la Figura 9, se detalla en cuadro estadístico de la cantidad de tuberías por diámetro a utilizar, en la Figura 10, se muestra la cantidad a requerir por tipo de clase de tubería.

Figura 9: Cantidad de diámetro por diámetros en unidades de pulgadas en PVC



Fuente: elaboración propia

Figura 10: Cantidad de tuberías requeridas por clase en PVC



Fuente: elaboración propia

4.1.6. MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON TUBERÍAS HDPE

Según propiedades y aplicaciones de la tubería de polietileno de alta densidad (s.f.)

La tubería de HDPE tiene las características de fácil manejo, por lo que las tareas de transporte y montaje son sencillas, ahorrando tiempo y esfuerzo. Su ligereza en ocasiones no requiere el uso de maquinaria especial; por su maniobrabilidad y alta flexibilidad, permite cambiar de dirección en curvatura fría; no es necesario utilizar accesorios como codos y curvas; por lo tanto, su uso representa minimizar el costo. Ahora que hemos hablado de esto, vale la pena mencionar; estas tuberías requieren muy pocas conexiones y pueden ser soldadas por termofusión y accesorios mecánicos.

Las tuberías de HDPE tienen baja conductividad térmica; reducen el riesgo de congelamiento de los fluidos en la red utilizada; incluso cuando las heladas afecten en su interior; una vez descongeladas, la tubería volverá a su diámetro original sin romperse. Su otra propiedad más valiosa es su baja conductividad, lo que los hace insensibles a las corrientes subterráneas. En cuanto a las propiedades químicas de

las tuberías de HDPE, encontramos que son inertes y estables, son inodoros, no contienen sal ni metales pesados y, por tanto, no son tóxicas. Sus paredes son hidráulicamente lisas, por lo que la resistencia a la circulación de fluidos es mínima; las tuberías de HDPE tienen una caída de presión menor en comparación con las tuberías de otros materiales.

- La tubería seleccionada para el modelamiento hidráulico corresponde a la Norma Técnica Peruana NTP 4427:2008.
- Tubos HDPE (PEAD), para conducción de agua a presión
- En la Tabla 14, se verifica las características técnicas de la tubería según NTP ISO 4427:2008

Tabla 14: características técnicas de tubería HDPE NTP ISO 4427:2008

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA TUBERIA HDPE NORMA NTP ISO 4427:2008																							
ESPESOR (mm)/peso (kg/m)																							
DIAMETRO EXTERNO (mm)		Tipo de PE	SDR 6		SDR 7.4		SDR 9		SDR 11		SDR 13.6		SDR 17		SDR 21		SDR 26		SDR 33		SDR 41		
			S 2.5		S 3.2		S 4		S 5		S 6.3		S 8		S 10		S 12.5		S 16		S 20		
			PN 25		PN 20		PN 16		PN 12.5		PN 10		PN 8		PN 6		PN 5		PN 4		PN 3.2		
		PE 80	PN 25		PN 20		PN 16		PN 12.5		PN 10		PN 8		PN 6		PN 5		PN 4		PN 3.2		
		PE 100	...		PN 25		PN 20		PN 16		PN 12.5		PN 10		PN 8		PN 6		PN 5		PN 4		
Minimo	Maximo	Medio	Ovalidad	e min	peso	e min	peso	e min	peso	e min	peso	e min	peso	e min	peso	e min	peso	e min	peso	e min	peso	e min	peso
20.0	20.3	20.15	1.20	3.4	0.18	3.0	0.16	2.3	0.13	2.0	0.12												
25.0	25.3	25.15	1.20	4.2	0.28	3.5	0.24	3.0	0.21	2.3	0.17	2.0	0.15										
32.0	32.3	32.15	1.30	5.4	0.46	4.4	0.39	3.6	0.33	3.0	0.28	2.4	0.23	2.0	0.19								
40.0	40.4	40.20	1.40	6.7	0.72	5.5	0.61	4.5	0.51	3.7	0.43	3.0	0.36	2.4	0.29	2.0	0.24						
50.0	50.4	50.20	1.40	8.3	1.11	6.9	0.95	5.6	0.80	4.6	0.67	3.7	0.55	3.0	0.45	2.4	0.37	2.0	0.31				
63.0	63.4	63.20	1.50	10.5	1.77	8.6	1.50	7.1	1.27	5.8	1.06	4.7	0.88	3.8	0.72	3.0	0.58	2.5	0.48				
75.0	75.5	75.25	1.60	12.5	2.50	10.3	2.14	8.4	1.79	6.8	1.49	5.6	1.25	4.5	1.02	3.6	0.82	2.9	0.67				
90.0	90.6	90.30	1.80	15.0	3.61	12.3	3.06	10.1	2.59	8.2	2.15	6.7	1.79	5.4	1.46	4.3	1.18	3.5	0.97				
110.0	110.7	110.35	2.20	18.3	5.38	15.1	4.59	12.3	3.85	10.0	3.20	8.1	2.64	6.6	2.19	5.3	1.78	4.2	1.42				
160.0	161.0	160.50	3.20	26.6	11.37	21.9	9.69	17.9	8.15	14.6	6.80	11.8	5.60	9.5	4.58	7.7	3.76	6.2	3.06				
200.0	201.2	200.60	4.00	33.2	17.75	27.4	15.16	22.4	12.75	18.2	10.60	14.7	8.73	11.9	7.17	9.6	5.86	7.7	4.74				
250.0	251.5	250.75	5.00	41.5	27.73	34.2	23.65	27.9	19.86	22.7	16.53	18.4	13.65	14.8	11.15	11.9	9.08	9.6	7.39				
280.0	281.7	280.85	9.80	46.5	34.80	38.3	29.67	31.3	24.94	25.4	20.72	20.6	17.12	16.6	14.01	13.4	11.45	10.7	9.23				
315.0	316.9	315.95	11.10	52.3	44.04	43.1	37.56	35.2	31.56	28.6	26.25	23.2	21.69	18.7	17.75	15.0	14.42	12.1	11.74	9.7	9.49	7.7	7.58
355.0	357.2	356.10	12.50	59.0	55.98	48.5	47.64	39.7	40.11	32.2	33.31	26.1	27.51	21.1	22.57	16.9	18.31	13.6	14.88	10.9	12.02	8.7	9.65
400.0	402.4	401.20	14.00			54.7	60.53	44.7	50.89	36.3	42.30	29.4	34.91	23.7	28.57	19.1	23.31	15.3	18.86	12.3	15.28	9.8	12.25
450.0	452.7	451.35	15.60			61.5	76.57	50.3	64.42	40.9	53.61	33.1	44.21	26.7	36.21	21.5	29.51	17.2	23.85	13.8	19.28	11.0	15.47
500.0	503.0	501.50	17.50					55.8	73.42	45.4	66.13	36.8	54.61	29.7	44.75	23.9	36.45	19.1	29.42	15.3	23.76	12.3	19.22
560.0	563.4	561.70	19.60					62.5	99.64	50.8	82.88	41.2	68.48	33.2	56.03	26.7	45.62	21.4	36.93	17.2	29.91	13.7	23.98
630.0	633.8	631.90	22.10					70.3	126.08	57.2	104.98	46.3	86.59	37.4	71.01	30.0	57.67	24.1	46.78	19.3	37.76	15.4	30.32
710.0	716.4	713.20						79.3	160.53	64.5	133.62	52.2	110.19	42.1	90.23	33.9	73.54	27.2	59.59	21.8	48.14	17.4	38.66
800.0	807.2	803.60						89.3	203.71	72.6	169.48	58.8	139.86	47.4	114.47	38.0	93.14	30.6	75.54	24.5	60.96	19.6	49.07
900.0	908.1	904.05								81.7	214.56	66.2	177.13	53.3	144.81	42.9	117.98	34.4	95.54	27.6	77.25	22.0	61.97

FUENTE: catálogo de tuberías y conexiones PAVCO

RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON TUBERÍA HDPE

El modelamiento hidráulico para el diseño de diámetros, longitud y clase de tubería se ha elaborado mediante el software de WaterGEMS, se tiene como resultado que los diámetros de tuberías utilizar, son de 160mm, 110mm, 75mm, 63mm, 50mm, 40mm,

25mm; además obtenemos que la clase de tubería corresponde a dos tipos de clase: S-8, S-6.3; la longitud total del sistema de riego Ccalani es de 15,645.30 metros, el modelamiento hidráulico se muestra en los anexos.

Del diseño hidráulico en línea de conducción empleando tubería HDPE, se obtienen diámetros de 160 mm y 110 mm en longitud de 1682.48 m y 561.14 m, velocidad de 0.99 y 2.10 m/s, respectivamente; presión final para diámetro de 110 mm es de 52.06 mca, presión final para diámetro de 6 pulgadas es de 12.44 mca, en la línea de conducción se deberá de diseñar el conducto de sifón invertido con diámetro de 160 mm.

En la línea de conducción se deberá de diseñar el conducto de sifón invertido con diámetro de 160 mm, el cual tiene una longitud de 1,121.34 m, cota inicio 3,971.75 msnm, cota sifón 3,932.21, cota salida 3,953.29, siendo el desnivel más crítico de 39.54 m, el desnivel de entrada y salida del sifón es de 18.46 m, la tubería en el punto más crítico deberá de plantearse con tubería de HDPE PE100 color negro, por estar ubicado en el pase aéreo (cruce de río, tubería expuesta).

Para redes de distribución empleando tubería HDPE, se obtienen diámetros de 160mm, 110mm, 75 mm, 63mm, 50mm, 40 mm, 25mm, en longitud de 13,962.82 m, con velocidad máxima de 2.82 m/s y mínima de 0.57 m/s, se verifica que la velocidad en las tuberías cumple con los parámetros establecidos, la presión generada en los nodos de hidrantes se tiene como máxima presión 52.58 mca y mínima de 8.69 mca, se deberá de replantear el tipo de aspersor para los hidrantes que no cumplan con los parámetros establecidos.

En la red de distribución se deberá de diseñar el conducto de sifón invertido con diámetro de 160 mm, el cual tiene una longitud de 7,896.73 m, cota inicio 3,920.26 msnm, cota sifón 3,880.00, cota salida 3,905.05, siendo el desnivel más crítico de 40.26 m, el desnivel de entrada y salida del sifón es de 15.21 m, la tubería en el punto más crítico deberá de plantearse de clase: S 6.3 de HDPE.

En la Tabla 15, se presenta la cantidad por diámetro y clase de tubería HDPE a emplear en el sistema de riego.

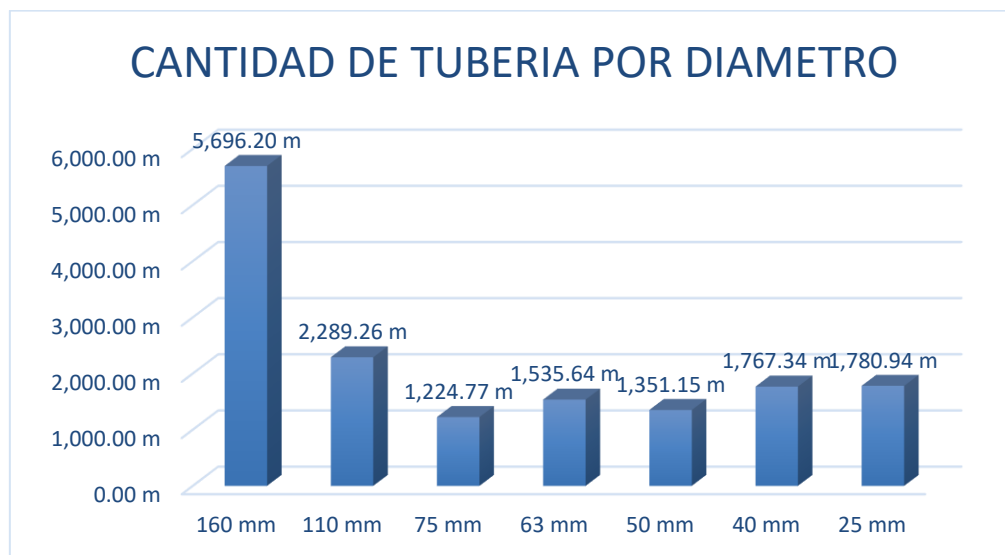
Tabla 15: Cantidad por diámetro y clase de tubería HDPE a emplear en el sistema de riego

METRADO DE TUBERIAS		METRADO DE TUBERIAS POR CLASE		
DIAMETRO DE TUBERIAS	ML			
TUBERIA DE 160 mm	5696.20	S - 10 (PN6)	0.00	m
TUBERIA DE 110 mm	2289.26	S - 8 (PN8)	12051.26	m
TUBERIA DE 75 mm	1224.77	S - 6.3 (PN10)	3594.04	m
TUBERIA DE 63 mm	1535.64	S - 5.0 (PN12.5)	0.00	m
TUBERIA DE 50 mm	1351.15	TOTAL 15,645.30 m		
TUBERIA DE 40 mm	1767.34			
TUBERIA DE 25 mm	1780.94			
TUBERIA DE 20 mm	0.00			
TOTAL				
	15,645.30			

Fuente: elaboración propia

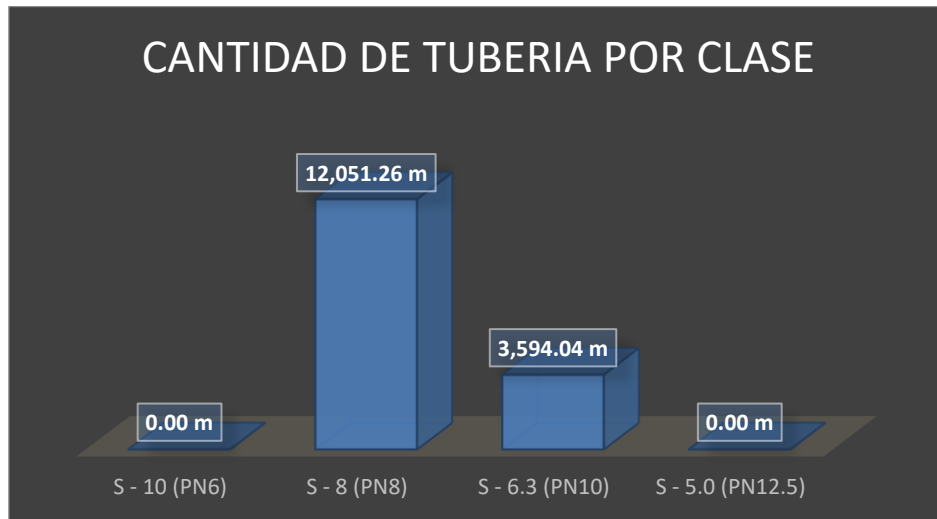
En la Figura 12, se detalla en cuadro estadístico de la cantidad de tuberías por diámetro a utilizar, en la Figura 13, se muestra la cantidad a requerir por tipo de clase de tubería.

Figura 11: Cantidad de tuberías por diámetro HDPE



Fuente: elaboración propia

Figura 12: cantidad de tuberías por clase HDPE



Fuente: elaboración propia

4.1.7. COMPARATIVO TÉCNICO Y RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO ENTRE AMBAS TECNOLOGÍAS DE TUBERÍAS

para el modelamiento hidráulico del sistema de riego, se deberá de cumplir con las presiones requeridas en los hidrantes parcelarios, además de las velocidades en las tuberías, esto tanto para el modelamiento hidráulico de tuberías HDPE Y PVC:

- Caudal de cabezal de aspersor para diseño hidráulico es 794 l/h (0.22 l/s)
- cantidad de aspersores por hidrante es de 4 cabezales, siendo así un gasto o caudal de 0.88 l/s por hidrante
- presión requerida en cada hidrante es de 1.75 bar (17.50 mca)
- la velocidad en las tuberías debe de ser entre 0.6 a 3 m/s

Del modelamiento hidráulico realizado para ambos tipos de tecnología de tuberías propuestos para el riego en Ccalani, se observa la diferencia que se da en la presión generada en cada punto de hidrante, además de la velocidad que se genera en los diferentes segmentos de tuberías, la razón por la cual se genera estas variaciones es por los diámetros de tuberías con los que se ha realizado el modelamiento hidráulico, es así que para tuberías de PVC los diámetros se presentan en unidades de pulgadas

y de las tuberías de HDPE sus unidades se presentan en milímetros, al no coincidir los diámetros entre ambas tuberías se presentan la variación en el modelamiento hidráulico.

Las presiones finales y velocidad en gran parte son mayores para el modelamiento de tubería HDPE, puesto que los diámetros comerciales (mm) que presenta esta tubería son mayores en comparación con los diámetros equivalentes en pulgadas de las tuberías de PVC. En la Tabla 16 y Tabla 17, se verifica en cuanto es la variación del cálculo hidráulico con respecto a la presión generada en los nodos de hidrantes analizados del sistema de riego propuesto. En la Tabla 18 y Tabla 19 se verifica la variación que presenta en función de la velocidad en los diferentes tramos de tuberías del modelamiento hidráulico. Se presenta en concordancia para las tablas mencionadas, los tramos analizados mediante el software WaterGEMS en la Figura 14 y en el plano del planteamiento hidráulico en la Figura 15.

Debemos observar que la presión generada en cada nodo hidrante cumple con lo requerido por las especificaciones técnicas del aspersor seleccionado mediante el diseño agronómico que debe de ser mayor o igual a 17.5 mca. Además de que la velocidad que deben de cumplir en cada tramo de tubería tiene que estar entre 0.6 m/s a 3 m/s.

Tabla 16: Presiones generadas en nodos con tubería HDPE (mm)

ID	ETIQUETA	ELEVACIÓN msnm	DEMANDA (l/s)	GRADIENTE HIDRÁULICO (m)	PRESIÓN mca
322	N-72	3746.38	0.88	3773.78	27.35
397	N-87	3747.90	0.88	3764.74	16.81
288	N-67	3753.40	0.88	3777.10	23.65
151	N-28	3769.70	0.88	3794.79	25.04
197	N-45	3773.32	0.88	3792.77	19.41
185	N-40	3776.95	0.88	3792.41	15.43
84	N-14	3778.09	0.88	3789.97	11.85
163	N-32	3785.30	0.88	3796.95	11.62
157	N-30	3823.63	0.88	3847.41	23.74
200	N-47	3859.65	0.88	3883.00	23.31
206	N-49	3868.00	0.88	3899.04	30.98
169	N-34	3882.10	0.88	3904.02	21.88
239	N-58	3885.99	0.88	3908.44	22.40
329	N-73	3887.07	0.88	3914.67	27.54
293	N-68	3888.51	0.88	3906.90	18.35
370	N-85	3891.44	0.88	3914.65	23.16
210	N-51	3894.94	0.88	3914.19	19.21
182	N-38	3896.21	0.88	3915.48	19.24
309	N-70	3897.79	0.88	3913.53	15.71
142	N-24	3902.14	0.88	3916.40	14.23
175	N-37	3906.00	0.88	3916.00	9.98

Fuente: elaboración propia – modelamiento hidráulico con tubería HDPE

Tabla 17: Presiones generadas en nodos con tubería PVC (pulgadas)

ID	ETIQUETA	ELEVACIÓN msnm	DEMANDA (l/s)	GRADIENTE HIDRÁULICO (m)	PRESIÓN mca
322	N-72	3746.38	0.88	3775.77	29.33
397	N-87	3747.90	0.88	3767.40	19.46
288	N-67	3753.40	0.88	3778.84	25.39
151	N-28	3769.70	0.88	3795.15	25.40
197	N-45	3773.32	0.88	3793.24	19.87
185	N-40	3776.95	0.88	3793.01	16.03
84	N-14	3778.09	0.88	3790.75	12.63
163	N-32	3785.30	0.88	3797.13	11.81
157	N-30	3823.63	0.88	3847.64	23.97
200	N-47	3859.65	0.88	3882.92	23.23

206	N-49	3868.00	0.88	3898.37	30.31
169	N-34	3882.10	0.88	3902.98	20.84
239	N-58	3885.99	0.88	3907.07	21.03
329	N-73	3887.07	0.88	3913.18	26.05
293	N-68	3888.51	0.88	3906.26	17.71
370	N-85	3891.44	0.88	3913.15	21.67
210	N-51	3894.94	0.88	3913.17	18.19
182	N-38	3896.21	0.88	3914.21	17.96
309	N-70	3897.79	0.88	3912.33	14.52
142	N-24	3902.14	0.88	3915.37	13.20
175	N-37	3906.00	0.88	3914.86	8.84

Fuente: elaboración propia – modelamiento hidráulico con tubería HDPE

Tabla 18: velocidades generadas en tramos entre nodos con tubería HDPE (mm)

ID	ETIQUETA	LONGITUD M	INICIO NODO	FIN NODO	DIÁMETRO (PULGADAS)	CAUDAL (L/S)	VELOCIDAD (M/S)	CLASE TUBERÍA
294	T-3	62.55	N-23	N-52	160	17.60	0.88	S-8
338	T-4	91.62	N-55	N-65	160	14.08	0.70	S-8
131	T-5	12.04	N-21	N-22	110	12.32	1.30	S-8
301	T-6	64.47	N-33	N-48	75	9.68	2.19	S-8
248	T-7	44.56	N-44	N-39	75	4.40	1.00	S-8
321	T-8	82.77	N-26	N-72	25	0.88	1.79	S-6.3
208	T-9	26.15	N-50	N-51	40	0.88	0.70	S-6.3
328	T-10	85.53	N-65	N-73	40	0.88	0.70	S-6.3
181	T-11	18.44	N-21	N-38	40	0.88	0.70	S-6.3
292	T-12	62.51	N-22	N-68	25	0.88	1.79	S-6.3
237	T-13	43.35	N-57	N-58	25	0.88	1.79	S-6.3
167	T-14	15.59	N-33	N-34	25	0.88	1.79	S-6.3
198	T-15	23.15	N-46	N-47	25	0.88	1.79	S-6.3
155	T-16	14.67	N-29	N-30	40	0.88	0.70	S-6.3
149	T-17	14.03	N-27	N-28	40	0.88	0.70	S-6.3
195	T-18	21.99	N-44	N-45	40	0.88	0.70	S-6.3
183	T-19	19.21	N-39	N-40	50	0.88	0.45	S-8
82	T-20	6.76	N-13	N-14	25	0.88	1.79	S-6.3

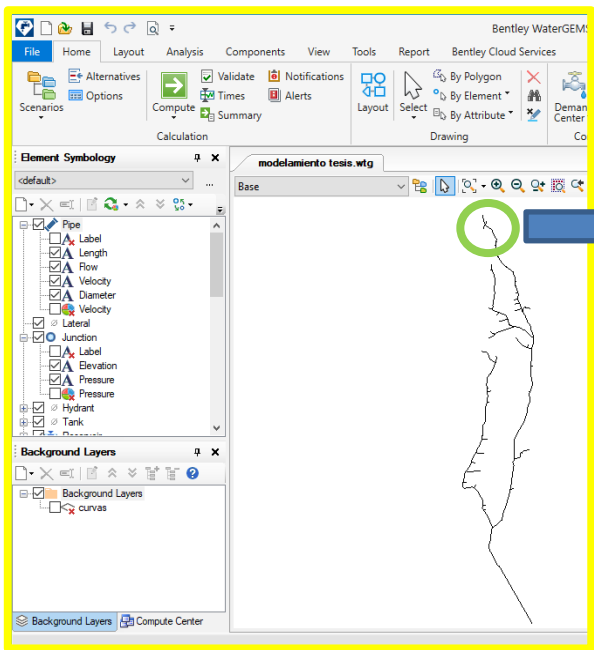
Fuente: elaboración propia – modelamiento hidráulico con tubería PVC

Tabla 19: velocidades generadas en tramos entre nodos con tubería PVC (pulgadas)

ID	ETIQUETA	LONGITUD M	INICIO NODO	FIN NODO	DIÁMETRO (pulgadas)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	CLASE TUBERÍA
294	T-3	62.55	N-23	N-52	6	17.60	0.96	C-7.5
338	T-4	91.62	N-55	N-65	6	14.08	0.77	C-7.5
131	T-5	12.04	N-21	N-22	4	12.32	1.52	C-7.5
301	T-6	64.47	N-33	N-48	3	9.68	2.12	C-7.5
248	T-7	44.56	N-44	N-39	3	4.40	0.96	C-7.5
321	T-8	82.77	N-26	N-72	1	0.88	1.74	C-10
208	T-9	26.15	N-50	N-51	1 1/2	0.88	0.77	C-7.5
328	T-10	85.53	N-65	N-73	1 1/2	0.88	0.77	C-7.5
181	T-11	18.44	N-21	N-38	1 1/2	0.88	0.77	C-7.5
292	T-12	62.51	N-22	N-68	1	0.88	1.74	C-10
237	T-13	43.35	N-57	N-58	1	0.88	1.74	C-10
167	T-14	15.59	N-33	N-34	1	0.88	1.74	C-10
198	T-15	23.15	N-46	N-47	1	0.88	1.74	C-10
155	T-16	14.67	N-29	N-30	1 1/2	0.88	0.77	C-7.5
149	T-17	14.03	N-27	N-28	1 1/2	0.88	0.77	C-7.5
195	T-18	21.99	N-44	N-45	1 1/2	0.88	0.77	C-7.5
183	T-19	19.21	N-39	N-40	2	0.88	0.43	C-7.5
82	T-20	6.76	N-13	N-14	1	0.88	1.74	C-10

Fuente: elaboración propia – modelamiento hidráulico con tubería PVC

Figura 13: Modelamiento hidráulico mediante software WaterGEMS, tramo analizado en la Tabla 17 y Tabla 19



Modelamiento hidráulico en software WaterGEMS, nodo de hidrante analizado,

Hidrante analizado, nodo-67, el cual cumple con la presión que requiere el nodo hidrante que debe de ser mayor a 17.5 mca, y se tiene una presión de 25.39 mca, la velocidad de 1.74 m/s cumple con lo establecido, que indica debe estar entre 0.6 a 3 m/s

Fuente: elaboración propia

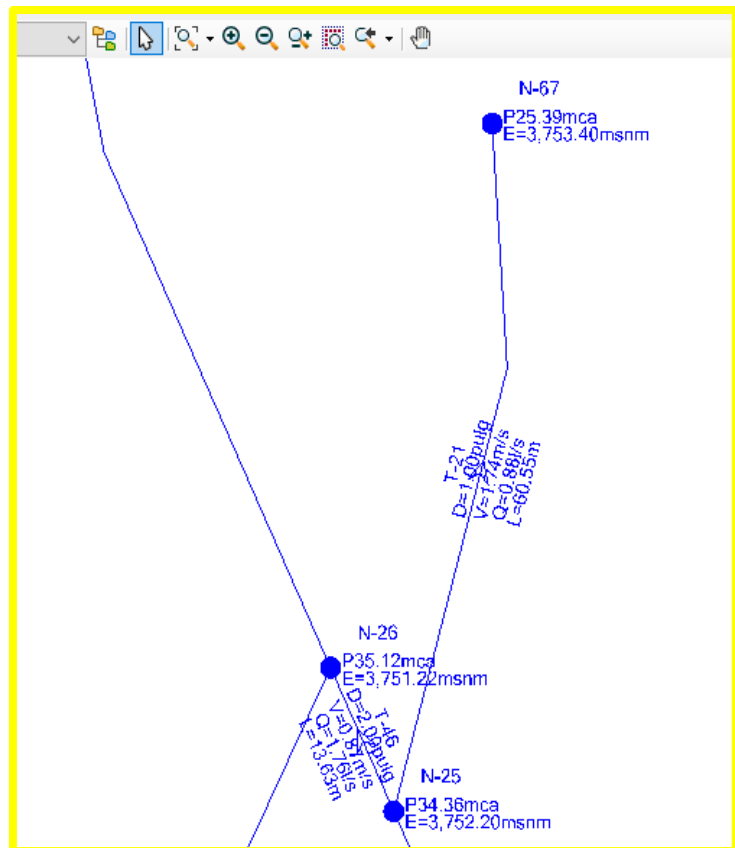
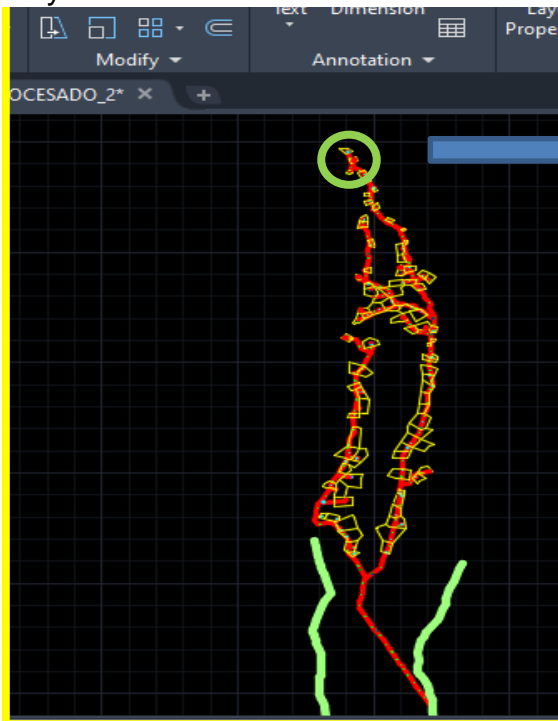
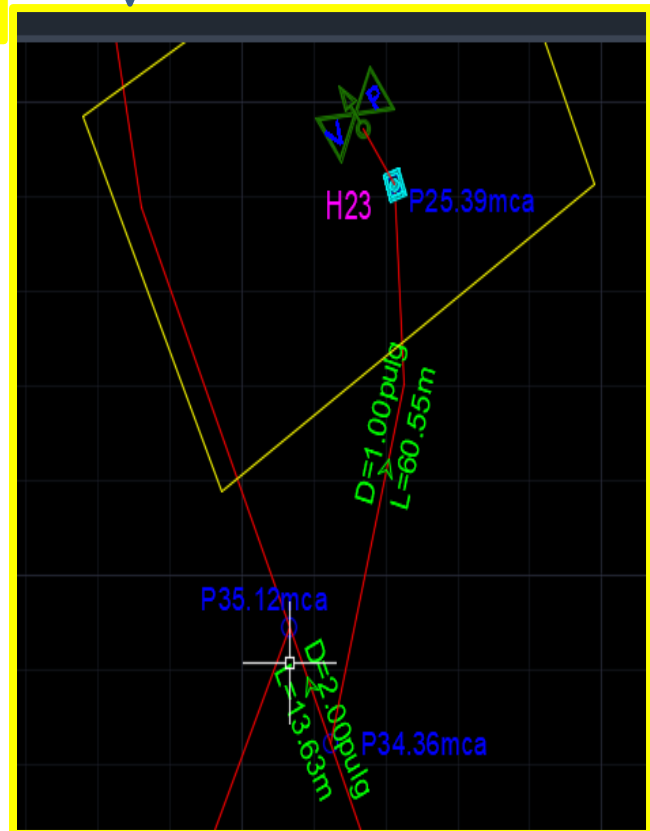


Figura 14: Plano del planteamiento hidráulico, del tramo mencionado en la Tabla 18 y Tabla 20



Plano en planta del planteamiento hidráulico, se presenta en los anexos

Hidrante analizado con código H23, resultado del modelamiento hidráulico



Fuente: elaboración propia

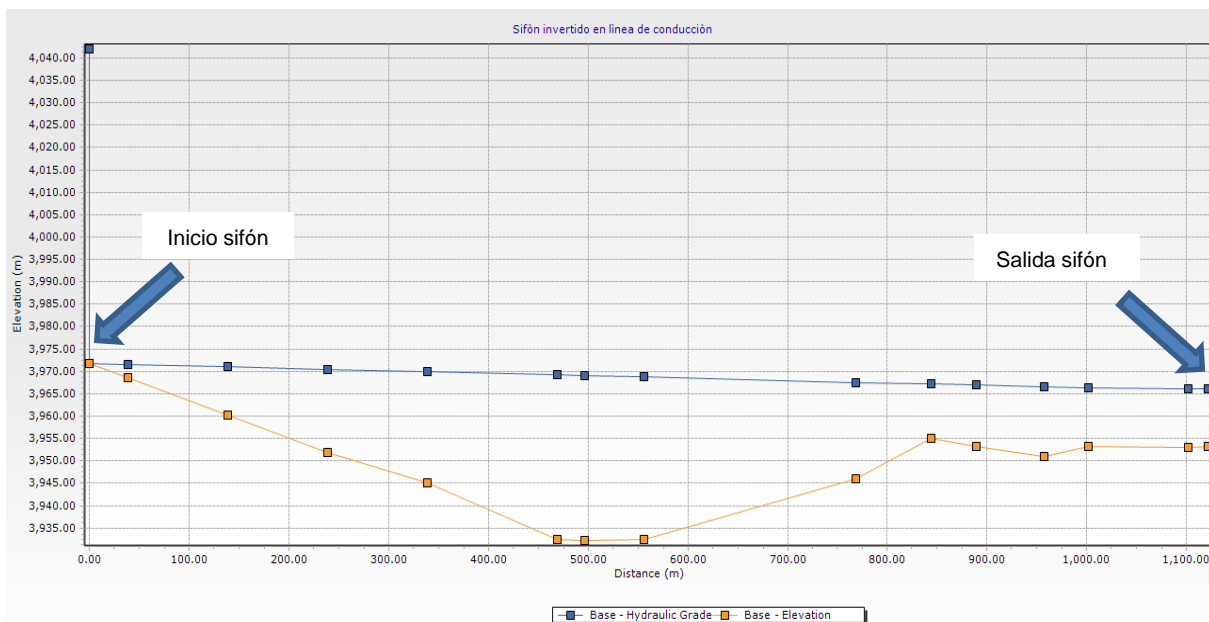
En modelamiento hidráulico de línea de conducción se deberá de diseñar conducto de sifón invertido el cual se presenta con los datos básico en la Tabla 20, del mismo se tiene la vista de perfil generado mediante el software WaterGEMS en la Figura 16, cabe indicar que los datos requeridos para diseñar el sifón invertido es el mismo para ambos casos de tecnología de tuberías.

Tabla 20: Datos de diseño hidráulico de sifón invertido línea de conducción

DATOS DE DISEÑO HIDRÁULICO DE SIFÓN INVERTIDO LÍNEA DE CONDUCCIÓN	
longitud	1121.34 m
cota inicio (entrada)	3971.75 msnm
cota final (salida)	3953.29 msnm
cota crítica (punto más bajo)	3932.21 msnm
desnivel hacia cota crítica	39.54 m
desnivel de cota de entrada y salida	18.46 m

Fuente: elaboración propia

Figura 15: diseño hidráulico de sifón invertido línea de conducción vista perfil



Fuente: elaboración propia, software WaterGEMS, cumple el gradiente hidráulico

Para el modelamiento hidráulico en la red de distribución se deberá de diseñar el conducto de sifón invertido el cual se presenta con los datos básico en la Tabla 21, del

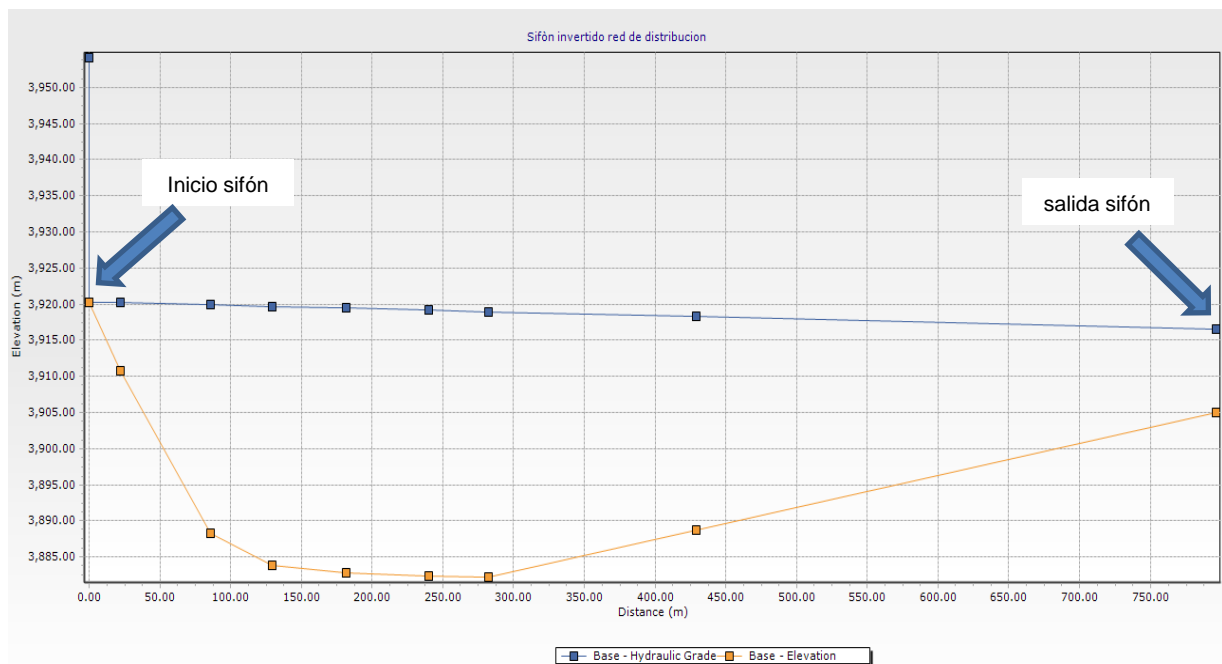
mismo se tiene la vista de perfil generado mediante el software WaterGEMS en la Figura 17, cabe indicar que los datos requeridos para diseñar el sifón invertido es el mismo para ambos casos de tecnología de tuberías.

Tabla 21: Datos de diseño hidráulico de sifón invertido red de distribución

DATOS DE DISEÑO HIDRÁULICO DE SIFÓN INVERTIDO RED DE DISTRIBUCIÓN	
longitud	796.73 m
cota inicio (entrada)	3920.26 msnm
cota final (salida)	3905.05 msnm
cota critica (punto más bajo)	3880.00 msnm
desnivel hacia cota critica	40.26 m
desnivel de cota de entrada y salida	15.21 m

Fuente: elaboración propia

Figura 16: diseño hidráulico de sifón invertido red de distribución vista perfil



Fuente: elaboración propia, software WaterGEMS

Del modelamiento hidráulico se obtiene el resultado de turnos de riego los cuales se han sectorizado en función del caudal de diseño que oferta la fuente de agua, para este proyecto es de 20 l/s.

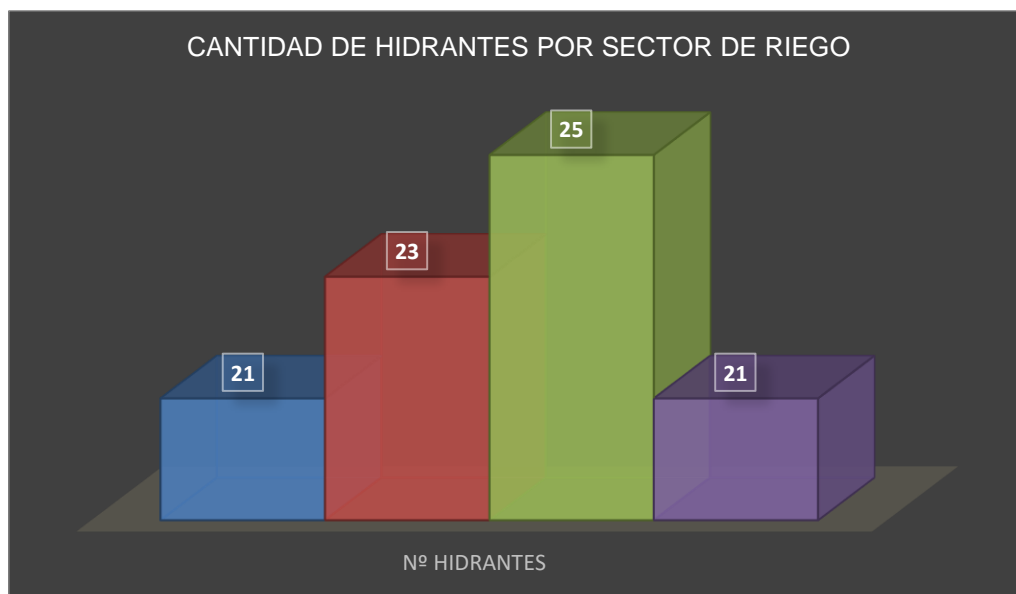
Se tiene cuatro sectores de riego, en los cuales se distribuyen los turnos de riego como se muestra en la Tabla 22, además se muestra en la Figura 18 la cantidad de hidrantes por sector de riego, en la Figura 19 la cantidad de hidrantes por sector de riego en porcentajes, en la Figura 20 se muestra el caudal requerido por turno de riego, en la Figura 21, se muestra el caudal requerido por cada sector de riego en porcentajes.

Tabla 22: Turno de riego por sectores

TURNOS DE RIEGO			
ID	SECTOR	Nº HIDRANTES	CAUDAL
1	sector 1	21	18 l/s
2	sector 2	23	20 l/s
3	sector 3	25	22 l/s
4	sector 4	21	18 l/s

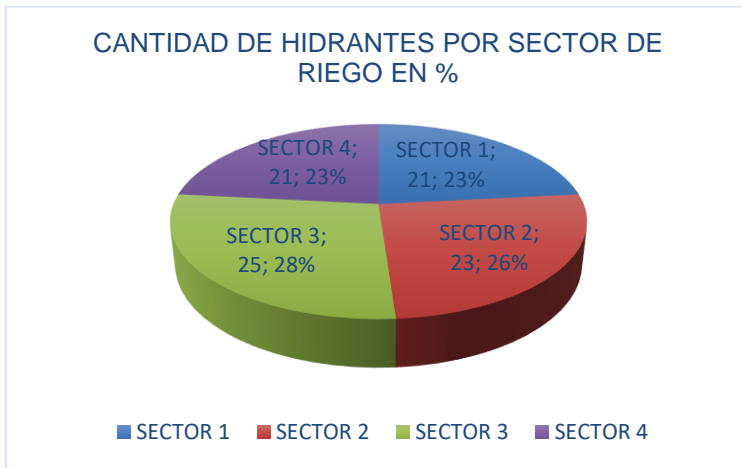
Fuente: elaboración propia

Figura 17: Cantidad de hidrantes por sector de riego



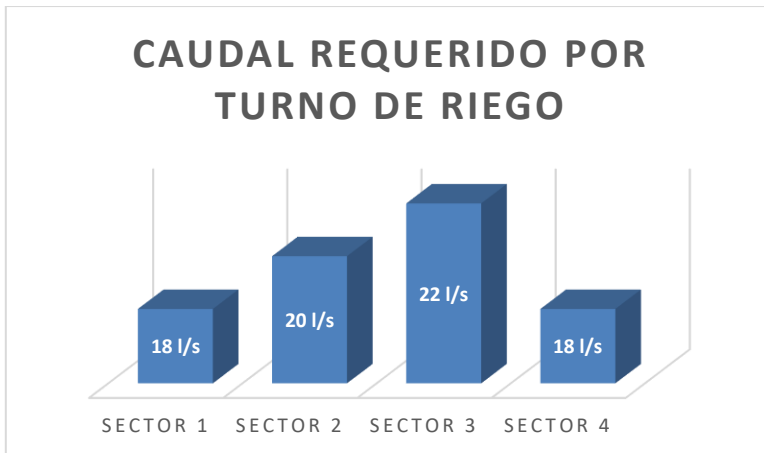
Fuente: elaboración propia

Figura 18: Cantidad de hidrantes por sector de riego en porcentajes



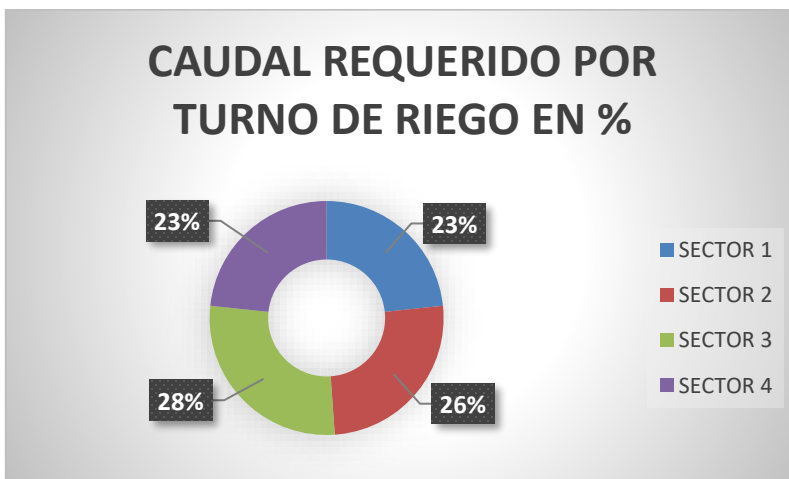
Fuente: elaboración propia

Figura 19: Caudal requerido por turnos de riego



Fuente: elaboración propia

Figura 20: Caudal requerido por turnos de riego en porcentajes



Fuente: elaboración propia

4.2. RESULTADOS SEGUNDO OBJETIVO ESPECIFICO

Segundo objetivo: Determinar el tipo de tecnología de tuberías más apropiado a utilizar, mediante las especificaciones técnicas de los materiales de PVC y HDPE, para el sistema de riego en el sector de Ccalani, Livitaca, Chumbivilcas, Cusco.

Para desarrollar los resultados en función al segundo objetivo, analizaremos las características principales de cada tipo de tubería, según sus especificaciones técnicas que indican en la norma técnica peruana y los catálogos que presentan cada tipo de material de tuberías en material PVC y HDPE. Además del tipo de instalación que requieren en ambos casos.

4.2.1. TUBERÍA EN MATERIAL PVC

Según definición.de, PVC es el nombre común del cloruro de vinilo y es un plástico elaborado a partir de la polimerización del monómero de cloroetileno (también conocido como cloruro de vinilo). Los componentes del PVC se derivan del cloruro de sodio y del gas natural o del petróleo, incluidos el cloro, el hidrógeno y el carbono. En su estado original, el PVC es un polvo amorfo blanquecino. La resina producida por la polimerización anterior es un plástico que se puede usar de muchas formas porque puede producir objetos flexibles o rígidos.

En el país, el material preferido de los sistemas de tuberías es el PVC, debido a la facilidad de unión de las tuberías con sus accesorios lo que permite una reducción del tiempo de instalación, mano de obra y transiciones perfectas (Villafuerte, 2018).

Según catalogo y manual de sistemas de abastecimiento de agua, indica que, El policloruro de vinilo (PVC) es un producto petroquímico, con un 57% de cloro (componente que aporta resistencia al fuego) y 43% de carbono, que proviene del proceso de polimerización de diversas moléculas de monómero de cloruro de vinilo (VCM), sustancias sólidas y químicamente estables que no afectan la salud humana.

Las principales materias primas del monómero de cloruro de vinilo (VCM), son el etileno (C_2H_4) y el cloro, los cuales reaccionan dentro de un reactor con un

catalizador provocando dicloruro de etileno (EDC), el cual se agrieta térmicamente para formar monómero de cloruro de vinilo (VCM).

NORMA TÉCNICA PERUANA TUBERÍA PVC

De acuerdo al [MEF], indica:

Alcance: La serie de tuberías de PVC incluye tuberías utilizadas en la construcción y la ingeniería sanitaria. Incluye tuberías para suministro de agua, drenaje, fabricadas en PVC.

El PVC (cloruro de polivinilo) es un termoplástico elaborado a partir de la polimerización de cloruro de vinilo (CV). Por cuanto tiene alta resistencia química para el contacto con materiales en descomposición, así también una alta resistencia a sustancias alcalinas y ácidas fuertes. Del mismo modo, tiene resistencia a la corrosión y las tuberías de PVC apenas se ven afectados por la corrosión en instalaciones enterradas.

Los tubos de PVC pueden ser:

- Para fluidos a presión
- Para instalaciones de desagüe
- Para instalaciones de canalizaciones eléctricas
- Para instalaciones de telecomunicaciones

En la presente investigación se selecciona según a: NTP 399.002.2015

Estos se presentan por clases, mediante la presión máxima de trabajo a 23°C:

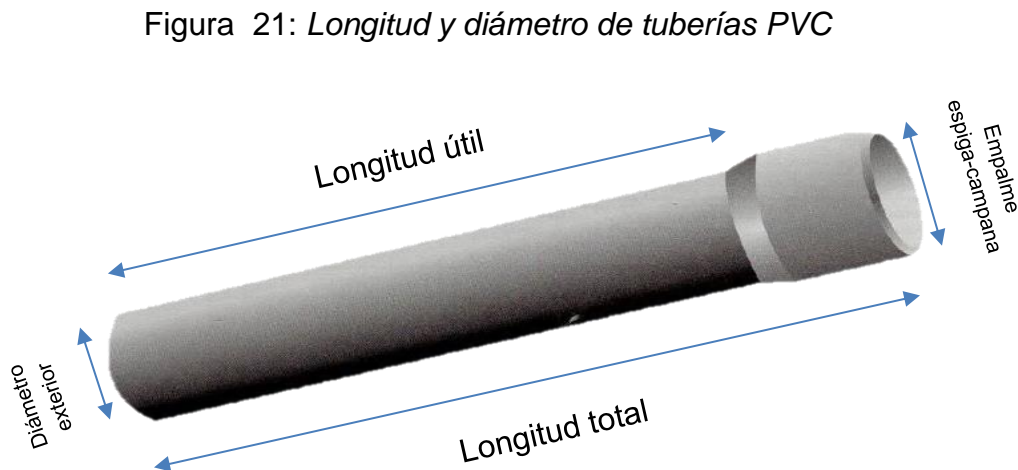
- Clase 5 = 5 kg/cm²
- Clase 7 = 7 kg/cm²
- Clase 10 = 10 kg/cm²

Las tuberías para nuestro país se da con esta norma técnica peruana NTP399.002, son de PVC para la conducción de agua fría simple presión, los diámetros comerciales van desde ½" hasta 12" en Clase 5, 7.5, 10 y 15 para una presión de trabajo de 5, 7.5,

10 y 15 bar respectivamente. Asimismo, las conexiones son mediante campana-espiga, y para las conexiones se cuenta con una gran variedad de accesorios que se unen mediante uniones cementadas (pegamento). (catálogo PAVCO, Tuberías PVC Agua Fría: Simple Presión).

Rotulado para las tuberías de PVC según NTP 399.002:2015

- Descripción: Tubo de PVC para fluidos a presión con unión de presión.
 - Atributos: Clase, Diámetro nominal (en pulgadas), Largo
- Definición del estándar en la descripción:
- Tubo de PVC para fluidos a presión con unión de presión clase ZZ XX pulgadas x YY m
 - Tubo de PVC para fluidos a presión con unión de presión clase 7.5, 4 pulgadas x 5 m.
 - Longitud y diámetro de tuberías PVC como indica la Figura 22



CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA PVC

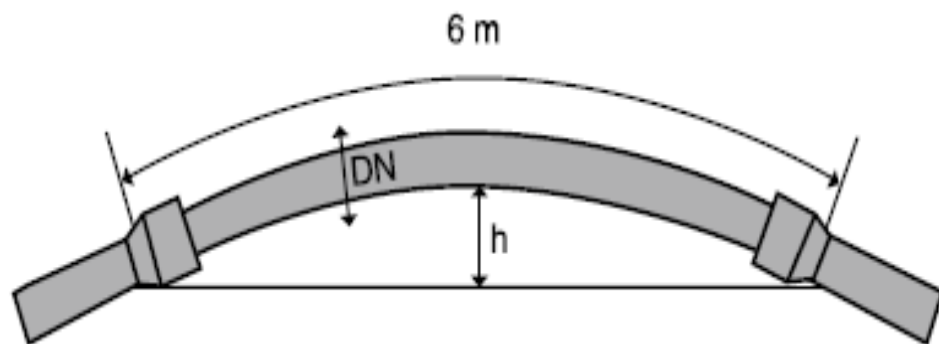
Las tuberías de policloruro de vinilo PVC presentan las siguientes características:

Según el catálogo y manual técnico EUROTUBO 2012

- A temperaturas cercanas a 0°C la resistencia al impacto se reduce

- Para conducción de fluidos a presión y a temperaturas mayores de 25°C, debe aplicarse un factor para reducir la presión máxima de trabajo o aumentar el espesor mínimo de pared del tubo.
- Efecto de la temperatura en la longitud de la tubería, el PVC es un material con un coeficiente de dilatación que debe ser tomado en cuenta, por la cual, frente a variaciones de temperatura significativas, presentara variaciones en su longitud.
- Aplicaciones de tuberías PVC: construcción, riego tecnificado, minería, industria, entubado de pozos, drenaje, desagüe y alcantarillado
- La tubería de PVC-U no debe quedar expuesta a los rayos solares por periodos prolongados, ya que pueden afectar sus propiedades.
- Las tuberías de PVC se diseñan para una vida útil de 50 años.
- La flexibilidad para tuberías PVC-U, permite realizar en algunos casos cambios de dirección en instalación. No es recomendable realizar curvaturas mayores a 3°, y ubicarlas en las partes lisas de la tubería y no en las uniones (campanas de las mismas), como se ve en la Figura 23. Las tuberías tienen una longitud de 6 metros bajo las normas NTP1452 y de 5 metros en las normas NTP 399.002, como indica la Tabla 23.

Figura 22: flexibilidad de tuberías de PVC



- Características técnicas de tuberías PVC Agua Fría: Simple Presión, como indica en la Tabla

Tabla 23: *Características técnicas de tuberías PVC Agua Fría*

	características
Norma	NTP 399.002:2015
Color	Gris Orgánico
Medidas	½" a 12"
Longitud	5 metros
Material	PVC-U
Junta	Soldado (Soldadura de PVC)


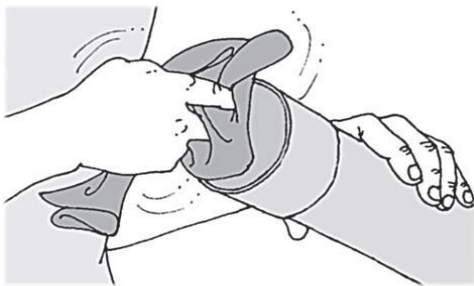
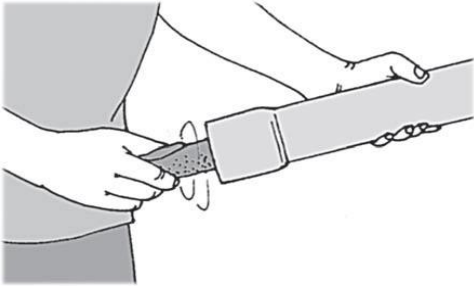

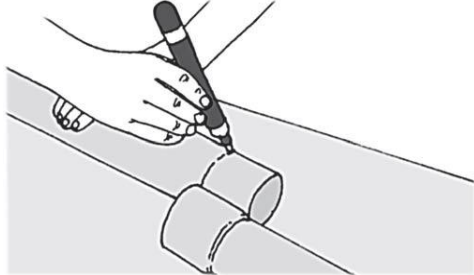


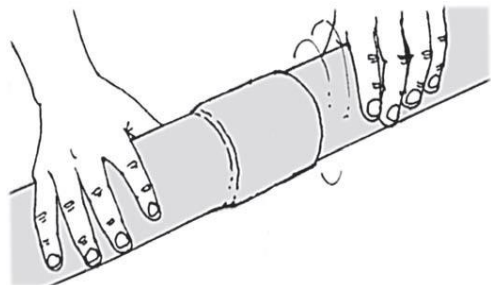
Fuente: catálogo tuberías y conexiones de PVC-U, PAVCO 2016

ENSAMBLE DE TUBERÍA PVC

Según el manual de instalaciones sanitarias SENCICO 2001:

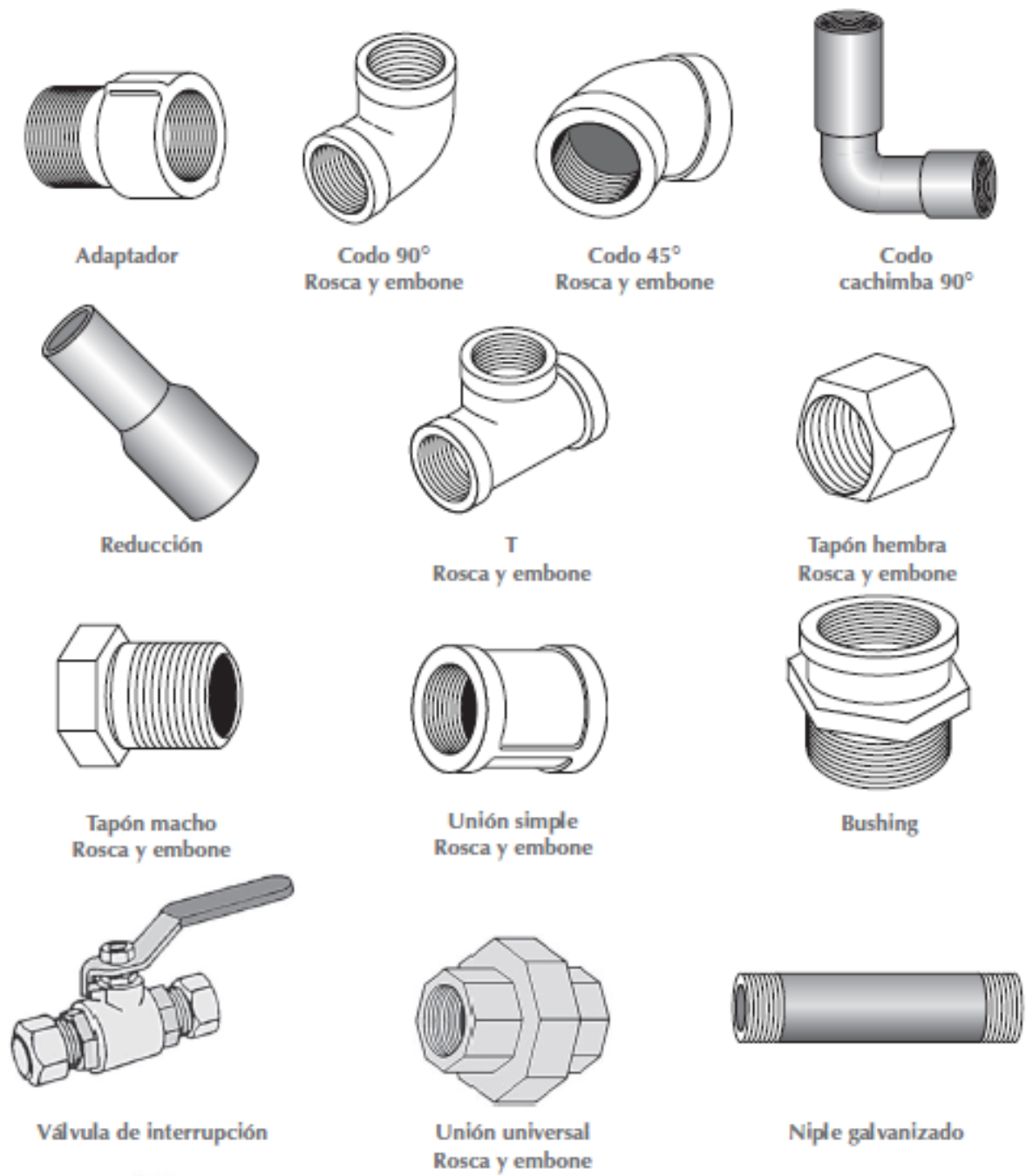
Sistema de ensamble con unión cementada, es tradicional unir las tuberías de PVC-U, para el cual se hace uso de cemento disolvente (pegamento PVC) para unión de la espiga del tubo en el interior de la campana, además de que en la NTP 399.002 existe una gran variedad de accesorios para ensamblar las piezas y líneas de tuberías. En la Figura 24 se indica el proceso para hacer una soldadura de PVC, y en la figura 25 se muestra la variedad de accesorios en PVC.

Figura 23: Proceso de ensamble de tuberías de PVC

	
1. Los extremos de los tubos a unir o empalmar deben estar bien cortados. Utilizar arco de sierra y efectuar el corte a escuadra.	2. Limpiar el polvo o grasa de la parte interior de los tubos y accesorios a soldar.
	
3. Lijar en el interior de campana y exterior de la espiga de tubos y accesorios a unir.	
	
4. Marcar en la espiga la longitud de tubo que va a ingresar a la campana, para introducir la espiga en la campana.	5. Introducir la espiga en la campana del otro tubo, verificando que llegue a la marca que se ha trazado.
	
6. Introducir la espiga en la campana del otro tubo, verificando que llegue a la marca que se ha trazado.	7. ya colocada y unida los tubos, se deberá de girar un cuarto de vuelta

Fuente: manual de instalaciones sanitarias SENCICO 2001

Figura 24: *variedad de accesorios en PVC*



Fuente: manual de instalaciones sanitarias SENCICO 2001

4.2.2. TUBERÍA EN MATERIAL HDPE

Según manufacturing terms, El polietileno de alta densidad (HDPE), es un termoplástico de polietileno derivado del petróleo. Para producir un kilogramo de HDPE se requieren 1,75 kilogramos de aceite (en términos de energía y materias primas). Suele ser polietileno de alta densidad reciclado, con el número "2" como símbolo de reciclaje. En 2007, el mercado mundial de HDPE alcanzó la producción de más de 30 millones de toneladas.

Según catálogo técnico de polietileno de alta densidad empresa TIGRE.

Materias primas: El polietileno material termoplástico utilizado en variados usos debido por su baja rugosidad, resiste a la corrosión, flexible, peso ligero, resiste la presión externa e interna y fácil de instalar.

Vida útil mínima del material es 50 años, esta fue verificada por la prueba de resina.

La tubería polietileno HDPE brinda una solución alternativa a los inconvenientes de siempre, aminorando los costos de instalación y mantenimiento para diversas aplicaciones, donde las condiciones de operación se encuentran dentro del rango de presión y temperatura de su diseño.

Según el catálogo técnico polietileno de alta densidad de la empresa TIGRE

Los tubos polietileno se fabrican con diferentes niveles de presión, diámetros. Así también la especificación del material para una presión nominal dada, generalmente se define de acuerdo con su presión nominal, SDR (Standard Dimensional Ratio).

Según la norma ISO, las tuberías deben cumplir:

Mínima Resistencia Requerida (MRS): Corresponde a la tensión tangencial mínima que debe soportar el material durante al menos 50 años a una temperatura de 20 ° C

Tensión de Diseño (s): La tensión tangencial admisible, que corresponde a la resistencia mínima dividida por el factor de seguridad C, se denomina factor de

diseño. Según la norma ISO, los valores de C = 1, 25 y la Tabla 24 muestra la clasificación de las tuberías de PE. para polietileno de alta densidad.

Tabla 24: *clasificación de Tuberías de PE*

MRS (Mpa)	designación material	tensión de diseño (δ_s)
8.0	PE 80	6.30
10.0	PE 100	8.00

Fuente: catálogo técnico polietileno de alta densidad de la empresa TIGRE

Presión Nominal (PN): Es la presión máxima de trabajo que la tubería o el sistema puede soportar al menos 50 años a 20 ° C.

Relación de Dimensiones Standard (SDR): Es un valor adimensional relacionado con el diámetro exterior nominal (DN) y el espesor de la pared de la tubería (e). Cada SDR representa una presión nominal y están relacionados de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$SDR = \frac{DN}{e} \quad SDR = \frac{2 \cdot \delta_s}{EPN} + 1 \quad e = \frac{PN \cdot DN}{2\delta_s + PN}$$

Donde:

PN: Presión Nominal (MPa)

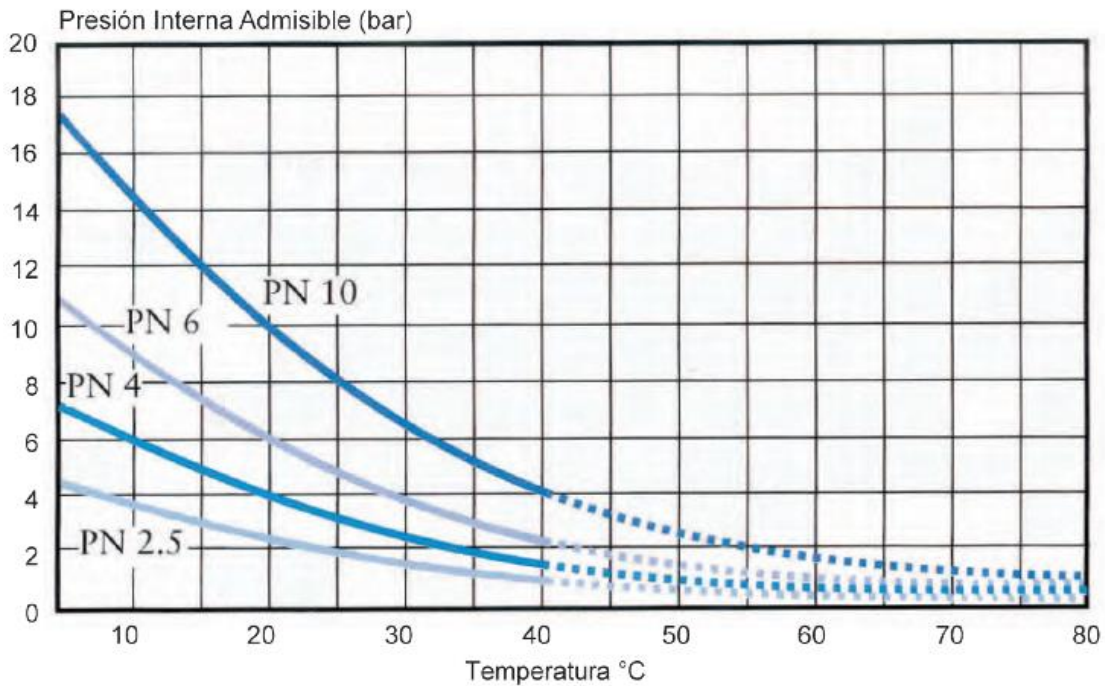
DN: Diámetro Externo (mm)

δ_s : Tensión de Diseño

1 MPa= 10 bar = 10 kgf / cm²

Con las ecuaciones anteriores es posible obtener la presión máxima de trabajo (PN) para una tubería específica. Pero, este valor variara de acuerdo a temperatura de operación, según Figura 25.

Figura 25: Presiones máximas de trabajo según temperatura para tuberías HDPE



Fuente: Tomado de catálogo técnico de polietileno de alta densidad empresa TIGRE.

NORMA TÉCNICA PERUANA TUBERÍA HDPE

Según [MEF], 2012

Alcance: La serie de tuberías de polietileno incluye tuberías para el transporte de desechos industriales y químicos, plantas mineras, descargas residuales, transportar gas natural y petróleo, líneas telefónicas, regadío tecnificado y transporte de agua potable.

detalle técnico: Termoplástico obtenido por polimerización del monómero del etileno en cadena de alto peso molecular ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$). Los tubos PEAD pueden ser: a) Para transportar fluidos, b) Para drenaje y alcantarillado subterráneo, c) Para combustible gaseoso.

a) Para conducción de fluidos: para el conducir agua potable en concordancia a NTP ISO 4427:2008

La materia prima para la fabricación de tuberías es la resina de polietileno (PE), que se ha ido mejorando a lo largo de los años. Desde el nombre de primera generación PE 63 (1970), luego el PE 80 de segunda generación (1995), y finalmente el PE 100 de tercera generación (2000), estas mejoras se basan en cambios en su estructura molecular, lo que permite la adición de características físicas y mecánicas del producto.

En la Tabla 25, se verifica conforme mejoren la resina (un PE 100 tiene mejor características que un PE 63); el tubo puede trabajar a mayor presión o presión nominal (PN).

Tabla 25: *Características de la resina de polietileno*

PE	SDR	SDR	SDR	SDR	SDR	SDR
	26	17	13.6	11	9	7.4
	PN (bares)					
PE 63 (= 5.0 Mpa/725 psi)	4	6	8	10	12.5	16
PE 80 (= 6.3 Mpa/913 psi)	5	8	10	12.5	16	20
PE 100 (= 8.0 Mpa/1160 psi)	6	10	12.51	16	20	25

Fuente: Ficha N°4 [MEF], 2012

Esto significa que para una misma tubería de polietileno se utilizan diferentes generaciones de polímeros y se reduce el grosor de la pared, lo que puede incrementar el precio del producto y aumentar la conductividad.

Esta mejora en las propiedades del Polietileno permite obtener un tubo de menor espesor que resista mayor presión. Así, el PE100 es el último polietileno disponible en el mercado con la más alta resistencia. (catálogo de productos polietileno de alta densidad para conducción de agua potable y riego junio 2019)

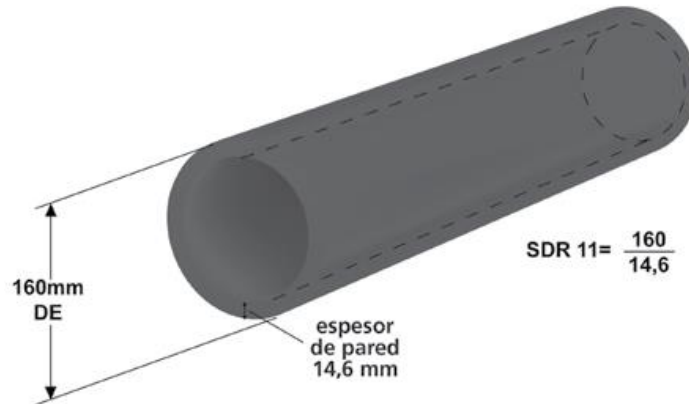
Rotulado de para las tuberías de HDPE según NTP 4427:2008

- Descripción: Tubo de polietileno de alta densidad (HDPE) para agua.
- Atributos: PE, SDR, PN, Diámetro nominal en mm

Definición del estándar en la descripción:

- Tubo de polietileno de alta densidad (HDPE) para agua PE zz SDR xx PN yy x hh mm
- Tubo de polietileno de alta densidad (HDPE) para agua PE 100 SDR 17 PN 10 x 40 mm
- En la figura 26, se verifica la presentación comercial de la tubería de polietileno

Figura 26: presentación comercial de tubo HDPE



fuentes: catalogo polietileno de alta densidad empresa TIGRE

CARACTERÍSTICAS DE LA TUBERÍA HDPE

Según el catálogo técnico de polietileno de alta densidad TIGRE 2018

- Peso liviano y manipulación fácil
- Gran y mayor trabajo hidráulico
- Instalación rápida
- Las uniones son en menor cantidad.
- Menor costo respecto a instalaciones tradicionales
- alta durabilidad
- soldabilidad optima
- mayor capacidad de resistir impactos
- Elevada vida útil (50 años)

Exposición a la intemperie, puede estar expuesta a la intemperie y a la radiación solar, gracias a su componente “negro de humo”, en la Tabla 26, se observa las características por las cuales la tubería de HDPE puede estar expuesta a la intemperie.

- Según, Macias (2015), una vez incorporado a la mezcla usada en la producción de tubería, el negro de humo proporciona al polietileno diferentes cualidades que no posee: resistencia a la abrasión, resistencia a la tensión y disipación de calor. Del cual, no es casualidad que los tubos PEAD comerciales sean de color negro. Para mezclas con alta calidad en la producción de tuberías de polietileno, se agrega del 2% al 3% de este estabilizador para prevenir los dañinos rayos ultravioleta. Por lo tanto, la tubería puede resistir la intemperie a largo plazo, al cambio climático y las bajas temperaturas sin degradación o daño a su superficie y estructura.

Tabla 26: *Características Para Exposición Solar*

CARACTERÍSTICAS PARA EXPOSICIÓN SOLAR				
COLOR	CARACTERÍSTICAS	REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO	OBSERVACIÓN
negro	contenido de negro de humo	2 a 2.5 % por masa	ISO 6964	puede instalarse a la intemperie
	dispersión de negro de humo	≤ grado 3	ISO 18553	exposición a la radiación solar limitada, instalación
azul	dispersión del pigmento	≤ grado 4	ISO 18554	enterrada

Fuente: sistema completo de tuberías y conexiones de polietileno de alta densidad para abastecimiento de agua (enero 2020).

Radio de curvatura de las tuberías HDPE

- Es más flexible y resiste al impacto, en la instalación se adapta a topografías agrestes. De mayor utilidad para cruzar ríos, terrenos inestables, por ejemplo: SDR 21 a 20° el radio de curvatura es 30 veces el DN, según indica la Tabla 27.

Tabla 27: *Radio de curvatura vs temperatura*

RADIO DE CURVATURA VS TEMPERATURA			
SDR	20°C	10°C	0°C
21	30	52	75
17	27	52	75
13.6	25	52	75
11	25	52	75
9	25	52	75

Fuente: sistema completo de tubos y conexiones HDPE (enero 2020).

Características comerciales por longitud y colores

- Los colores estándar son: negro, azul y negro con líneas azules (si se requiere marcado) Se recomienda instalar tuberías azules en el suelo. Las tuberías negras y negras con líneas azules se pueden instalar expuestas porque suelen tener elementos de protección UV, las longitudes comerciales de la tubería HDPE se muestran en la Tabla 28.

Tabla 28: *longitudes comerciales de la tubería HDPE*




LONGITUDES COMERCIALES	
DN	longitud (m)
20	200
25 a 63	100
75 a 110	50
≥ a 125	6 o 12

Fuente: catálogo de productos polietileno de alta densidad para conducción de agua potable y riego.

ENSAMBLE DE TUBERÍA HDPE

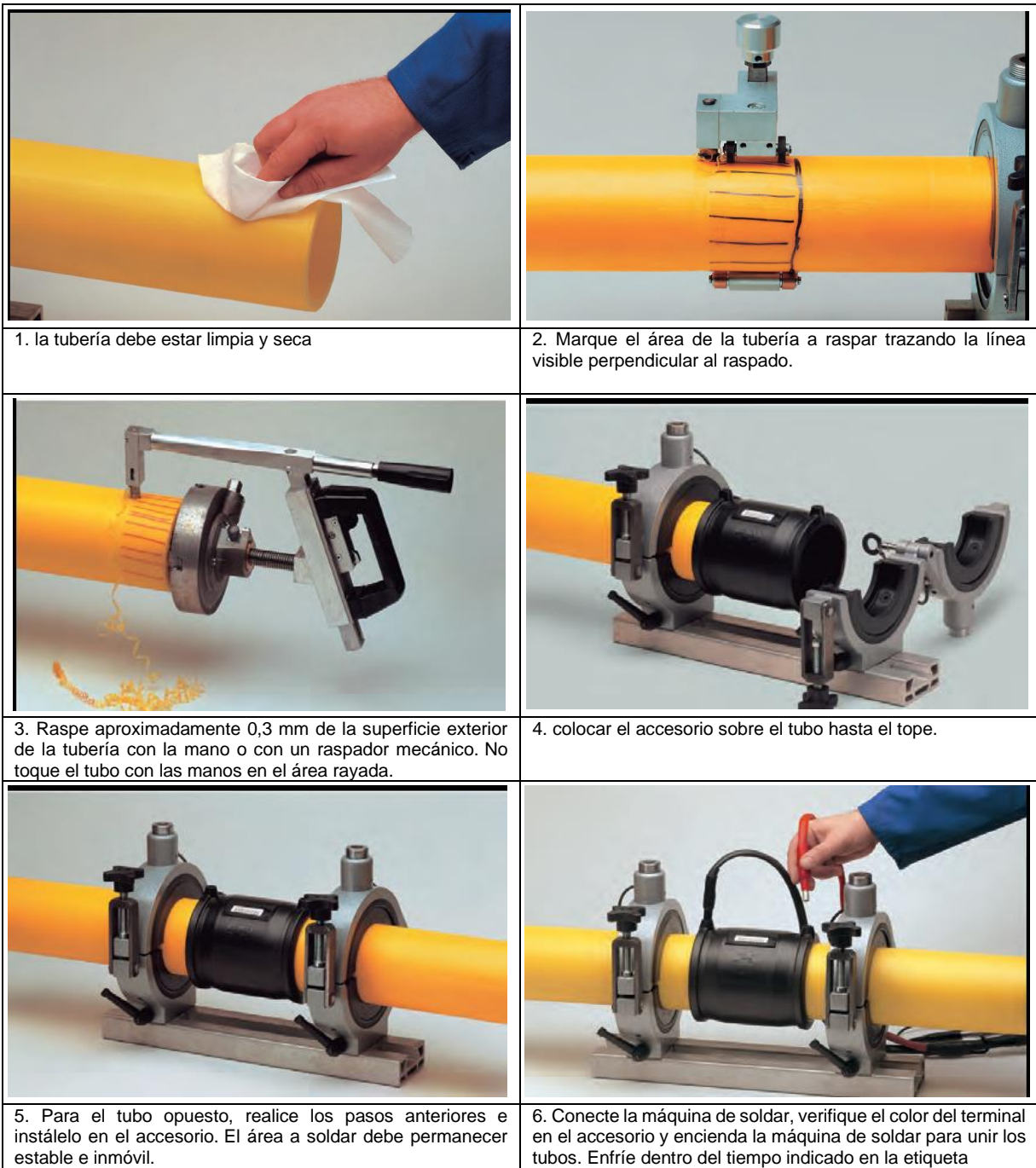
Para ensamblar las tuberías de HDPE, se presentan tres tipos de uniones entre tuberías y accesorios, como son: unión por termofusión figura 27, unión por electro fusión figura 28 y uniones con juntas de compresión figura 29. De los cuales se presentan a continuación:

Figura 27: unión por termofusión

	
<p>1. Equipos utilizados en soldaduras por termofusión, constan de 3 piezas: unidad de fuerza (compuesta de una unidad hidráulica y un alineador), cuchilla de corte y placa calentadora.</p>	<p>2. según tabla de fábrica, controlar la presión de soldadura y adicionarle a la presión inicial para desplazamiento (inercia de la máquina más el peso propio del tubo a ser desplazado).</p>
	
<p>3. observar un alineamiento perfecto de ambos tubos</p>	<p>4. Utilizar la cuchilla de corte para lijar las superficies a ser unidas.</p>
	
<p>5. Cuando la temperatura de la placa calefactora alcance la temperatura recomendada por el fabricante, colóquela manteniendo la presión de soldadura hasta que se forme un cordón de soldadura inicial entre la placa y el tubo (la tabla proporcionada por el fabricante de la máquina indicará el tamaño del cordón)</p>	<p>6. Una vez formado el cordón de soldadura, elimine la presión de soldadura y mantenga la placa en contacto con el tubo durante el tiempo recomendado por el fabricante del equipo</p>







Fuente: catálogo de infraestructura polietileno de alta densidad, enero 2019

Figura 28: unión por electro fusión



Fuente: catalogo técnico polietileno de alta densidad empresa TIGRE

Figura 29: unión con juntas de compresión

	
<p>1. Con la rosca de las extremidades apretadas, mida la profundidad de la campana de conexión.</p>	<p>2. Con la rosca de las extremidades sujetadas, medir la campana de conexión.</p>
	
<p>3. Marcar con lápiz en los tubos el valor medido.</p>	<p>4. Desajustar la rosca de la extremidad, no hay necesidad de soltarla completamente.</p>
	
<p>5. Encaje del tubo en la bolsa de conexión.</p>	<p>6. Ajuste manualmente las roscas de las extremidades.</p>

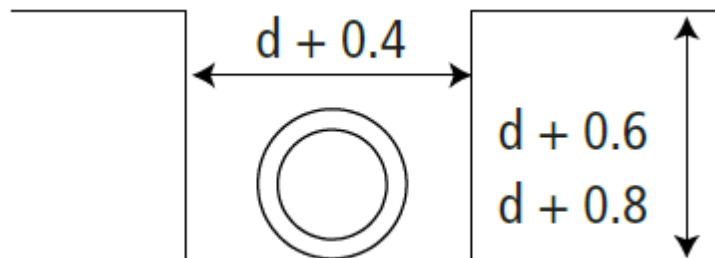
FUENTE: catálogo de infraestructura polietileno de alta densidad, enero 2019

4.2.3. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS EN ZANJAS

El procedimiento para la excavación de zanjas y consecutivamente la instalación de tuberías en ellas, se presenta: según catálogo de infraestructura unión flexible y unión rieber (JEI) 2018, de la empresa TIGRE

Zanja: La parte inferior de la ranura debe ser plana y estar libre de elementos cortantes. Si no se puede evitar, se debe colocar una capa de arena o material seleccionado, como indica en la Figura 30.

Figura 30: Características de la zanja



Fuente: catálogo de infraestructura unión flexible y unión rieber (JEI)

El ancho mínimo de la zanja debe ser de 40 cm, más el diámetro exterior de la tubería para facilitar el trabajo de instalación de la tubería.

Altura necesaria en zanja protegerá al tubo de cargas vivas y evitar la congelación a temperaturas extremadamente bajas; de manera similar, el ajuste de profundidad máxima no obstaculizará los trabajos de mantenimiento, reparación y nuevas instalaciones. Se sugiere una altura no menor de 0.8 m más diámetro del tubo si el tránsito es alto, de tránsito normal podría ser 0,6 m más el diámetro de la tubería, estas dimensiones de excavación de zanja se presentan en la Tabla 29.

Tabla 29: *dimensiones de excavación de zanja*

PROFUNDIDAD MÍNIMA DE ZANJAS PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA			
diámetro (mm)	ancho zanja (m)	profundidad mínima de zanja (m)	
		alto transito	transito normal
---	0.40	0.60	0.60
63	0.50	0.90	0.70
75	0.50	0.90	0.70
90	0.50	0.90	0.70
110	0.60	0.90	0.70
140	0.60	1.00	0.80
160	0.60	1.00	0.80
200	0.60	1.00	0.80
250	0.70	1.10	0.90
315	0.80	1.20	0.90
355	0.80	1.20	1.00
400	0.90	1.20	1.00
450	0.90	1.20	1.10
500	1.00	1.20	1.10
630	1.00	1.30	1.20

Fuente: catálogo de infraestructura unión flexible y unión rieber (JEI) 2018

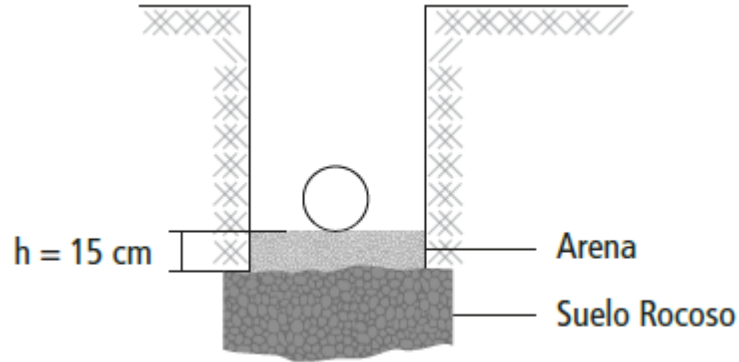
Para la instalación en zanjas se realizan los siguientes procedimientos:

Al cavar una zanja, el material excavado debe separarse y protegerse del borde de la zanja para evitar deslizamientos.

Se sugiere no demorar bastante tiempo en la zanja durante la instalación de tuberías, ya que provocará problemas como colapso, desborde de pendientes y peligros de tráfico.

Si el suelo es rocoso (roca descompuesta, piedras sueltas y rocas filudas), se deberá de ejecutar una cama de 15 cm de altura (sin piedras, evitar ondulaciones y golpes) para que la tubería pueda descansar, puede seleccionarse el material propio de excavación, si fuera así se deberá de adquirir material de relleno seleccionado. Como indica en la Figura 31

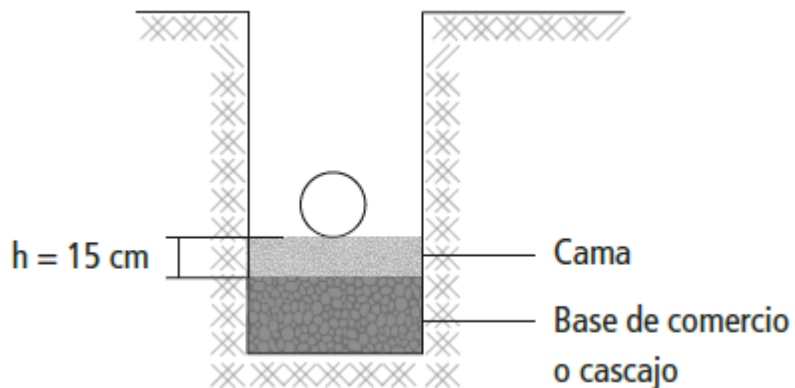
Figura 31: Cama de apoyo para tuberías en zanja con presencia de roca



Fuente: catálogo de infraestructura unión flexible y unión rieber (JEI)

Si el fondo de la zanja está compuesto de arcilla saturada, con sedimentos o en lodo, es decir, no existe una condición mecánica mínima para el asentamiento de la tubería, entonces se debe utilizar una cimentación de grava u hormigón debidamente identificada. Las tuberías de este tipo de base deben instalarse sobre una base de arena o material equivalente. Figura 32.

Figura 32: Cama de apoyo para tuberías en zanja con presencia de arcilla



Fuente: catálogo de infraestructura unión flexible y unión rieber (JEI)

4.3. ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE TUBERÍAS DE PVC Y HDPE

Para el análisis comparativo entre las dos tecnologías de tuberías descritas que son de PVC y HDPE, se debe de seleccionar que tipo de tubería es la más óptima a utilizar para el sistema de riego en el sector Ccalani.

Entre el modelamiento hidráulico y sus especificaciones técnicas mediante catálogos y normas técnicas peruanas se optará a elegir con qué tipo de tecnología se deberá de trabajar, esto se muestra en la Tabla 30 que se muestra a continuación.

Tabla 30: Análisis comparativo entre tuberías PVC y HDPE

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE TUBERÍAS PVC Y HDPE	
TUBERÍA DE MATERIAL PVC	TUBERÍA DE MATERIAL HDPE
NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 399.002:2015	NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 4427:2008
De bajo peso, fácil de manipular y transportar (por piezas)	De bajo peso, fácil de manipular y transportar (por piezas), cuando se adquiere en rollos se hace complicado el transporte y manipuleo
Resistencia a bajas temperaturas, en la zona de proyecto se presentan el fenómeno de heladas, en los meses de mayo a julio las temperaturas llegan a menos de 0°C, y la el PVC llegaría a fallar	Resistencia a bajas temperaturas, en la zona de proyecto se presentan el fenómeno de heladas, en los meses de mayo a julio las temperaturas llegan a menos de 0°C, la tubería de HDPE tiene mejor y mayor resistencia a estos fenómenos.
Para la presente NTP, las tuberías de PVC no conducen fluidos a temperaturas elevadas, en caso de que se produjera algún fenómeno climático	Las tuberías HDPE, pueden conducir fluidos a temperaturas elevadas, en caso de que se produjera algún fenómeno climático, esto según especificaciones técnicas.
Exposición a la intemperie, las tuberías de material PVC no pueden estar expuestas a los rayos ultravioletas que emite la radiación solar por periodos prolongados, ya que estos pueden afectar ciertas propiedades del tubo	Exposición a la intemperie, la tubería HDPE es capaz de resistir por tiempo prolongado a la intemperie y a los cambios climáticos, por su componente de negro de humo
Excelente desempeño hidráulico, según sus especificaciones técnicas	Excelente desempeño hidráulico, según sus especificaciones técnicas
La instalación es menos eficiente	Rapidez de instalación, más eficiente cuando se presenta en rollos

Mayor número de uniones, porque las tuberías de PVC se presentan por piezas en longitud de 5 metros	Menor número de uniones, se pueden instalar en rollos de hasta 100 m de longitud
Se requieren de personal calificado para la instalación de tuberías y accesorios	Se requieren equipos y personal calificado para la instalación de tuberías y accesorios
Las tuberías de PVC se diseñan para una vida útil de 50 años, según especificaciones técnicas	Las tuberías de HDPE se diseñan para una vida útil de 50 años, según especificaciones técnicas
Soldabilidad, se realiza mediante unión cementada con el cemento disolvente (pegamento para PVC)	Óptima soldabilidad: termofusión y electro fusión que hacen de las uniones una sola pieza, además se cuenta con uniones por juntas de compresión
La flexibilidad para tuberías PVC, permite realizar en algunos casos cambios de dirección en instalación. No es recomendable realizar curvaturas mayores a 3°, y ubicarlas en las partes lisas de la tubería y no en las uniones (campanas de las mismas).	Es más flexible y resiste al impacto, en la instalación, se adapta a topografías agrestes. De mayor utilidad para cruzar ríos, terrenos inestables.
Diámetros y longitud comercial: longitud de 5m, diámetros desde 1/2" hasta 12 " según catálogos revisados	Diámetros y longitud comercial: longitud de 6 y 12m (rollos de 100 m), diámetros desde 20mm hasta 1200mm según catálogos revisados, mayor variedad para el cálculo hidráulico
Presentación NTP: Tubo de PVC para fluidos a presión con unión de presión clase 7.5, 4 pulgadas x 5 m.	Presentación NTP: Tubo de polietileno de alta densidad (HDPE) para agua PE 100 SDR 17 PN 10 x 40 mm.
Instalación en zanjas, el procedimiento para el tendido de tuberías, se deberá de colocar camas para el descanso de las tuberías y material seleccionado cubrir todo el diámetro de la tubería	Instalación en zanjas, el procedimiento para el tendido de tuberías, se deberá de colocar camas para el descanso de las tuberías y material seleccionado cubrir todo el diámetro de la tubería

Fuente: elaboración propia

Una vez realizado el análisis comparativo entre las dos tecnologías de tuberías, verificando sus características técnicas y comerciales, para el diseño del sistema de riego Ccalani, se opta por seleccionar la tubería de HDPE, puesto que este tipo de tecnología de material se adapta mejor a las condiciones que presenta el sistema de riego en el sector Ccalani, como son:

- El proyecto se ubica entre altitudes de 3950 – 3758 msnm, en el que las temperaturas son muy variables, siendo el más crítico entre los meses de mayo

a agosto, en el cual por las noches las temperaturas descienden a -11°C y de día llegan hasta 19°C , razón por la cual las tuberías de polietileno de alta densidad cumplen con este rigor de cambios bruscos de temperaturas.

- En las redes de tuberías se deberá de ejecutar la obra de arte de pase aéreo, en el cual la tubería deberá de estar expuesta a la intemperie, y ser sometida a los rayos ultravioletas provocadas por la radiación solar, por lo sustentado esta tecnología de material de tubería de HDPE cumple para este tipo de obra de arte.
- Como la instalación y tendido de tuberías son de grandes longitudes, en diferentes diámetros, se puede optar por la instalación de tuberías HDPE en rollos, y así realizar el tendido de tuberías más rápido y efectuar menos uniones.
- Por ser la topografía accidentada, y presentar ondeadas tanto vertical y horizontalmente y al presentar la tubería HDPE gran flexibilidad, esta se puede adaptar a este tipo de terrenos para su instalación.
- La soldabilidad es más eficiente, porque al soldar las tuberías y accesorios, estas se componen en una sola pieza, que dan mayor garantía para su puesta en operación.
- Al presentar mayor variedad de diámetros en comparación a la tubería PVC, esto nos da una mayor gama para realizar el modelamiento hidráulico al poder escoger el, diámetro correcto.

V. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos en la investigación podemos disertar con las conclusiones a las que han llegado las revisiones bibliográficas revisadas.

Mérida (2017), tiene como **objetivo** Plantear una propuesta para mejorar la puesta en operación y mantenimiento del proyecto de riego. obteniendo **resultados**, en que los beneficiarios formaran el comité de regantes con participantes en cantidad de 89 persona y su junta directiva de 6 integrantes. El personal de las agro exportadoras realizan capacitaciones sobre los periodos de siembra. Conclusión, el proyecto requiere de personal calificado para que realice capacitaciones del uso y manejo del sistema de riego. Revisado la investigación se concluye que efectivamente los proyectos de sistemas de riego deben de considerar las partidas de capacitaciones de la puesta en operatividad y mantenimiento de infraestructura hidráulica, esto mediante la conformación de la comisión de regantes.

En la investigación de Cuenca (2015), tiene como **objetivo** Realizar el diseño hidráulico en tubería de conducción, para racionar el uso del agua, el cual obtiene el resultado de que, por el diseño hidráulico se opta el uso de la tubería de PVC tipo unión cementada con presión de trabajo de 0.63 MPa. **Conclusión** para que la línea de conducción se eficaz se determina el uso de tubería de PVC de diámetro variable: $\phi = 200$ mm con longitud de 389.20, $\phi = 160$ mm de longitud 130.08; $\phi = 250$ mm longitud de 405 m y, $\phi = 140$ mm de longitud 153.52 m. con presión de trabajo 0.63 MPa. De la investigación revisada este propone mediante el modelamiento hidráulico el uso de tubería de PVC para la línea de conducción y proyecta el uso de obras complementarias para el buen funcionamiento del sistema de riego. De esta investigación podemos disertar del tipo de tubería a utilizar puesto que propone directamente el uso de tubería PVC y no analiza otra alternativa, sobre las obras complementarias estas efectivamente son necesarias en todo sistema de riego.

De la investigación Narváez (2016), que tiene como **objetivo** realizar el análisis de la presión a lo largo de las redes de tuberías, vigilando que cumpla los requisitos mínimos y máximos exigidos por la normatividad vigente y comprobar que las cámaras de

quiebre y demás accesorios estén ubicados adecuadamente. **Resultados**, se plantea que el riego se realizara por sectores, siendo este de dos turnos de riego de con un intervalo de dos días para cada sector de riego, para controlar estos turnos se instalara válvulas de control. **Conclusión** El turno 2, se encuentran dificultades que pueden causar daños en la red de distribución, porque presenta presiones bajas entre los nodos 149 a 159, con este resultado puede fallar en el tiempo. De la investigación revisada indica que las redes de tuberías deben de cumplir con los parámetros de velocidad y presiones requeridas, sin embargo, indica que en el ramal 2 no llegará a cumplir con estos parámetros, para esto deberá de replantear el diseño hidráulico para este ramal. Indica que el riego se realizar por turnos, esto es lo más indicado para la distribución de caudales y satisfacer la demanda de cada sector y turno de riego.

Borda (2020), tiene por **objetivo** Realizar el modelamiento de hidráulico con tubos PVC y HDPE. **Resultados** del modelamiento hidráulico para PVC se tiene diámetro de 2 pulgadas, velocidad de 0.42 m/s, presiones máximas de 68.02 mca y mínimas de 39.01mca. para HDPE se tiene diámetro de 63 mm, velocidad de 0.42 m/s, presiones máximas de 87.26 mca y mínimos de 86.96mca. Conclusión, Realizando la modelación hidráulica con las tuberías propuestas, se verifico que la variación de presiones es mínima, ya que su coeficiente de Hazen y Williams para la tubería PVC es 150 y para la tubería de polietileno de alta densidad es de 140. Además, recomienda el uso de tubos de HDPE. Verificado el modelamiento hidráulico, indica que el coeficiente C es de 140 para HDPE y 150 para PVC, este coeficiente según las especificaciones técnicas y catálogos de empresas proveedoras indican que C para HDPE es de 150 al igual que para PVC. Al presentar esta variación los cálculos hidráulicos también presentan variaciones.

Ibáñez (2018), tiene por **objetivo** realizar el diagnostico de los elementos del sistema, replantear la ubicación estructuras. **Resultados** la falta de organización de las comisiones de regantes para realizar las tareas de buena operación y mantenimiento, además de que el proyecto no cuente con válvulas de control que permita realizar el riego por turno, dificulta el uso del sistema de riego. Por los sustentado se deberá de instalar válvulas de control y otras obras de arte para el buen funcionamiento del

proyecto. **Conclusiones** se tendrá que retirar las válvulas reguladoras de presión y en su lugar construir cámara rompe presión tipo VI, instalación de cámara distribuidora de caudales para los turnos de riego, se Debra de realizar capacitaciones a los regantes para que puedan hacer buen uso de la infraestructura hidráulica. Revisada la investigación toma mayor interés de las obras complementarias del sistema de riego, para el cual concordamos con este objetivo, puesto que el funcionamiento del sistema de riego depende también de la ubicación de las diferentes obras de arte como son cámaras de rompe presión, válvulas de control, válvulas de purga y otro necesario

Villanueva (2018), tiene por **objetivo** determinar como el estudio topográfico mejorará el diseño de riego. **Resultados** El 53.85% del área es de topografía empinada, por lo cual riego por gravedad es desfavorable al erosionar las parcelas. Un 15.38% del área tiene topografía moderadamente empinada, en el que se puede instalar proyectos de sistemas de riego por aspersión, **conclusión** mediante el levantamiento topográfico y por las características que presenta el terreno es viable la instalación de proyectos de riego tecnificado específicamente de riego por aspersor, por las pendientes del terreno obtenido mediante el levantamiento topográfico el riego por gravedad erosiona las parcelas y no es recomendable para la zona. De la investigación revisada, para diseñar sistemas de riego es básico tener los datos de campo reales, esto mediante el levantamiento topográfico in situ y así obtener la superficie de terreno con todos los detalles puesto que en la región sierra la topografía es muy accidentada y variable.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión del objetivo general

- Se ha realizado el modelamiento hidráulico para determinar los diámetros y clases de tuberías, además, se ha seleccionado el tipo de tecnología de tuberías a utilizar en el proyecto de sistema de riego tecnificado en el sector Ccalani y se ha optado por la tubería de material HDPE, esto por presentar mejores características para la zona donde se ubica el proyecto de investigación de tesis.

Conclusión del objetivo específico 1

- Se ha determinado los diámetros y clases de tuberías a utilizar, mediante el modelamiento y diseño del cálculo hidráulico para el sistema de riego en el sector de Ccalani.
- Para el diseño agronómico e hidráulico se ha optado por utilizar el aspersor VYR 60 las condiciones que requiere para su operatividad son: alcance diámetro 24.40 m, caudal 794 l/h (0.22 l/s), presión de trabajo 1.75 bar, sector sectorial circular.
- El modelamiento hidráulico del sistema de riego, cumple con los parámetros de presiones, caudales y velocidades para los hidrantes parcelarios, como: velocidad entre 0.6 a 3 m/s, presión en hidrante igual o mayor a 17.50 mca, numero de aspersores por hidrante es de 4 cabezales, caudal requerido por hidrante es de 0.88 l/s.
- Del modelamiento hidráulico realizado para ambos tipos de tecnología de tuberías propuestos para el sistema de riego por aspersion en el sector Ccalani, se observa la diferencia que se presenta en la presión generada en cada nodo hidrante, además de la velocidad que se genera en los diferentes segmentos de tuberías, la razón por la cual se da estas variaciones es por los diámetros de tuberías con los que se ha realizado el modelamiento hidráulico, es así que para tuberías de PVC los diámetros se presentan en unidades de pulgadas y de las tuberías de HDPE sus unidades se presentan en milímetros, al no coincidir los diámetros entre ambas tuberías se presentan la variación en el modelamiento hidráulico.

- Del modelamiento hidráulico, procesado mediante el software de WaterGEMS, se tiene como resultado que los diámetros de tuberías a utilizar, son de 160mm, 110mm, 75mm, 63mm, 50mm, 40mm, 25mm; además obtenemos que la clase de tubería corresponde a dos tipos de serie o clase: S-8, S-6.3. La cantidad total de tendido e instalación de tubería es de 15,645.30 m.
- Longitud por diámetro: 160 mm es 5696.20 m, 110 mm es 2289.26 m, 75 mm es 1224.77, 63 mm 1535.64 m, 50 mm es 1351.15 m, 40 mm es 1767.34 m, 25 mm 1780.94 m.
- Del diseño hidráulico en línea de conducción empleando tubería HDPE, se obtienen diámetros de 160 mm y 110 mm en longitud de 1682.48 m y 561.14 m, velocidad de 0.99 y 2.10 m/s, respectivamente; presión final para diámetro de 110 mm es de 52.06 mca, presión final para diámetro de 6 pulgadas es de 12.44 mca, en la línea de conducción se deberá de diseñar el conducto de sifón invertido con diámetro de 160 mm.
- En la línea de conducción se deberá de diseñar el conducto de sifón invertido con diámetro de 160 mm, el cual tiene una longitud de 1,121.34 m, cota inicio 3,971.75 msnm, cota sifón 3,932.21, cota salida 3,953.29, siendo el desnivel más crítico de 39.54 m, el desnivel de entrada y salida del sifón es de 18.46 m, la tubería en el punto más crítico deberá de plantearse con tubería de HDPE PE100 color negro, por estar ubicado en el pase aéreo (cruce de río, tubería expuesta).
- Para redes de distribución empleando tubería HDPE, se obtienen diámetros de 160mm, 110mm, 75 mm, 63mm, 50mm, 40 mm, 25mm, en longitud de 13,962.82 m, con velocidad máxima de 2.82 m/s y mínima de 0.57 m/s, se verifica que la velocidad en las tuberías cumple con los parámetros establecidos, la presión generada en los nodos de hidrantes se tiene como máxima presión 52.58 mca y mínima de 8.69 mca, se deberá de replantear el tipo de aspersor para los hidrantes que no cumplan con los parámetros establecidos.
- En la red de distribución se deberá de diseñar el conducto de sifón invertido con diámetro de 160 mm, el cual tiene una longitud de 7,896.73 m, cota inicio 3,920.26 msnm, cota sifón 3,880.00, cota salida 3,905.05, siendo el desnivel más crítico de

40.26 m, el desnivel de entrada y salida del sifón es de 15.21 m, la tubería en el punto más crítico deberá de plantearse de clase: S 6.3 de HDPE.

- Mediante el modelamiento y la oferta de caudal para el diseño hidráulico, se ha visto por conveniente realizar el riego por turnos, del cual se tiene cuatro turnos de riego y estos realizarán el riego cada cuatro días, los sectores de riego son: sector 1: regarán 21 hidrantes simultáneamente con un caudal de 18 l/s, sector 2: regarán 23 hidrantes simultáneamente con un caudal de 20 l/s, sector 3: regarán 25 hidrantes simultáneamente con un caudal de 22 l/s, sector 4: regarán 21 hidrantes simultáneamente con un caudal de 18 l/s.
- Para que el sistema funcione con eficacia se ha planteado las obras de arte necesarias como son: cámara de carga de 3 unidades, cámara rompe presión 10 unidades, válvula de control 6 unidades, válvulas de purga en final de líneas 19 unidades, válvulas de purga en línea principales 5 unidades, válvulas de aire 3 unidades, conducto de sifón invertido de diámetro de 160 mm y tubería de clase S 6.3 de material HDPE.
- La población beneficiaria será de 90 familias al igual que la cantidad de hidrantes, esto indica que a cada familia beneficiada le corresponde 01 unidad de hidrante.
- Para que los sistemas de riego se manejen eficazmente se deberá de crear un núcleo que administre el sistema de riego, para ello se deberá de nombrar a la junta directiva de la comisión de regantes, integrada por el presidente, tesorero, vocal, secretario y demás necesarios; esta comisión de regantes se hará cargo de la administración del sistema de riego en el sector Ccalani.
- Para que el sistema de riego funcione como tal, se deberá de realizar capacitaciones a la comisión de regantes del uso, manejo y mantenimiento del sistema de riego.

Conclusión del objetivo específico 2

- Determinar el tipo de tecnología de tuberías más apropiado a utilizar, mediante las especificaciones técnicas de los materiales de PVC y HDPE, para el sistema de riego en el sector de Ccalani, distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento Cusco.

- Para el sistema de riego se ha optado por la elección de la tubería de material HDPE, por presentar mayores ventajas sobre la tubería de material PVC, esto por la ubicación y forma del proyecto de riego.
- El proyecto se ubica entre altitudes de 3950 – 3758 msnm, en el que las temperaturas son muy variables, siendo el más crítico entre los meses de mayo a agosto, en el cual por las noches las temperaturas descienden a -11°C y de día llegan hasta 19°C , razón por la cual las tuberías de polietileno de alta densidad cumplen con este rigor de cambios bruscos de temperaturas.
- En las redes de tuberías se deberá de ejecutar la obra de arte de pase aéreo, en el cual la tubería deberá de estar expuesta a la intemperie, y ser sometida a los rayos ultravioletas provocadas por la radiación solar, por lo sustentado esta tecnología de material de tubería de HDPE cumple para este tipo de obra de arte.
- Como la instalación y tendido de tuberías son de grandes longitudes, en diferentes diámetros, se puede optar por la instalación de tuberías HDPE en rollos, y así realizar el tendido de tuberías más rápido y efectuar menos uniones.
- Por ser la topografía accidentada, y presentar hondonadas tanto vertical y horizontalmente y al presentar la tubería HDPE gran flexibilidad, esta se puede adaptar a este tipo de terrenos para su instalación.
- La soldabilidad es más eficiente, porque al soldar las tuberías y accesorios, estas se componen en una sola pieza, que dan mayor garantía para su puesta en operación.
- Al presentar mayor variedad de diámetros en comparación a la tubería PVC, esto nos da una mayor gama para realizar el modelamiento hidráulico al poder seleccionar el diámetro correcto.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los gobiernos locales que deben de considerar en los proyectos de pre inversión los cálculos y modelamientos hidráulicos para sistemas de riego y así realizar propuestas coherentes y reales.
- Se recomienda a los estudiantes del área de hidráulica, realizar investigaciones de otros tipos de tecnologías de tuberías que puedan utilizarse en los sistemas de riegos y principalmente en proyectos de la región sierra donde la topografía es muy accidentada.
- Se recomienda a que los profesionales inmersos en los proyectos de riego investiguen y propongan el uso de la tubería de polietileno por sus ventajas y características, ya que se da poco uso este material en la zona.
- Se recomienda a que los proyectos de pre inversión deben de considerar las capacitaciones de uso, operación y mantenimiento, para hacer un manejo optimo del sistema de riego tecnificado.
- se recomienda, realizar el uso de este tipo de tuberías en proyectos de la región sierra del Perú, puesto que las tuberías de HDPE presentan mejores características y propiedades en su fabricación, para los cambios bruscos de temperatura que ocurren, sobre todo en las épocas del fenómeno climático de heladas.
- Se recomienda que, para lograr elaborar proyectos de riego de calidad, se deberán de realizar los estudios básicos y primordiales como son: estudios hidrológicos, modelamiento hidráulico, diseño agronómico, levantamiento topográfico in situ y otros que sugieren las normativas nacionales.
- Se recomienda, una vez realizado el modelamiento hidráulico diseñar las obras complementarias como: reservorios, cámara de carga, cámara rompe presiones, cámara distribuidora de caudales, válvulas de control, válvulas de purga, conductos de sifón invertido y otros necesarios para que el sistema de riego funcione eficientemente.
- Se recomienda a las comisiones de regantes que en la puesta en operatividad del sistema de riego tecnificado deberán de respetarse los turnos de riego, puesto que

el modelamiento hidráulico indica que el riego debe de realizarse por turnos y con caudal ya definido para cada sector de riego.

REFERENCIAS

- Agüero, R. (1997). Agua potable para poblaciones rurales. (1.a ed.). Asociación Servicios Educativos Rurales (SER). Lima, Perú.
- Alvarez Quispe, W. (2016) Evaluación ex post del sistema de riego Cabanilla – Lampa [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano Puno - Perú]. <http://repositorio.unap.edu.pe/>
- Becerra, A., Espinoza, N., Gómez, A., Menéndez, J., Quintana, J. (2014). Determinación de las pérdidas de carga por fricción en diferentes tipos de flujo, con ayuda del equipo FME – 07. Universidad Señor de Sipán
- BENITES, C. (2001), Sistemas Hidráulicos de Riego, diseño y construcción. Universidad Nacional San Agustín – Arequipa.
- Borda Mora, A.B. (2020) Diseño hidráulico empleando dos tipos de sistemas, tubería de polietileno de alta densidad (hdpe) y tubería pvc, la Florida - Huacrachuco - Marañón – Huánuco [tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo - Perú]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49534?show=full>
- Cañar Ramírez, M.S. (2016) Diseño de la red de agua potable del caserío el Chilco la Esperanza del cantón Tisaleo de la provincia de Tungurahua [tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato - Ecuador]. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/24607>.
- Catálogo de infraestructura unión flexible y unión rieber JEI (2018) empresa TIGRE. Recuperado de: https://www.tigre.pe/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/peru/Catalogo_Infraestructura.pdf [05/05/2021].
- Catálogo de riego agrícola (2020) empresa VYR S.A. Recuperado de: <https://www.vyrsa.com/es/catalogos-online/>

Catálogo y manual técnico de sistemas de agua. (junio, 2012). Recuperado de: <https://eurotubo.com.pe/assets/media/catalogo/Catalogo%20Sistema%20abastecimiento%20agua%20NTP%201452.pdf> [03/07/2021].

Catálogo técnico de polietileno de alta densidad. (2016). empresa TIGRE. Recuperado de: https://www.tigre.cl/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/chile/Catalogo_Infraestructura_L%C3%ADnea%20Polietileno%20HDPE.pdf [05/05/2021].

Cordova Carhuapoma, R. (2015) Mejoramiento del sistema hidráulico de riego del caserío de Mossa distrito Santa Catalina de Mossa provincia de Morropon Piura [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura - Perú]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/368>

Cuenca Riofrio, W. M. (2015) Mejoramiento del sistema de riego en la “línea de conducción” de la asociación de trabajadores agrícolas Larcachaca Cantón Cayambe [tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4453>

Darko, R. O., Shouqi, Y., Junping, L., Haofang, Y., & Xingye, Z. (2017). Overview of advances in improving uniformity and water use efficiency of sprinkler irrigation. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 10(2), 1-15.

Definición de PVC. (s.f). definición,de. Recuperado de: <https://definicion.de/pvc/> [06/07/2021].

FAO: FAOSTAT Database Results. Food Agricultural Organization [en línea] 2006, Disponible en: <http://faostat.fao.org>. [Consulta: agosto 15 2013].

Ficha estándar de familia del catálogo de bienes, servicios y obras del MEF (22 de agosto 2012). ficha estándar N° 1 familia 96980003 tubos de PVC. Recuperado de:

https://www.mef.gob.pe/contenidos/doc_siga/catalogo/ctlogo_familias_tubos_PVC.pdf

Ficha estándar de familia del catálogo de bienes, servicios y obras del MEF (22 de agosto 2012). ficha estándar N° 4 familia 96980009 tubos de polietileno. Recuperado de: https://www.mef.gob.pe/contenidos/doc_siga/catalogo/ctlogo_familias_tubos_polielileno.pdf

Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación (6.a ed.). McGraw-HILL/INTERAMERICANA EDITORS, S.A.de C.V.

Hurtado, L., Toro, J. (2005). Paradigmas y métodos de investigación. (5.a ed.) Venezuela.

Ibàñez Vega, F. R. (2018) Evaluación y alternativas de solución para la operatividad del sistema de riego por aspersión del caserío Canibamba Alto – sector Quebrada Alto – Sector Quebrada Honda – distrito Usquil – provincia de Otuzco – La Libertad [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo - Perú]. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11264>

Instalaciones sanitarias modulo I (22 de agosto 2012). SENCICO. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/brayhan123987/manual-de-instalaciones-sanitarias-en-edificaciones-manual-dealbanileria-70220443>

Israelsen, D. (1975). Principios y prácticos del riego. Editorial. REVERTE, S.A.

Ippolito, J. A., Bjerneberg, D. L., Stott, D. E., & Karlen, D. L. (2017). Soil quality improvement through conversion to sprinkler irrigation. Soil Science Society of America Journal, 81, 1505-1516.

Kerlinger, F., Howard, B. (2002). Investigación del Comportamiento. (4.a ed.). McGRAW-HILL/Interamericana editores, S.A. de C.V. MÉXICO D.F.

Macias, E. (20 de enero de 2015). ¿Qué es el negro de humo? El mundo de las tuberías de HDPE. Recuperado de: <https://hdpemacias.com/que-es-el-negro-de-humo/> [05/07/2021].

Mérida Tello, H. M. (2017) Análisis de la eficiencia de distribución de agua del sistema de riego por aspersión de la aldea Quilenco, Chiantla, Huehuetenango [tesis de pregrado, Universidad Rafael Landívar]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/07>

Ministerio de Economía y Finanzas, (MEF), Ficha estándar N°1 familia del catálogo de bienes, servicios y obras, 2012)

Ministerio de Economía y Finanzas, (MEF), Ficha estándar N°4 familia del catálogo de bienes, servicios y obras, 2012).

Muestreo. (s.f). complejo hospitalario universitario de Albacete. Recuperado de: <https://www.chospab.es/> [05/07/2021].

Municipalidad Livitaca (2020). Ficha técnica estándar: Mejoramiento y ampliación del servicio de agua para riego por aspersión sectores de Parcco, Llaullipata, Nanra, Qqueroni y Toqra de la c.c. Unión Kora, Livitaca - Chumbivilcas – Cusco,

Narváez López D.E. (2016) Revisión del funcionamiento de un distrito de riego a pequeña escala en el municipio de Potosi - Nariño, empleando software de simulación [tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas – Bogotá - Colombia]. <https://repository.usta.edu.co>

NTP 399.002:2015 TUBOS DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO (PVC-U) PARA LA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS A PRESIÓN. Requisitos y métodos de ensayo. 4ª Edición Reemplaza a la NTP 399.002:2009. <https://sni.org.pe/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-sobre-tubos-de-pvc-u/>

NTP-ISO 4427-3:2008 (revisada el 2018) Sistemas de tuberías plásticas. Tubos de polietileno (PE) y conexiones para abastecimiento de agua. Parte 3:

Conexiones.

1a Edición.

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-sobre-tubos-termoplasticos-resolucion-directoral-n-017-2018-inacaldn-1675282-1/>

OLARTE, H. (2002). Manual diseño y gestión de sistemas de riego por aspersión en laderas”, Proyecto MASAL.

Polietileno de alta densidad. (s.f.). manufacturing terms. Recuperado de: <https://www.manufacturingterms.com/Spanish/HDPE.html> [28/06/2021].

Polietileno de alta densidad. (s.f.). manufacturing terms. Recuperado de: <https://www.manufacturingterms.com/Spanish/HDPE.html> [28/06/2021].

Propiedades y aplicaciones de la tubería de polietileno de alta densidad. (s.f). Soluciones ambientales. Recuperado de: <https://www.geosai.com/tuberia-polietileno-alta-densidad/> [05/07/2021].

Ramírez V. (2007). Manual de riego por goteo. (3.a ed.) Universidad de Puerto Rico - Recinto de Mayagüez.

Riera, C., & Barrionuevo, N. (2015). La expansión del riego por aspersión en dos áreas agroecológicas de la provincia de Córdoba (1997-2011). Estudios Socioterritoriales, (18), 115-137.

Rocha Felices, A. (2007). Hidráulica de tuberías y canales (1.a ed.). Universidad Nacional de Ingeniería.

R.C.U. No 0126-2017/UCV. Código de ética en investigación. universidad cesar vallejo (2017).
<https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20C%C3%89TICA.pdf>

- Soto, J. F. (2002). Manual Diseño y Gestión de sistemas de Riego por aspersión en Laderas. Proyecto MASAL.
- Takaesu Romero, D. A. (2018) Diseño para la implementación de un sistema de riego tecnificado en el campamento Villa Cuajone, Sourthern Peru Copper Corporation, Moquegua, Perú [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina - Perú]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2687>
- Valverde, J. (2007). Riego y drenaje. Universidad Estatal a Distancia San José Costa Rica.
- Vásquez V., A., Vásquez R., I., Vásquez R., C., & Cañamero K., M. (2017). Fundamentos de ingeniería de riegos (Primera edición ed., Vol. 1). Universidad Agraria la Molina.
- Villafuerte Soza, K. C. (2018). Uso de tuberías de policloruro de vinilo en relación a tuberías de polipropileno del agua potable. [tesis de pregrado, Universidad Peruana Los Andes. - Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12848/520>
- Villanueva Chacón, H. A. (2018) Estudio topográfico para mejorar el diseño de riego en la quebrada Checra, Comunidad de Puñun, Huaura, Lima, 2018 [tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo - Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/34672>
- Zayas, E. C. (2017). Evaluación y propuesta de medidas en diferentes técnicas de riego por aspersión para un uso eficiente del agua. Revista Ingeniería Agrícola, 4(1), 22-28.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN UTILIZANDO NUEVAS TECNOLOGÍAS, SECTOR CICALANI - CUSCO 2021
 AUTOR: WILSON ALVAREZ QUISPE

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE			
¿Cómo plantear y optimizar los proyectos de sistemas de riego mediante el diseño hidráulico, con el dimensionamiento de diámetros y el tipo de tecnología de tuberías a utilizar en la zona de estudio?	Plantear el diseño hidráulico para optimizar el dimensionamiento de los diámetros y el tipo de tecnología de tuberías a utilizar en el proyecto de sistema de riego tecnificado	Con el planteamiento del diseño hidráulico nos permitirá optimizar los recursos a utilizar para que el sistema de riego sea eficaz en su instalación y operatividad	Diseño hidráulico	Levantamiento topográfico Diseño agronómico: necesidad hídrica de los cultivos Modelamiento hidráulico Tipo de tubería	Planos topográficos, superficie del terreno mediante curvas de nivel Selección del aspersor: presión de trabajo (mca), caudal (l/s) Diámetros (mm/pulgadas), presión (mca), velocidad (m/s), caudal (l/s) Tubería PVC o Tubería HDPE	Estación total, GPS, radios comunicadores, computadora, software AutoCAD Civil 3D Catálogos de especificaciones técnicas del aspersor a seleccionar Software para modelamiento hidráulico WaterGEMS Norma técnica peruana NTP, catálogos de especificaciones técnicas de tuberías de PVC y HDPE
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE			
1. ¿Cómo plantear y optimizar el diseño hidráulico para el dimensionamiento de los diámetros de tuberías a utilizar en el sistema de riego en el sector de Ccalani, distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento Cusco?	1. Determinar los diámetros de tuberías a utilizar mediante el diseño de cálculo hidráulico para el sistema de riego en el sector de Ccalani, del distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento de Cusco.	1. Los diámetros de las tuberías deberán ser los obtenidos mediante el diseño del cálculo hidráulico, en función de la tecnología del material de la tubería.	Sistema de riego por aspersión	Turno de riego	Tiempo (dias/horas)	Comision de regantes del sistema de riego Talleres de capacitación a la comisión de regantes y sus beneficiarios afiliados
2. ¿Qué tipo de tecnología en material de tubería es más apta PVC o HDPE para el sistema de riego en el sector de Ccalani, distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas departamento Cusco?	2. Determinar el tipo de tecnología de tuberías más apropiado a utilizar, mediante las especificaciones técnicas de los materiales de PVC y HDPE, para el sistema de riego en el sector de Ccalani, distrito de Livitaca, provincia de Chumbivilcas, departamento Cusco.	2. El tipo de tecnología del material de la tubería, será el más óptimo para la zona de estudio según las fichas de las especificaciones técnicas		Operación del sistema de riego	Operación y manipulación del sistema de riego	
				Mantenimiento del sistema de riego	Mantenimiento y limpieza de los componentes hidráulicos	

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSIÓN UTILIZANDO NUEVAS TECNOLOGÍAS, SECTOR CCALANI - CUSCO 2021

AUTOR: WILSON ALVAREZ QUISPE

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGÍA
VARIABLE INDEPENDIENTE: Diseño hidráulico	Son los cálculos de diámetros, longitud, velocidad, pérdidas de carga; estos deben de cumplir parámetros específicos, para el sistema de riego por aspersión.	Con el diseño hidráulico podemos verificar el modelamiento y comportamiento hidráulico de las redes de tuberías, las cuales deben de cumplir las presiones en los nodos de hidrantes y la velocidad en los tramos de tuberías.	Levantamiento topográfico	Planos topográficos, superficie del terreno mediante curvas de nivel	ordinal	A. Línea de investigación: Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento B. Tipo de investigación: Descriptiva y transversal C. Diseño de investigación: no experimental D. Población: Diseño del sistema de riego por aspersión sector Ccalani. E. Muestra: Sistema de riego por aspersión sector Ccalani. F. Muestreo: la investigación es no probabilística por conveniencia
			Diseño agronómico: necesidad hídrica de los cultivos	Selección del aspersor: presión de trabajo (mca), caudal (l/s)	ordinal	
			Modelamiento hidráulico	Diámetros (mm/pulgadas), presión (mca), velocidad (m/s), caudal (l/s)	ordinal	
			Tipo de tubería	Tubería PVC o Tubería HDPE	ordinal	
VARIABLE DEPENDIENTE: Sistema de riego por aspersión	Es el resultado del modelamiento y diseño hidráulico, con el cual va a entrar en operación el sistema de riego.	Para que el sistema de riego funcione correctamente el resultado del diseño y modelamiento hidráulico deben de cumplirse para su puesta en operación.	Turno de riego	Tiempo (dias/horas)	razón	TÉCNICA: se realizará el trabajo de campo con el levantamiento topográfico, se procesarán los datos de campo con los Software correspondientes, se realizará el modelamiento hidráulico, y se determinará el tipo de tecnología de tuberías a utilizar mediante las especificaciones técnicas de cada tubería
			Operación del sistema de riego	Operación y manipulación del sistema de riego	razón	
			Mantenimiento del sistema de riego	Mantenimiento y limpieza de los componentes hidráulicos	razón	

ANEXO 3: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams C = 150.00
 Material de Tuberia M= PVC

ASPERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
346	T-1	99.98	N-8	N-9	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	LINEA DE CONDUCCION
432	T-2	61.14	N-15	CRP-1	4	20.00	2.47	7.5	C-7.5	
217	T-3	27.31	N-3	N-1	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
433	T-4	38.86	CRP-1	N-14	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
283	T-5	59.71	N-1	N-2	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
421	T-6	212.56	N-2	N-5	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
314	T-7	75.11	N-5	N-12	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
251	T-8	45.59	N-12	N-10	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
307	T-9	67.89	N-10	N-6	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
242	T-10	44.14	N-6	N-9	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
192	T-11	20.21	N-8	N-11	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
362	T-12	100.00	CAP-1	N-19	4	20.00	2.47	7.5	C-7.5	
353	T-13	100.00	N-19	N-18	4	20.00	2.47	7.5	C-7.5	
365	T-14	100.00	N-18	N-17	4	20.00	2.47	7.5	C-7.5	
350	T-15	100.00	N-17	N-16	4	20.00	2.47	7.5	C-7.5	
356	T-16	100.00	N-16	N-15	4	20.00	2.47	7.5	C-7.5	
360	T-17	100.00	N-14	N-13	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
364	T-18	100.00	N-13	N-7	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
347	T-19	100.00	N-7	N-4	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
384	T-20	129.98	N-4	N-3	6	20.00	1.10	7.5	C-7.5	
294	T-3	62.55	N-23	N-52	6	17.60	0.96	7.5	C-7.5	
338	T-4	91.62	N-55	N-65	6	14.08	0.77	7.5	C-7.5	
131	T-5	12.04	N-21	N-22	4	12.32	1.52	7.5	C-7.5	
301	T-6	64.47	N-33	N-48	3	9.68	2.12	7.5	C-7.5	
248	T-7	44.56	N-44	N-39	3	4.40	0.96	7.5	C-7.5	
321	T-8	82.77	N-26	N-72	1	0.88	1.74	10	C-10	
208	T-9	26.15	N-50	N-51	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
328	T-10	85.53	N-65	N-73	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
181	T-11	18.44	N-21	N-38	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
292	T-12	62.51	N-22	N-68	1	0.88	1.74	10	C-10	
237	T-13	43.35	N-57	N-58	1	0.88	1.74	10	C-10	
167	T-14	15.59	N-33	N-34	1	0.88	1.74	10	C-10	
198	T-15	23.15	N-46	N-47	1	0.88	1.74	10	C-10	
155	T-16	14.67	N-29	N-30	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
149	T-17	14.03	N-27	N-28	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
195	T-18	21.99	N-44	N-45	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
183	T-19	19.21	N-39	N-40	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
82	T-20	6.76	N-13	N-14	1	0.88	1.74	10	C-10	

ANEXO 3: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams $C = 150.00$
 Material de Tuberia $M = PVC$

ASPERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
287	T-21	60.55	N-25	N-67	1	0.88	1.74	10	C-10	SECTOR 1
204	T-22	25.55	N-48	N-49	1	0.88	1.74	10	C-10	
266	T-39	52.80	N-65	N-21	6	13.20	0.72	7.5	C-7.5	
339	T-40	95.30	N-22	N-57	4	11.44	1.41	7.5	C-7.5	
380	T-41	125.92	N-57	N-33	3	10.56	2.32	7.5	C-7.5	
398	T-42	149.48	N-48	N-46	2 1/2	8.80	2.78	7.5	C-7.5	
336	T-43	89.77	N-31	N-27	3	6.16	1.35	7.5	C-7.5	
368	T-44	104.98	N-27	N-44	3	5.28	1.16	7.5	C-7.5	
407	T-45	185.69	N-39	N-13	3	3.52	0.77	7.5	C-7.5	
143	T-46	13.63	N-25	N-26	2	1.76	0.87	7.5	C-7.5	
394	T-47	148.59	N-13	N-25	2	2.64	1.30	7.5	C-7.5	
428	T-48	367.15	N-86	N-23	6	18.48	1.01	7.5	C-7.5	
308	T-49	72.87	N-50	N-70	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
369	T-64	105.35	N-85	N-55	1 1/2	-0.88	0.77	7.5	C-7.5	
226	T-65	30.39	N-36	N-55	6	14.96	0.82	7.5	C-7.5	
214	T-66	26.59	N-52	N-36	6	15.84	0.87	7.5	C-7.5	
396	T-67	147.85	N-26	N-87	1	0.88	1.74	10	C-10	
140	T-68	12.93	N-23	N-24	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
173	T-69	16.32	N-36	N-37	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
327	T-70	102.75	N-52	N-50	2	1.76	0.87	7.5	C-7.5	
161	T-71	15.26	N-31	N-32	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
434	T-87	49.06	N-46	CRP-2	2 1/2	7.92	2.50	7.5	C-7.5	
435	T-88	84.29	CRP-2	N-29	2 1/2	7.92	2.50	7.5	C-7.5	
437	T-89	92.61	N-29	CRP-3	2 1/2	7.04	2.22	7.5	C-7.5	
438	T-90	106.88	CRP-3	N-31	3	7.04	1.54	7.5	C-7.5	
69	T-3	5.57	N-45	N-42	1	0.88	1.74	10	C-10	
86	T-4	7.70	N-44	N-39	1	0.88	1.74	10	C-10	
439	T-5	29.70	N-47	CRP-3	4	14.96	1.85	7.5	C-7.5	
267	T-6	54.45	N-38	N-35	1	0.88	1.74	10	C-10	
440	T-7	114.73	CRP-3	N-37	4	14.96	1.85	7.5	C-7.5	
442	T-9	14.57	N-41	CRP-4	2	2.64	1.30	7.5	C-7.5	
443	T-11	52.02	CRP-4	N-38	2	2.64	1.30	7.5	C-7.5	
445	T-13	40.13	N-27	CRP-5	2	3.52	1.74	7.5	C-7.5	
446	T-15	140.90	CRP-5	N-21	2	3.52	1.74	7.5	C-7.5	
456	T-17	19.12	N-201	N-6	2 1/2	4.40	1.39	7.5	C-7.5	
448	T-18	108.72	N-28	CRP-6	2 1/2	6.16	1.95	7.5	C-7.5	
459	T-20	47.43	N-13	N-201	2 1/2	4.40	1.39	7.5	C-7.5	
449	T-21	65.41	CRP-6	N-19	2 1/2	6.16	1.95	7.5	C-7.5	

ANEXO 3: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams C = 150.00
 Material de Tuberia M= PVC

ASERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
264	T-30	52.35	N-45	N-44	6	19.36	1.06	7.5	C-7.5	SECTOR 2
278	T-31	58.62	N-44	N-41	6	18.48	1.01	7.5	C-7.5	
66	T-32	5.54	N-32	N-31	1	0.88	1.74	10	C-10	
301	T-33	65.80	N-38	N-32	1 1/2	1.76	1.54	7.5	C-7.5	
409	T-34	193.86	N-32	N-22	1	0.88	1.74	10	C-10	
253	T-35	45.76	N-29	N-27	2	4.40	2.17	7.5	C-7.5	
60	T-36	5.03	N-37	N-36	1	0.88	1.74	10	C-10	
151	T-37	14.44	N-34	N-33	1	0.88	1.74	10	C-10	
185	T-38	19.77	N-30	N-24	1	0.88	1.74	10	C-10	
389	T-39	138.61	N-26	N-15	1	0.88	1.74	10	C-10	
311	T-40	72.16	N-19	N-14	1	0.88	1.74	10	C-10	
284	T-41	68.11	N-6	N-1	1	0.88	1.74	10	C-10	
175	T-42	16.40	N-4	N-3	1	0.88	1.74	10	C-10	
127	T-43	11.65	N-2	N-5	1	0.88	1.74	10	C-10	
373	T-44	111.59	N-37	N-34	4	14.08	1.74	7.5	C-7.5	
329	T-45	86.62	N-34	N-29	4	13.20	1.63	7.5	C-7.5	
336	T-46	98.84	N-29	N-30	3	8.80	1.93	7.5	C-7.5	
323	T-47	86.49	N-30	N-28	3	7.92	1.74	7.5	C-7.5	
309	T-48	71.96	N-19	N-13	2 1/2	5.28	1.67	7.5	C-7.5	
374	T-49	111.55	N-6	N-4	2 1/2	3.52	1.11	7.5	C-7.5	
423	T-50	286.09	N-4	N-2	2 1/2	2.64	0.83	7.5	C-7.5	
418	T-51	216.55	N-2	N-8	2 1/2	1.76	0.56	7.5	C-7.5	
330	T-52	87.63	N-8	N-7	1	0.88	1.74	10	C-10	
98	T-53	8.34	N-21	N-20	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
89	T-54	7.78	N-17	N-16	1	0.88	1.74	10	C-10	
342	T-55	100.69	N-21	N-18	1 1/2	2.64	2.32	7.5	C-7.5	
381	T-56	130.57	N-18	N-10	1	0.88	1.74	10	C-10	
178	T-57	18.28	N-18	N-17	1 1/2	1.76	1.54	7.5	C-7.5	
316	T-58	79.38	N-17	N-11	1	0.88	1.74	10	C-10	
63	T-71	5.06	N-40	N-43	1	0.88	1.74	10	C-10	
234	T-72	42.15	N-41	N-40	6	15.84	0.87	7.5	C-7.5	
394	T-73	147.05	N-40	N-47	6	14.96	0.82	7.5	C-7.5	
219	T-74	28.60	N-8	N-9	1	0.88	1.74	10	C-10	
125	T-75	10.93	N-28	N-26	1 1/2	1.76	1.54	7.5	C-7.5	
163	T-76	15.33	N-27	N-25	1	0.88	1.74	10	C-10	
116	T-77	10.51	N-26	N-23	1	0.88	1.74	10	C-10	
133	T-78	12.16	N-13	N-12	1	0.88	1.74	10	C-10	
295	T-80	63.42	N-48	N-46	6	20.24	1.11	7.5	C-7.5	

ANEXO 3: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams C = 150.00
 Material de Tuberia M= PVC

ASPERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
239	T-81	43.40	N-46	N-45	6	20.24	1.11	7.5	C-7.5	
433	T-93	22.66	N-50	CRP2	6	20.24	1.11	7.5	C-7.5	
434	T-94	22.59	CRP2	N-48	6	20.24	1.11	7.5	C-7.5	
295	T-1	63.14	N-9	N-45	6	17.60	0.96	7.5	C-7.5	
245	T-2	44.30	N-35	N-36	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
262	T-3	49.45	N-42	N-43	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
435	T-3	14.96	N-29	CRP-2	3	6.16	1.35	7.5	C-7.5	
123	T-4	10.85	N-13	N-14	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
436	T-4	158.55	CRP-2	N-41	4	6.16	0.76	7.5	C-7.5	
43	T-5	3.08	N-3	N-4	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
438	T-5	23.38	N-17	CRP-3	2 1/2	3.52	1.11	7.5	C-7.5	
108	T-6	9.52	N-9	N-10	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
439	T-6	55.06	CRP-3	N-23	2 1/2	3.52	1.11	7.5	C-7.5	
276	T-7	58.19	N-45	N-46	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
441	T-7	105.04	N-23	CRP-4	2	2.64	1.30	7.5	C-7.5	
289	T-8	59.87	N-50	N-51	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
442	T-8	97.22	CRP-4	N-65	2	2.64	1.30	7.5	C-7.5	
223	T-9	29.97	N-27	N-28	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
415	T-10	198.06	N-28	N-68	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
305	T-11	67.46	N-39	N-52	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
96	T-12	8.31	N-7	N-8	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
40	T-13	2.79	N-1	N-2	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
93	T-14	7.82	N-5	N-6	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
334	T-15	89.43	N-40	N-55	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
114	T-16	10.18	N-11	N-12	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
137	T-17	12.24	N-15	N-16	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
158	T-18	15.13	N-19	N-20	1	0.88	1.74	10	C-10	
228	T-19	31.08	N-29	N-30	1	0.88	1.74	10	C-10	
271	T-20	55.00	N-41	N-44	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
231	T-21	34.41	N-31	N-32	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
146	T-22	13.85	N-17	N-18	1	0.88	1.74	10	C-10	
201	T-23	24.37	N-23	N-24	1	0.88	1.74	10	C-10	
386	T-24	137.97	N-54	N-67	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
280	T-25	59.06	N-47	N-48	1	0.88	1.74	10	C-10	
422	T-26	251.56	N-65	N-47	1 1/2	1.76	1.54	7.5	C-7.5	
425	T-27	313.75	N-22	N-35	6	22.00	1.21	7.5	C-7.5	
316	T-28	83.65	N-35	N-42	6	21.12	1.16	7.5	C-7.5	
378	T-29	126.61	N-42	N-13	6	20.24	1.11	7.5	C-7.5	

SECTOR 3

ANEXO 3: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams $C = 150.00$
 Material de Tuberia $M = PVC$

ASPERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
323	T-30	81.51	N-13	N-3	6	19.36	1.06	7.5	C-7.5	
234	T-31	36.52	N-3	N-9	6	18.48	1.01	7.5	C-7.5	
413	T-32	267.91	N-45	N-50	6	16.72	0.92	7.5	C-7.5	
402	T-33	157.97	N-27	N-39	6	14.96	0.82	7.5	C-7.5	
256	T-34	46.87	N-39	N-7	6	14.08	0.77	7.5	C-7.5	
376	T-35	120.06	N-7	N-54	6	13.20	0.72	7.5	C-7.5	
325	T-36	84.57	N-54	N-1	4	12.32	1.52	7.5	C-7.5	
344	T-37	100.94	N-1	N-5	4	11.44	1.41	7.5	C-7.5	
258	T-38	47.72	N-5	N-40	4	10.56	1.30	7.5	C-7.5	
273	T-39	57.27	N-40	N-11	4	9.68	1.19	7.5	C-7.5	
333	T-40	87.61	N-11	N-15	6	8.80	0.48	7.5	C-7.5	
426	T-41	356.46	N-15	N-19	4	7.92	0.98	7.5	C-7.5	
320	T-42	81.01	N-19	N-29	3	7.04	1.54	7.5	C-7.5	
260	T-43	47.99	N-41	N-31	4	5.28	0.65	7.5	C-7.5	
401	T-45	154.93	N-31	N-17	2 1/2	4.40	1.39	7.5	C-7.5	
371	T-48	107.96	N-65	N-66	1	0.88	1.74	10	C-10	
409	T-59	185.70	N-50	N-27	6	15.84	0.87	7.5	C-7.5	
381	T-1	127.30	N-30	N-28	6	15.84	0.87	7.5	C-7.5	
216	T-2	27.04	N-19	N-21	6	14.08	0.77	7.5	C-7.5	
102	T-3	8.84	N-40	N-42	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
79	T-4	6.15	N-38	N-37	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
297	T-5	63.87	N-30	N-29	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
120	T-6	10.57	N-28	N-27	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
105	T-7	9.00	N-19	N-20	1	0.88	1.74	10	C-10	
111	T-8	9.87	N-21	N-22	1	0.88	1.74	10	C-10	
76	T-9	5.98	N-41	N-44	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
31	T-10	2.00	N-43	N-45	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
46	T-11	3.08	N-32	N-31	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
49	T-12	3.21	N-25	N-24	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
34	T-13	2.65	N-12	N-10	1	0.88	1.74	10	C-10	
37	T-14	2.70	N-18	N-17	1	0.88	1.74	10	C-10	
189	T-15	19.91	N-46	N-39	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
52	T-16	4.07	N-34	N-35	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	
170	T-17	16.31	N-13	N-11	1	0.88	1.74	10	C-10	
55	T-18	4.25	N-6	N-7	1	0.88	1.74	10	C-10	
399	T-19	151.02	N-40	N-38	6	17.60	0.96	7.5	C-7.5	
403	T-20	161.36	N-38	N-30	6	16.72	0.92	7.5	C-7.5	
420	T-21	212.36	N-28	N-19	6	14.96	0.82	7.5	C-7.5	

FOR 4

ANEXO 3: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - PVC

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams $C = 150.00$
 Material de Tuberia $M = PVC$

ASPERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
366	T-22	112.51	N-21	N-26	6	13.20	0.72	7.5	C-7.5	SECTOR
405	T-23	168.17	N-26	N-41	6	11.44	0.63	7.5	C-7.5	
412	T-24	197.21	N-41	N-43	6	10.56	0.58	7.5	C-7.5	
300	T-25	64.49	N-43	N-32	6	9.68	0.53	7.5	C-7.5	
303	T-26	65.70	N-32	N-25	6	8.80	0.48	7.5	C-7.5	
379	T-27	125.67	N-12	N-18	4	7.04	0.87	7.5	C-7.5	
417	T-28	203.24	N-18	N-46	4	6.16	0.76	7.5	C-7.5	
341	T-29	95.73	N-46	N-34	4	5.28	0.65	7.5	C-7.5	
377	T-30	124.52	N-34	N-13	3	4.40	0.96	7.5	C-7.5	
342	T-31	96.68	N-13	N-6	3	3.52	0.77	7.5	C-7.5	
340	T-32	93.61	N-6	N-9	2	2.64	1.30	7.5	C-7.5	
427	T-33	368.97	N-52	N-40	6	18.48	1.01	7.5	C-7.5	
211	T-35	26.32	N-2	N-23	1	-0.88	1.74	10	C-10	
400	T-36	179.67	N-26	N-23	1 1/2	1.76	1.54	7.5	C-7.5	
392	T-37	146.90	N-23	N-1	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
423	T-47	264.09	N-25	N-12	6	7.92	0.43	7.5	C-7.5	
207	T-48	25.87	N-9	N-4	1 1/2	1.76	1.54	7.5	C-7.5	
73	T-49	5.64	N-4	N-3	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
58	T-50	4.28	N-8	N-5	1 1/2	0.88	0.77	7.5	C-7.5	
85	T-51	6.98	N-9	N-8	2	0.88	0.43	7.5	C-7.5	

ANEXO 4: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - HDPE

CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO CCALANI - TUBERIAS - HDPE

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams C = 150.00
 Material de Tuberia M= HDPE

ASPERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
346	T-1	99.98	N-8	N-9	160	20.00	0.99	8	S-8	LINEA DE CONDUCCION
432	T-2	61.14	N-15	CRP-1	110	20.00	2.10	8	S-8	
217	T-3	27.31	N-3	N-1	160	20.00	0.99	8	S-8	
433	T-4	38.86	CRP-1	N-14	160	20.00	0.99	8	S-8	
283	T-5	59.71	N-1	N-2	160	20.00	0.99	8	S-8	
421	T-6	212.56	N-2	N-5	160	20.00	0.99	8	S-8	
314	T-7	75.11	N-5	N-12	160	20.00	0.99	8	S-8	
251	T-8	45.59	N-12	N-10	160	20.00	0.99	8	S-8	
307	T-9	67.89	N-10	N-6	160	20.00	0.99	8	S-8	
242	T-10	44.14	N-6	N-9	160	20.00	0.99	8	S-8	
192	T-11	20.21	N-8	N-11	160	20.00	0.99	8	S-8	
362	T-12	100.00	CAP-1	N-19	110	20.00	2.10	8	S-8	
353	T-13	100.00	N-19	N-18	110	20.00	2.10	8	S-8	
365	T-14	100.00	N-18	N-17	110	20.00	2.10	8	S-8	
350	T-15	100.00	N-17	N-16	110	20.00	2.10	8	S-8	
356	T-16	100.00	N-16	N-15	110	20.00	2.10	8	S-8	
360	T-17	100.00	N-14	N-13	160	20.00	0.99	8	S-8	
364	T-18	100.00	N-13	N-7	160	20.00	0.99	8	S-8	
347	T-19	100.00	N-7	N-4	160	20.00	0.99	8	S-8	
384	T-20	129.98	N-4	N-3	160	20.00	0.99	8	S-8	
294	T-3	62.55	N-23	N-52	160	17.60	0.88	8	S-8	
338	T-4	91.62	N-55	N-65	160	14.08	0.70	8	S-8	
131	T-5	12.04	N-21	N-22	110	12.32	1.30	8	S-8	
301	T-6	64.47	N-33	N-48	75	9.68	2.19	8	S-8	
248	T-7	44.56	N-44	N-39	75	4.40	1.00	8	S-8	
321	T-8	82.77	N-26	N-72	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
208	T-9	26.15	N-50	N-51	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
328	T-10	85.53	N-65	N-73	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
181	T-11	18.44	N-21	N-38	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
292	T-12	62.51	N-22	N-68	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
237	T-13	43.35	N-57	N-58	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
167	T-14	15.59	N-33	N-34	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
198	T-15	23.15	N-46	N-47	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
155	T-16	14.67	N-29	N-30	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
149	T-17	14.03	N-27	N-28	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
195	T-18	21.99	N-44	N-45	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
183	T-19	19.21	N-39	N-40	50	0.88	0.45	8	S-8	
82	T-20	6.76	N-13	N-14	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	

ANEXO 4: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - HDPE

CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO CCALANI - TUBERIAS - HDPE

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams C = 150.00
 Material de Tuberia M= HDPE

ASPELRSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
287	T-21	60.55	N-25	N-67	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	SECTOR 1
204	T-22	25.55	N-48	N-49	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
266	T-39	52.80	N-65	N-21	160	13.20	0.66	8	S-8	
339	T-40	95.30	N-22	N-57	110	11.44	1.20	8	S-8	
380	T-41	125.92	N-57	N-33	75	10.56	2.39	8	S-8	
398	T-42	149.48	N-48	N-46	63	8.80	2.82	8	S-8	
336	T-43	89.77	N-31	N-27	75	6.16	1.39	8	S-8	
368	T-44	104.98	N-27	N-44	75	5.28	1.20	8	S-8	
407	T-45	185.69	N-39	N-13	75	3.52	0.80	8	S-8	
143	T-46	13.63	N-25	N-26	50	1.76	0.90	8	S-8	
394	T-47	148.59	N-13	N-25	50	2.64	1.34	8	S-8	
428	T-48	367.15	N-86	N-23	160	18.48	0.92	8	S-8	
308	T-49	72.87	N-50	N-70	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
369	T-64	105.35	N-85	N-55	40	-0.88	0.70	6.3	S-6.3	
226	T-65	30.39	N-36	N-55	160	14.96	0.74	8	S-8	
214	T-66	26.59	N-52	N-36	160	15.84	0.79	8	S-8	
396	T-67	147.85	N-26	N-87	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
140	T-68	12.93	N-23	N-24	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
173	T-69	16.32	N-36	N-37	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
327	T-70	102.75	N-52	N-50	50	1.76	0.90	8	S-8	
161	T-71	15.26	N-31	N-32	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
434	T-87	49.06	N-46	CRP-2	63	7.92	2.54	8	S-8	
435	T-88	84.29	CRP-2	N-29	63	7.92	2.54	8	S-8	
437	T-89	92.61	N-29	CRP-3	63	7.04	2.26	8	S-8	
438	T-90	106.88	CRP-3	N-31	75	7.04	1.59	8	S-8	
69	T-3	5.57	N-45	N-42	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
86	T-4	7.70	N-44	N-39	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
439	T-5	29.70	N-47	CRP-3	110	14.96	1.57	8	S-8	
267	T-6	54.45	N-38	N-35	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
440	T-7	114.73	CRP-3	N-37	110	14.96	1.57	8	S-8	
442	T-9	14.57	N-41	CRP-4	50	2.64	1.34	8	S-8	
443	T-11	52.02	CRP-4	N-38	50	2.64	1.34	8	S-8	
445	T-13	40.13	N-27	CRP-5	50	3.52	1.79	8	S-8	
446	T-15	140.90	CRP-5	N-21	50	3.52	1.79	8	S-8	
456	T-17	19.12	N-201	N-6	63	4.40	1.41	8	S-8	
448	T-18	108.72	N-28	CRP-6	63	6.16	1.98	8	S-8	
459	T-20	47.43	N-13	N-201	63	4.40	1.41	8	S-8	
449	T-21	65.41	CRP-6	N-19	63	6.16	1.98	8	S-8	

ANEXO 4: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - HDPE

CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO CCALANI - TUBERIAS - HDPE

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams C = 150.00
 Material de Tuberia M= HDPE

ASPELRSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
264	T-30	52.35	N-45	N-44	160	19.36	0.96	8	S-8	SECTOR 2
278	T-31	58.62	N-44	N-41	160	18.48	0.92	8	S-8	
66	T-32	5.54	N-32	N-31	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
301	T-33	65.80	N-38	N-32	40	1.76	1.40	6.3	S-6.3	
409	T-34	193.86	N-32	N-22	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
253	T-35	45.76	N-29	N-27	50	4.40	2.24	6.3	S-8	
60	T-36	5.03	N-37	N-36	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
151	T-37	14.44	N-34	N-33	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
185	T-38	19.77	N-30	N-24	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
389	T-39	138.61	N-26	N-15	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
311	T-40	72.16	N-19	N-14	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
284	T-41	68.11	N-6	N-1	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
175	T-42	16.40	N-4	N-3	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
127	T-43	11.65	N-2	N-5	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
373	T-44	111.59	N-37	N-34	110	14.08	1.48	8	S-8	
329	T-45	86.62	N-34	N-29	110	13.20	1.39	8	S-8	
336	T-46	98.84	N-29	N-30	75	8.80	1.99	8	S-8	
323	T-47	86.49	N-30	N-28	75	7.92	1.79	8	S-8	
309	T-48	71.96	N-19	N-13	63	5.28	1.69	8	S-8	
374	T-49	111.55	N-6	N-4	63	3.52	1.13	8	S-8	
423	T-50	286.09	N-4	N-2	63	2.64	0.85	8	S-8	
418	T-51	216.55	N-2	N-8	63	1.76	0.56	8	S-8	
330	T-52	87.63	N-8	N-7	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
98	T-53	8.34	N-21	N-20	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
89	T-54	7.78	N-17	N-16	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
342	T-55	100.69	N-21	N-18	40	2.64	2.10	6.3	S-6.3	
381	T-56	130.57	N-18	N-10	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
178	T-57	18.28	N-18	N-17	40	1.76	1.40	6.3	S-6.3	
316	T-58	79.38	N-17	N-11	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
63	T-71	5.06	N-40	N-43	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
234	T-72	42.15	N-41	N-40	160	15.84	0.79	8	S-8	
394	T-73	147.05	N-40	N-47	160	14.96	0.74	8	S-8	
219	T-74	28.60	N-8	N-9	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
125	T-75	10.93	N-28	N-26	40	1.76	1.40	6.3	S-6.3	
163	T-76	15.33	N-27	N-25	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
116	T-77	10.51	N-26	N-23	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
133	T-78	12.16	N-13	N-12	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
295	T-80	63.42	N-48	N-46	160	20.24	1.01	8	S-8	

ANEXO 4: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - HDPE

CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO CCALANI - TUBERIAS - HDPE

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams C = 150.00
 Material de Tuberia M= HDPE

ASPERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
239	T-81	43.40	N-46	N-45	160	20.24	1.01	8	S-8	
433	T-93	22.66	N-50	CRP2	160	20.24	1.01	8	S-8	
434	T-94	22.59	CRP2	N-48	160	20.24	1.01	8	S-8	
295	T-1	63.14	N-9	N-45	160	17.60	0.88	8	S-8	
245	T-2	44.30	N-35	N-36	50	0.88	0.45	8	S-8	
262	T-3	49.45	N-42	N-43	50	0.88	0.45	8	S-8	
435	T-3	14.96	N-29	CRP-2	75	6.16	1.39	8	S-8	
123	T-4	10.85	N-13	N-14	50	0.88	0.45	8	S-8	
436	T-4	158.55	CRP-2	N-41	110	6.16	0.65	8	S-8	
43	T-5	3.08	N-3	N-4	50	0.88	0.45	8	S-8	
438	T-5	23.38	N-17	CRP-3	63	3.52	1.13	8	S-8	
108	T-6	9.52	N-9	N-10	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
439	T-6	55.06	CRP-3	N-23	63	3.52	1.13	8	S-8	
276	T-7	58.19	N-45	N-46	50	0.88	0.45	8	S-8	
441	T-7	105.04	N-23	CRP-4	50	2.64	1.34	8	S-8	
289	T-8	59.87	N-50	N-51	50	0.88	0.45	8	S-8	
442	T-8	97.22	CRP-4	N-65	50	2.64	1.34	8	S-8	
223	T-9	29.97	N-27	N-28	50	0.88	0.45	8	S-8	
415	T-10	198.06	N-28	N-68	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
305	T-11	67.46	N-39	N-52	50	0.88	0.45	8	S-8	
96	T-12	8.31	N-7	N-8	50	0.88	0.45	8	S-8	
40	T-13	2.79	N-1	N-2	50	0.88	0.45	8	S-8	
93	T-14	7.82	N-5	N-6	50	0.88	0.45	8	S-8	
334	T-15	89.43	N-40	N-55	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
114	T-16	10.18	N-11	N-12	50	0.88	0.45	8	S-8	
137	T-17	12.24	N-15	N-16	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
158	T-18	15.13	N-19	N-20	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
228	T-19	31.08	N-29	N-30	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
271	T-20	55.00	N-41	N-44	50	0.88	0.45	8	S-8	
231	T-21	34.41	N-31	N-32	50	0.88	0.45	8	S-8	
146	T-22	13.85	N-17	N-18	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
201	T-23	24.37	N-23	N-24	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
386	T-24	137.97	N-54	N-67	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
280	T-25	59.06	N-47	N-48	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
422	T-26	251.56	N-65	N-47	40	1.76	1.40	6.3	S-6.3	
425	T-27	313.75	N-22	N-35	160	22.00	1.09	8	S-8	
316	T-28	83.65	N-35	N-42	160	21.12	1.05	8	S-8	
378	T-29	126.61	N-42	N-13	160	20.24	1.01	8	S-8	

SECTOR 3

ANEXO 4: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - HDPE

CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO CCALANI - TUBERIAS - HDPE

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams C = 150.00
 Material de Tuberia M= HDPE

ASERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO
323	T-30	81.51	N-13	N-3	160	19.36	0.96	8	S-8	
234	T-31	36.52	N-3	N-9	160	18.48	0.92	8	S-8	
413	T-32	267.91	N-45	N-50	160	16.72	0.83	8	S-8	
402	T-33	157.97	N-27	N-39	160	14.96	0.74	8	S-8	
256	T-34	46.87	N-39	N-7	160	14.08	0.70	8	S-8	
376	T-35	120.06	N-7	N-54	160	13.20	0.66	8	S-8	
325	T-36	84.57	N-54	N-1	110	12.32	1.30	8	S-8	
344	T-37	100.94	N-1	N-5	110	11.44	1.20	8	S-8	
258	T-38	47.72	N-5	N-40	110	10.56	1.11	8	S-8	
273	T-39	57.27	N-40	N-11	110	9.68	1.02	8	S-8	
333	T-40	87.61	N-11	N-15	160	8.80	0.44	8	S-8	
426	T-41	356.46	N-15	N-19	110	7.92	0.83	8	S-8	
320	T-42	81.01	N-19	N-29	75	7.04	1.59	8	S-8	
260	T-43	47.99	N-41	N-31	110	5.28	0.56	8	S-8	
401	T-45	154.93	N-31	N-17	63	4.40	1.41	8	S-8	
371	T-48	107.96	N-65	N-66	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
409	T-59	185.70	N-50	N-27	160	15.84	0.79	8	S-8	
381	T-1	127.30	N-30	N-28	160	15.84	0.79	8	S-8	
216	T-2	27.04	N-19	N-21	160	14.08	0.70	8	S-8	
102	T-3	8.84	N-40	N-42	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
79	T-4	6.15	N-38	N-37	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
297	T-5	63.87	N-30	N-29	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
120	T-6	10.57	N-28	N-27	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
105	T-7	9.00	N-19	N-20	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
111	T-8	9.87	N-21	N-22	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
76	T-9	5.98	N-41	N-44	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
31	T-10	2.00	N-43	N-45	50	0.88	0.45	8	S-8	
46	T-11	3.08	N-32	N-31	50	0.88	0.45	8	S-8	
49	T-12	3.21	N-25	N-24	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
34	T-13	2.65	N-12	N-10	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
37	T-14	2.70	N-18	N-17	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
189	T-15	19.91	N-46	N-39	50	0.88	0.45	8	S-8	
52	T-16	4.07	N-34	N-35	50	0.88	0.45	8	S-8	
170	T-17	16.31	N-13	N-11	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
55	T-18	4.25	N-6	N-7	25	0.88	1.79	6.3	S-6.3	
399	T-19	151.02	N-40	N-38	160	17.60	0.88	8	S-8	
403	T-20	161.36	N-38	N-30	160	16.72	0.83	8	S-8	
420	T-21	212.36	N-28	N-19	160	14.96	0.74	8	S-8	

FOR 4

ANEXO 4: CALCULO HIDRÁULICO SECTOR CCALANI - TUBERÍAS - HDPE

CALCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO CCALANI - TUBERIAS - HDPE

Caudal del aspersor $Q_{asp} = 0.22$ l/s
 Nº aspersor x hidrante # asp-hid = 4.00 l/s
 Caudal del hidrante $Q_{hidrante} = 0.88$ l/s
 Coef. Hazen-Williams C = 150.00
 Material de Tuberia M= HDPE

ASPERSOR	
TIPO	Q (lt / seg)
VYR 60	0.22

ID	ETIQUETA	LONGITUD m	INICIO NODO	FIN NODO	DIAMETRO (pulg)	CAUDAL (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Clase Tuberia	Clase Tuberia	SUB SISTEMA DE RIEGO SEC
366	T-22	112.51	N-21	N-26	160	13.20	0.66	8	S-8	
405	T-23	168.17	N-26	N-41	160	11.44	0.57	8	S-8	
412	T-24	197.21	N-41	N-43	160	10.56	0.53	8	S-8	
300	T-25	64.49	N-43	N-32	160	9.68	0.48	8	S-8	
303	T-26	65.70	N-32	N-25	160	8.80	0.44	8	S-8	
379	T-27	125.67	N-12	N-18	110	7.04	0.74	8	S-8	
417	T-28	203.24	N-18	N-46	110	6.16	0.65	8	S-8	
341	T-29	95.73	N-46	N-34	110	5.28	0.56	8	S-8	
377	T-30	124.52	N-34	N-13	75	4.40	1.00	8	S-8	
342	T-31	96.68	N-13	N-6	75	3.52	0.80	8	S-8	
340	T-32	93.61	N-6	N-9	50	2.64	1.34	8	S-8	
427	T-33	368.97	N-52	N-40	160	18.48	0.92	8	S-8	
211	T-35	26.32	N-2	N-23	25	-0.88	1.79	6.3	S-6.3	
400	T-36	179.67	N-26	N-23	40	1.76	1.40	6.3	S-6.3	
392	T-37	146.90	N-23	N-1	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
423	T-47	264.09	N-25	N-12	160	7.92	0.39	8	S-8	
207	T-48	25.87	N-9	N-4	40	1.76	1.40	6.3	S-6.3	
73	T-49	5.64	N-4	N-3	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
58	T-50	4.28	N-8	N-5	40	0.88	0.70	6.3	S-6.3	
85	T-51	6.98	N-9	N-8	50	0.88	0.45	8	S-8	

ANEXO 5: RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - PVC

RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - PVC						
ID	ETIQUETA	ELEVACION msnm	DEMANDA (l/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)	PRESION mca	SECTOR DE RIEGO
322	N-72	3746.38	0.88	3775.77	8.49	SECTOR 1
397	N-87	3747.90	0.88	3767.40	8.84	
288	N-67	3753.40	0.88	3778.84	9.30	
151	N-28	3769.70	0.88	3795.15	10.27	
197	N-45	3773.32	0.88	3793.24	10.56	
185	N-40	3776.95	0.88	3793.01	11.74	
84	N-14	3778.09	0.88	3790.75	11.81	
163	N-32	3785.30	0.88	3797.13	11.92	
157	N-30	3823.63	0.88	3847.64	12.03	
200	N-47	3859.65	0.88	3882.92	12.07	
206	N-49	3868.00	0.88	3898.37	12.32	
169	N-34	3882.10	0.88	3902.98	12.57	
239	N-58	3885.99	0.88	3907.07	12.61	
329	N-73	3887.07	0.88	3913.18	12.63	
293	N-68	3888.51	0.88	3906.26	12.80	
370	N-85	3891.44	0.88	3913.15	13.16	
210	N-51	3894.94	0.88	3913.17	13.20	
182	N-38	3896.21	0.88	3914.21	13.41	
309	N-70	3897.79	0.88	3912.33	13.71	
142	N-24	3902.14	0.88	3915.37	14.02	
175	N-37	3906.00	0.88	3914.86	14.45	
285	N-1	3750.00	0.88	3801.82	14.52	SECTOR 2
177	N-3	3754.00	0.88	3806.31	15.46	
129	N-5	3754.54	0.88	3803.68	16.03	
331	N-7	3757.99	0.88	3792.75	16.03	
221	N-9	3758.72	0.88	3800.34	16.45	
382	N-10	3770.16	0.88	3794.23	16.72	
317	N-11	3774.29	0.88	3799.63	17.30	
135	N-12	3778.05	0.88	3810.95	17.47	
312	N-14	3787.39	0.88	3806.18	17.52	
390	N-15	3797.47	0.88	3849.44	17.71	
91	N-16	3800.33	0.88	3808.84	17.96	
100	N-20	3815.29	0.88	3824.61	18.00	
410	N-22	3826.33	0.88	3847.72	18.14	
118	N-23	3832.06	0.88	3865.91	18.18	
187	N-24	3833.34	0.88	3868.51	18.19	
165	N-25	3833.98	0.88	3869.41	18.75	
68	N-31	3844.80	0.88	3871.93	18.76	
153	N-33	3849.44	0.88	3875.44	19.46	
269	N-35	3857.53	0.88	3869.88	19.62	
62	N-36	3861.28	0.88	3879.50	19.70	
88	N-39	3881.75	0.88	3918.14	19.87	

ANEXO 5: RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - PVC

RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - PVC						
ID	ETIQUETA	ELEVACION msnm	DEMANDA (l/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)	PRESION mca	SECTOR DE RIEGO
71	N-42	3882.65	0.88	3918.75	20.09	SECTOR 3
65	N-43	3882.77	0.88	3917.95	20.22	
282	N-48	3765.37	0.88	3803.19	20.84	
281	N-47	3774.14	0.88	3810.78	20.96	
373	N-66	3792.00	0.88	3813.10	21.03	
203	N-24	3855.79	0.88	3881.51	21.06	
148	N-18	3894.86	0.88	3917.23	21.07	
233	N-32	3906.05	0.88	3923.38	21.14	
272	N-44	3908.00	0.88	3923.49	21.34	
335	N-55	3921.69	0.88	3949.13	21.48	
230	N-30	3922.38	0.88	3940.42	21.67	
160	N-20	3926.00	0.88	3944.79	22.32	
387	N-67	3926.74	0.88	3952.42	22.51	
416	N-68	3929.35	0.88	3952.38	22.85	
139	N-16	3932.15	0.88	3949.65	22.98	
116	N-12	3936.22	0.88	3949.95	23.02	
306	N-52	3936.95	0.88	3955.13	23.23	
95	N-6	3938.81	0.88	3951.41	23.23	
291	N-51	3939.05	0.88	3956.60	23.37	
42	N-2	3941.13	0.88	3953.18	23.97	
278	N-46	3941.16	0.88	3957.91	24.02	
98	N-8	3941.17	0.88	3955.22	25.29	
110	N-10	3944.90	0.88	3958.34	25.39	
45	N-4	3946.08	0.88	3958.71	25.40	
125	N-14	3946.37	0.88	3959.19	25.63	
247	N-36	3947.37	0.88	3960.55	25.68	
264	N-43	3947.95	0.88	3959.90	25.94	
393	N-1	3923.24	0.88	3945.79	26.05	
212	N-2	3925.36	0.88	3945.03	27.07	
75	N-3	3928.05	0.88	3949.05	27.38	
74	N-4	3929.02	0.88	3949.15	27.39	
60	N-5	3929.53	0.88	3950.71	29.33	
57	N-7	3930.00	0.88	3953.42	30.31	
36	N-10	3930.86	0.88	3958.29	32.84	
172	N-11	3931.11	0.88	3952.64	33.78	
39	N-17	3934.51	0.88	3957.40	34.69	
107	N-20	3936.00	0.88	3959.28	35.09	
113	N-22	3936.00	0.88	3959.07	35.10	
51	N-24	3939.17	0.88	3958.90	35.35	
122	N-27	3939.97	0.88	3961.08	36.02	
299	N-29	3940.43	0.88	3960.69	36.31	
48	N-31	3944.56	0.88	3959.04	36.57	

SECTOR 3

SECTOR 4

ANEXO 5: RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - PVC

RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - PVC						
ID	ETIQUETA	ELEVACION msnm	DEMANDA (l/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)	PRESION mca	SECTOR DE RIEGO
54	N-35	3945.63	0.88	3956.21	37.74	
81	N-37	3946.03	0.88	3962.51	41.54	
191	N-39	3946.25	0.88	3956.54	49.04	
104	N-42	3947.21	0.88	3963.27	51.71	
78	N-44	3947.38	0.88	3959.47	51.86	
33	N-45	3947.40	0.88	3959.16	52.21	

ANEXO 6: RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - HDPE

RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - HDPE						
ID	ETIQUETA	ELEVACION msnm	DEMANDA (l/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)	PRESION mca	SECTOR DE RIEGO
322	N-72	3746.38	0.88	3773.78	52.58	SECTOR 1
397	N-87	3747.90	0.88	3764.74	51.62	
288	N-67	3753.40	0.88	3777.10	50.68	
151	N-28	3769.70	0.88	3794.79	48.38	
197	N-45	3773.32	0.88	3792.77	40.66	
185	N-40	3776.95	0.88	3792.41	40.28	
84	N-14	3778.09	0.88	3789.97	39.72	
163	N-32	3785.30	0.88	3796.95	37.46	
157	N-30	3823.63	0.88	3847.41	37.13	
200	N-47	3859.65	0.88	3883.00	36.49	
206	N-49	3868.00	0.88	3899.04	36.16	
169	N-34	3882.10	0.88	3904.02	35.82	
239	N-58	3885.99	0.88	3908.44	35.42	
329	N-73	3887.07	0.88	3914.67	33.20	
293	N-68	3888.51	0.88	3906.90	32.61	
370	N-85	3891.44	0.88	3914.65	32.46	
210	N-51	3894.94	0.88	3914.19	30.98	
182	N-38	3896.21	0.88	3915.48	30.11	
309	N-70	3897.79	0.88	3913.53	29.71	
142	N-24	3902.14	0.88	3916.40	27.97	
175	N-37	3906.00	0.88	3916.00	27.77	
285	N-1	3750.00	0.88	3800.78	27.76	SECTOR 2
177	N-3	3754.00	0.88	3805.73	27.54	
129	N-5	3754.54	0.88	3803.02	27.35	
331	N-7	3757.99	0.88	3791.26	27.03	
221	N-9	3758.72	0.88	3799.46	26.97	
382	N-10	3770.16	0.88	3795.13	26.67	
317	N-11	3774.29	0.88	3801.31	25.86	
135	N-12	3778.05	0.88	3810.57	25.51	
312	N-14	3787.39	0.88	3805.30	25.38	
390	N-15	3797.47	0.88	3850.16	25.32	
91	N-16	3800.33	0.88	3811.26	25.04	
100	N-20	3815.29	0.88	3823.99	24.92	
410	N-22	3826.33	0.88	3846.47	24.75	
118	N-23	3832.06	0.88	3867.95	24.72	
187	N-24	3833.34	0.88	3870.55	24.43	
165	N-25	3833.98	0.88	3871.52	24.26	
68	N-31	3844.80	0.88	3872.63	24.25	
153	N-33	3849.44	0.88	3877.25	23.74	
269	N-35	3857.53	0.88	3869.18	23.65	
62	N-36	3861.28	0.88	3880.49	23.65	
88	N-39	3881.75	0.88	3918.32	23.54	

ANEXO 6: RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - HDPE

RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - HDPE						
ID	ETIQUETA	ELEVACION msnm	DEMANDA (l/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)	PRESION mca	SECTOR DE RIEGO
71	N-42	3882.65	0.88	3918.88	23.31	SECTOR 3
65	N-43	3882.77	0.88	3918.27	23.31	
282	N-48	3765.37	0.88	3805.73	23.16	
281	N-47	3774.14	0.88	3813.94	22.66	
373	N-66	3792.00	0.88	3811.72	22.54	
203	N-24	3855.79	0.88	3881.22	22.40	
148	N-18	3894.86	0.88	3917.26	22.40	
233	N-32	3906.05	0.88	3923.72	22.35	
272	N-44	3908.00	0.88	3923.75	21.88	
335	N-55	3921.69	0.88	3954.37	21.56	
230	N-30	3922.38	0.88	3946.07	20.64	
160	N-20	3926.00	0.88	3950.80	20.09	
387	N-67	3926.74	0.88	3956.50	19.68	
416	N-68	3929.35	0.88	3956.44	19.56	
139	N-16	3932.15	0.88	3954.85	19.41	
116	N-12	3936.22	0.88	3955.08	19.24	
306	N-52	3936.95	0.88	3958.55	19.21	
95	N-6	3938.81	0.88	3956.07	19.18	
291	N-51	3939.05	0.88	3959.73	18.83	
42	N-2	3941.13	0.88	3957.29	18.39	
278	N-46	3941.16	0.88	3960.76	18.35	
98	N-8	3941.17	0.88	3958.70	17.87	
110	N-10	3944.90	0.88	3961.17	17.81	
45	N-4	3946.08	0.88	3961.46	17.63	
125	N-14	3946.37	0.88	3961.83	17.50	
247	N-36	3947.37	0.88	3962.86	17.23	
264	N-43	3947.95	0.88	3962.34	17.12	
393	N-1	3923.24	0.88	3951.26	16.81	
212	N-2	3925.36	0.88	3949.68	16.24	
75	N-3	3928.05	0.88	3952.53	16.12	
74	N-4	3929.02	0.88	3952.61	15.72	
60	N-5	3929.53	0.88	3953.83	15.71	
57	N-7	3930.00	0.88	3956.73	15.46	
36	N-10	3930.86	0.88	3961.03	15.44	
172	N-11	3931.11	0.88	3955.88	15.43	
39	N-17	3934.51	0.88	3960.42	15.35	
107	N-20	3936.00	0.88	3961.57	14.65	
113	N-22	3936.00	0.88	3961.37	14.38	
51	N-24	3939.17	0.88	3961.61	14.36	
122	N-27	3939.97	0.88	3963.33	14.23	
299	N-29	3940.43	0.88	3963.02	14.08	
48	N-31	3944.56	0.88	3961.71	13.66	

SECTOR 3

SECTOR 4

ANEXO 6: RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - HDPE

RESUMEN DE PRESIONES EN NODOS HIDRANTES - HDPE						
ID	ETIQUETA	ELEVACION msnm	DEMANDA (l/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)	PRESION mca	SECTOR DE RIEGO
54	N-35	3945.63	0.88	3959.74	11.85	
81	N-37	3946.03	0.88	3964.45	11.62	
191	N-39	3946.25	0.88	3959.94	11.62	
104	N-42	3947.21	0.88	3965.05	10.90	
78	N-44	3947.38	0.88	3962.06	9.98	
33	N-45	3947.40	0.88	3961.81	8.69	

ANEXO 7: RESUMEN DE METRADOS DE TUBERÍAS EN PVC Y HDPE

Resumen de metrados de tuberías PVC unidades en pulgadas

MET R A D O D E T U B E R I A S	
DIA M E T R O D E T U B E R I A S	M L
T U B E R I A D E 6"	5,696.20
T U B E R I A D E 4"	2,289.26
T U B E R I A D E 3"	1,224.77
T U B E R I A D E 2 1/2"	1,535.64
T U B E R I A D E 2"	1,351.15
T U B E R I A D E 1 1/2"	1,767.34
T U B E R I A D E 1"	1,780.94
T O T A L	15,645.30

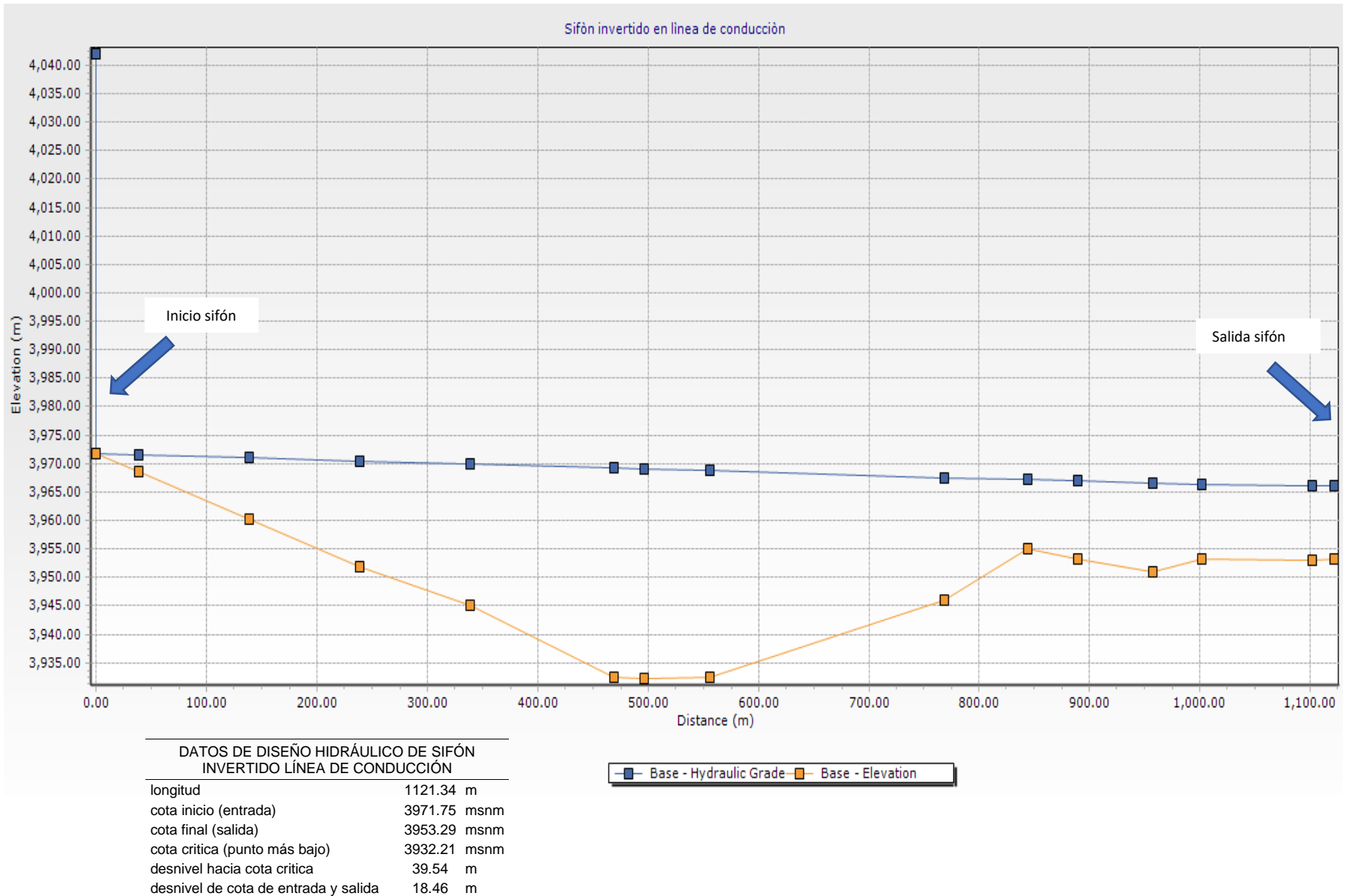
MET R A D O D E T U B E R I A S P O R C L A S E		
C-5.0	0.00	m
C-7.5	13,864.36	m
C-10.0	1,780.94	m
C-15.0	0.00	m
T O T A L	15,645.30	m

Resumen de metrados de tuberías HDPE unidades en milímetros

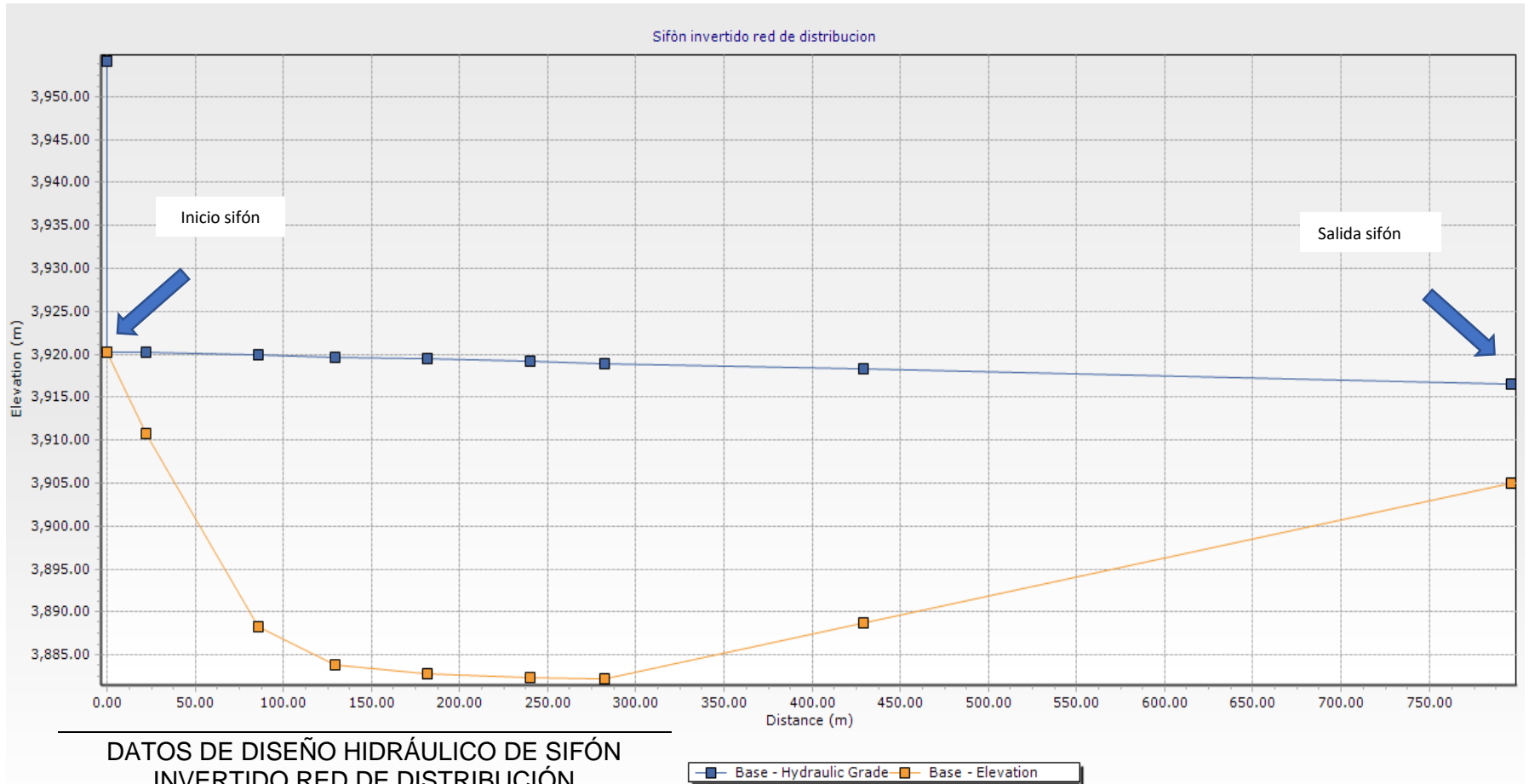
MET R A D O D E T U B E R I A S	
DIA M E T R O D E T U B E R I A S	M L
T U B E R I A D E 160 mm	5696.20
T U B E R I A D E 110 mm	2289.26
T U B E R I A D E 75 mm	1224.77
T U B E R I A D E 63 mm	1535.64
T U B E R I A D E 50 mm	1351.15
T U B E R I A D E 40 mm	1767.34
T U B E R I A D E 25 mm	1780.94
T U B E R I A D E 20 mm	0.00
T O T A L	15,645.30

MET R A D O D E T U B E R I A S P O R C L A S E		
S - 10 (PN6)	0.00	m
S - 8 (PN8)	12051.26	m
S - 6.3 (PN10)	3594.04	m
S - 5.0 (PN12.5)	0.00	m
T O T A L	15,645.30	m

Anexo 8: diseño hidráulico de conducto de sifón en línea de conducción, tubería HDPE



Anexo 9: diseño hidráulico de conducto de sifón en red de distribución, tubería HDPE



longitud	796.73	m
cota inicio (entrada)	3920.26	msnm
cota final (salida)	3905.05	msnm
cota critica (punto más bajo)	3880.00	msnm
desnivel hacia cota critica	40.26	m
desnivel de cota de entrada y salida	15.21	m

Anexo 10: Relación de beneficiarios

PADRON DE BENEFICIARIOS SECTOR Nº 1		
Nº	ID - HIDRANTE	NOMBRE Y APELLIDOS
1	H1	SANTUSA SENCIA MUÑOZ
2	H2	APARECIO MOLLO HUAMANI
3	H3	GUZMAN MOLLO HUAMANI
4	H4	MAURA QUILLCA HUILLCA
5	H5	EMILIO ROCCA PACCO
6	H6	PASCUAL CHAÑI SOTO
7	H7	EULALIA ROCCA CAY LAHUA
8	H8	VICTORIA LOPEZ QUILLCA
9	H9	SEBASTIANA LOPEZ SUNI
10	H10	MILTON HUACHO MOLLO
11	H11	VIVIANA QUILLCA CCAHUANA
12	H12	MAURITA PACCO SAY A
13	H13	HUGO CESAR PACCO SAY A
14	H14	SONIA HUAMANI CCAMO
15	H15	BEATO CHAÑI SENCIA
16	H16	AGRIPINA PACCO ROCCA
17	H17	JUSTINO HUILLCA HUACHO
18	H18	HILARIA CHAÑE GUTIERREZ
19	H22	HILARIA MOLLO AVILES
20	H23	OSWALDO PACCO CHAÑI
21	H24	VIDAL MOLLO ESPINOZA

PADRON DE BENEFICIARIOS SECTOR Nº 2		
Nº	ID - HIDRANTE	NOMBRE Y APELLIDOS
1	H19	VICTOR ROCCA CCAHUANA
2	H20	VICTORIA ROCCA SUNI
3	H21	VICTORIANO PERALTA LOPEZ
4	H44	WILBER CAY LAHUA PACCO
5	H45	MAURA HUILLCA LOPEZ
6	H47	CLETO ROCCA PEREZ
7	H48	FANNY ROCCA PEREZ
8	H49	PAULINA ROCCA MEZA
9	H51	NARCISA PEREZ QUILLCA
10	H52	ROSARIO CCAHUANA HUAMANI
11	H53	LILSES HUAMANI LOPEZ
12	H54	JUAN SUNI SURCO
13	H55	OSCAR PACCO HUAYTA
14	H56	HILARION SENCIA
15	H57	RAFAEL PACCO LOPINTA
16	H58	CLAUDIA HUACHO TAPIA
17	H59	FLAVIO LOPEZ QUILLCA
18	H60	SANTIAGO SENCIA
19	H61	ALFONSO CORTES ROCCA
20	H62	MARIA LOPEZ HUILLCA
21	H63	DEMETRIO LOPEZ QUILLCA
22	H64	DOMINGA PACCO HUILLCA
23	H67	ALFREDO HUILLCA LOPEZ

Anexo 10: Relación de beneficiarios

PADRON DE BENEFICIARIOS SECTOR Nº 3		
Nº	ID - HIDRANTE	NOMBRE Y APELLIDOS
1	H8	JESUS PORTILLO GUZMAN
2	H9	CRISTIAN SUNI HUAMANI
3	H10	AGUSTINA SUNI HUAMANI
4	H11	NICOLAS ROCCA CCAHUANA
5	H12	MAGDALENA JAVIER PACUALA
6	H13	JULIANA QUISPE CONDORI
7	H14	OLDERICO SUNI QUISPE
8	H15	NICOLAS SUNI QUISPE
9	H16	NILSER ROCCA CCAHUANA
10	H17	DOROTIA NAY HUA LOPEZ
11	H18	ALBERTO ROCCA CCAHUANA
12	H22	MARIO PERALTA LOPEZ
13	H23	VICTORIA LOPEZ ROCCA
14	H24	HILARION PERALTA CHAÑI
15	H25	ALEJANDRINA LOPEZ PACCO
16	H26	CERILDO LOPEZ ROCCA
17	H27	UBER LOPEZ FLORES
18	H39	BENIGNO JORURO QUISPE
19	H40	DELIA LOPEZ HUAYLLA
20	H41	ELMER ROCCA ARMAS
21	H50	SANTOS PACCO MEZA
22	H65	MARIANO LOPEZ QUILLCA
23	H66	NELIDA LOPEZ PACCO
24	H68	BENIGNO HUILLCA CHILLPA
25	H69	JHON PACCO LOPEZ

PADRON DE BENEFICIARIOS SECTOR Nº 4		
Nº	ID - HIDRANTE	NOMBRE Y APELLIDOS
1	H1	TITO LOPEZ QUILLCA
2	H2	SANTOS LOPEZ ROCCA
3	H3	WALTER HUAMANI SANTA CRUZ
4	H4	VICENTE LOPEZ ROCCA
5	H5	MELINA SUNI HUILLCA
6	H6	ELVER PACCO SUNI
7	H7	MAXI LOPEZ ROCCA
8	H28	HIPOLITO PACCO ROCCA
9	H29	HUBER SANTA CRUZ LOPEZ
10	H30	MARCOS QUISPE ROCCA
11	H31	VICENTE LOPEZ ROCCA
12	H32	WILIAN ANDERSON QUISPE MOLLO
13	H33	MAXI LOPEZ ROCCA
14	H34	ESTEFA SENCIA MOLLO
15	H35	EDGAR CAYLLAHUA LOPEZ
16	H36	FELICITAS FLORES SUNI
17	H37	YOBANA MOLINA LOPEZ
18	H38	JUANA LOPEZ QUILLCA
19	H42	BELTRAN DAVALOS QJEDA
20	H43	ALEX JOHAN HUAMANI PACCO
21	H46	MODESTO HUACHO HUAMANI

ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO

Proyecto de tesis: Diseño del sistema de riego por
aspersión utilizando nuevas tecnologías, sector Ccalani -
Cusco 2021



Vista panorámica de la represa Ccucuñani, almacenamiento de agua para el sistema de riego en sector Ccalani



se observa canal de salida de demasías de la represa Ccucuñani



se verifica el estado actual de la captación, del cual la losa de salida esta deteriorada y en mal estado

ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO

Proyecto de tesis: Diseño del sistema de riego por
aspersión utilizando nuevas tecnologías, sector Ccalani -
Cusco 2021



canal de salida de captación en
margen derecho, el cual continua
con tubería HDPE, diámetro de
10 pulg.



canal de salida de captación
margen izquierdo, el cual
continua con tubería HDPE,
diámetro de 12 pulg.



Se verifica áreas de riego en
secano

ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO

Proyecto de tesis: Diseño del sistema de riego por
aspersión utilizando nuevas tecnologías, sector Ccalani -
Cusco 2021



Se verifica áreas de riego en el
sector de Ccalani



Se observa el mal uso que hacen
del agua, al inundar sus áreas de
riego, esto sucede por falta de
capacitación a los beneficiarios



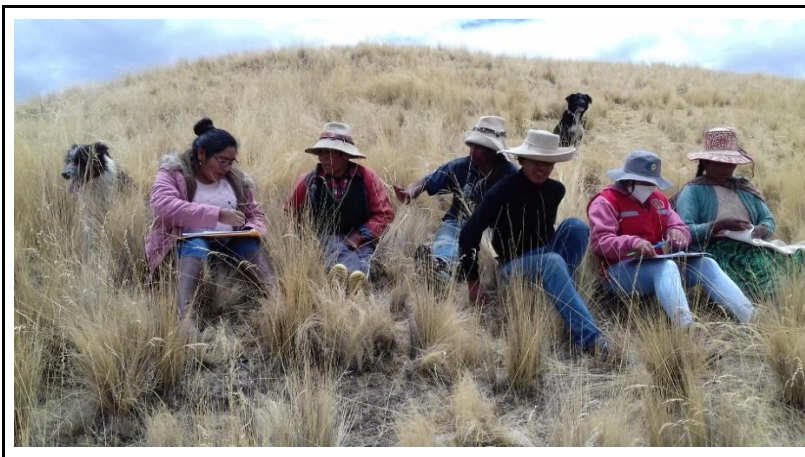
levantamiento topografico, con
estacion total, en sector de
Ccalani

ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO

Proyecto de tesis: Diseño del sistema de riego por
aspersión utilizando nuevas tecnologías, sector Ccalani -
Cusco 2021



coordinación de trabajo con los
beneficiarios del sector de Ccalani



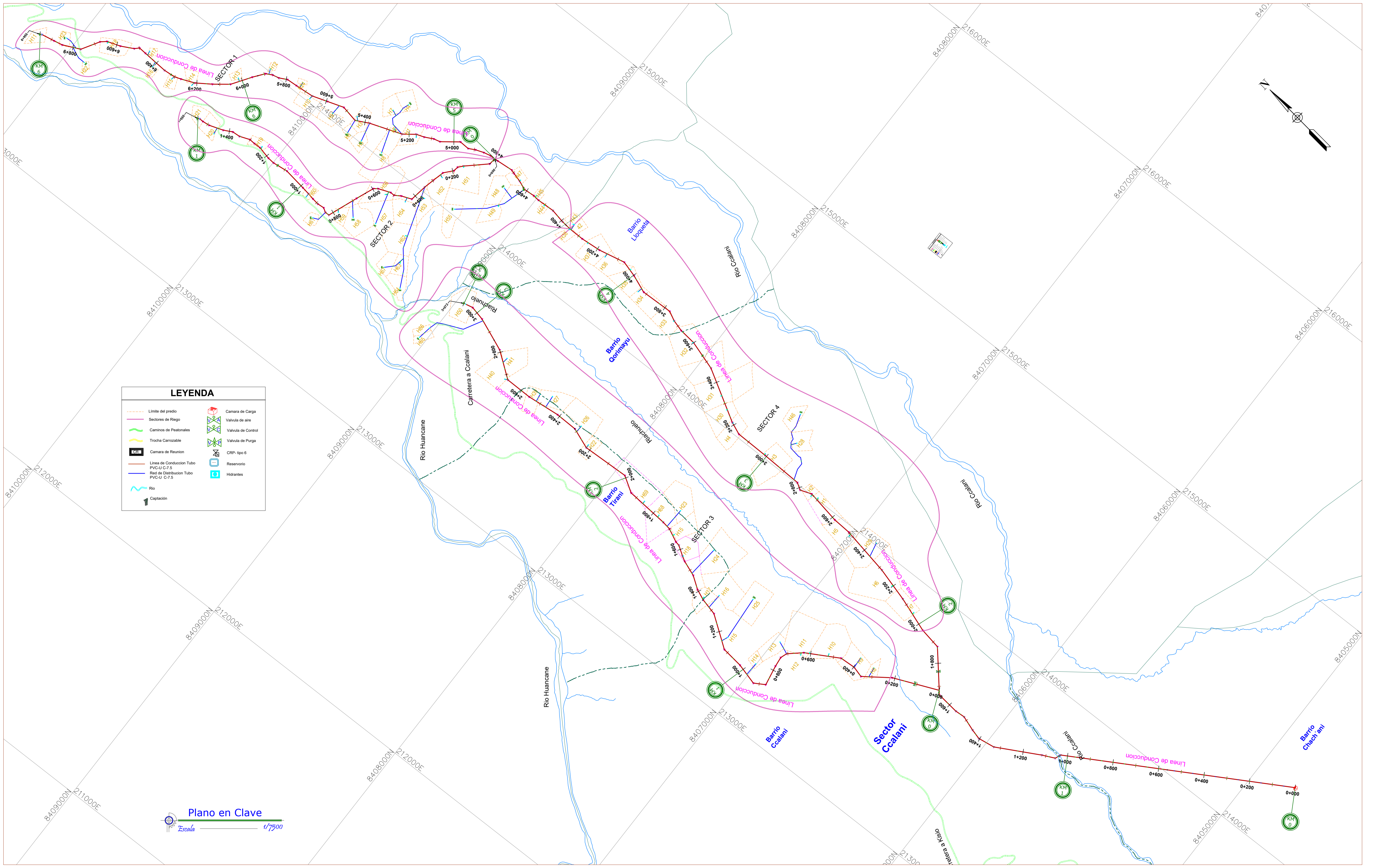
parte económica, trabajo de campo
realizando las encuestas a, los beneficiarios



Personal de la zona colaboran
con el trabajo de levantamiento
topográfico

Anexo 12: Planos topográficos

- Plano clave
- Plano topográfico
- Plano planta perfil por progresivas



LEYENDA

	Limite del predio		Camara de Carga
	Sectores de Riego		Valvula de aire
	Caminos de Peatonales		Valvula de Control
	Trocha Carrocable		Valvula de Purga
	Camara de Reunion		CRP- tipo 6
	Linea de Conduccion Tubo PVC-U C-7.5		Reservorio
	Red de Distribucion Tubo PVC-U C-7.5		Hidrantes
	Rio		
	Captacion		

Plano en Clave
Escala 1/7500



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION UTILIZANDO NUEVAS TECNOLOGIAS, SECTOR CCALANI – CUSCO 2021"

INVESTIGADOR: WILSON ALVAREZ QUISPE

DIBUJO Y DISEÑO: W.A.Q.

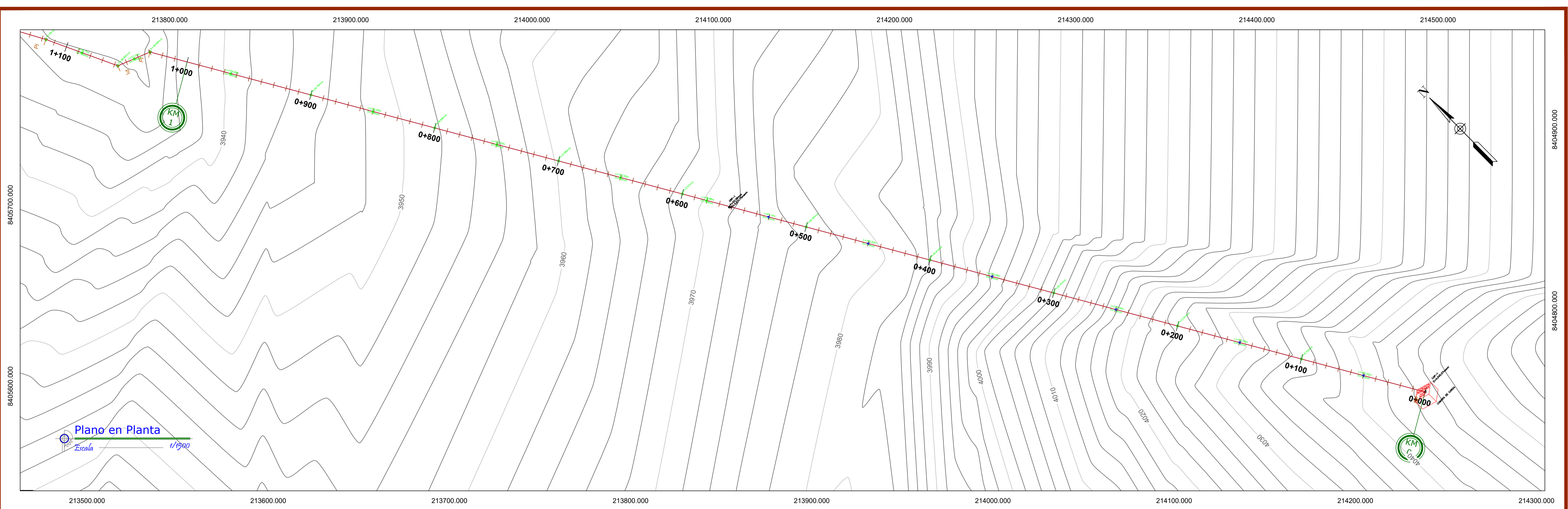
REVISIA: Mg. CARLOS ALBERTO VILLEGAS MARTINEZ

PLANO: CLAVE

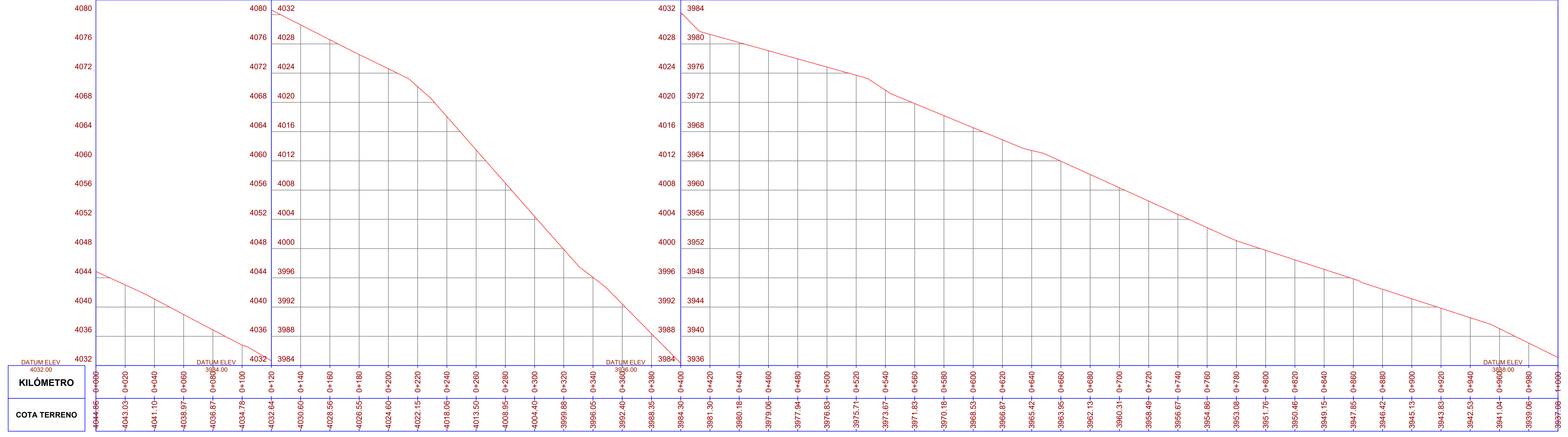
DEPARTAMENTO: CUSCO
PROVINCIA: CHUMBIVILCAS
DISTRITO: LIVITACA

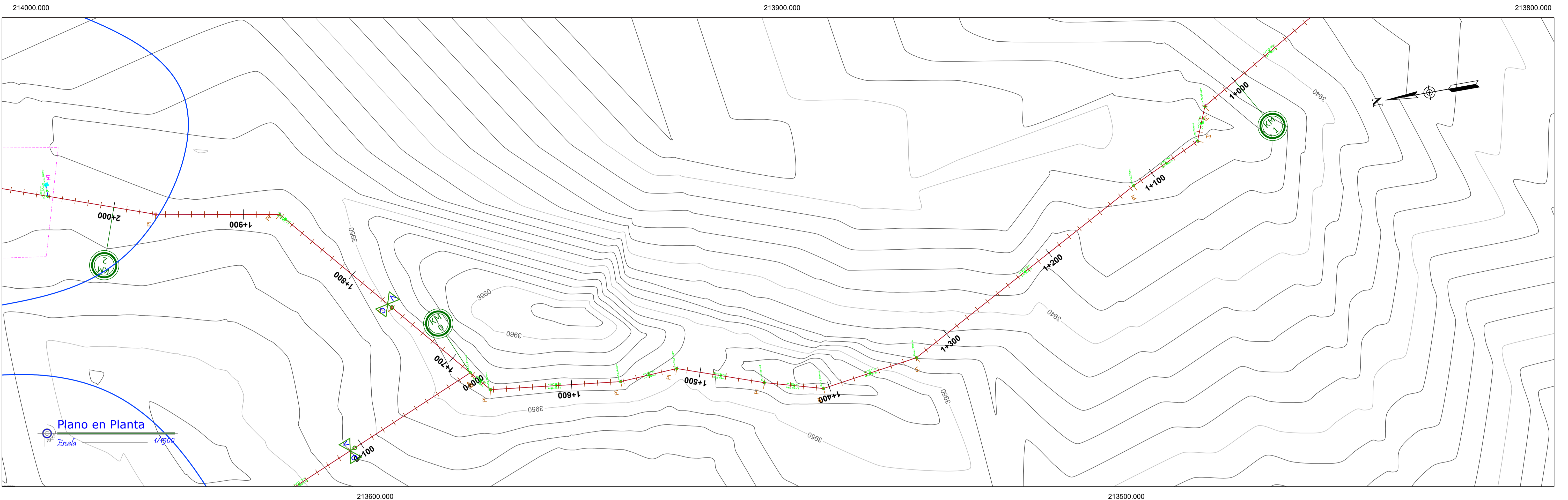
ESCALA: INDICADA
FECHA: LIVITACA/2021

LAMINA:
PC-01

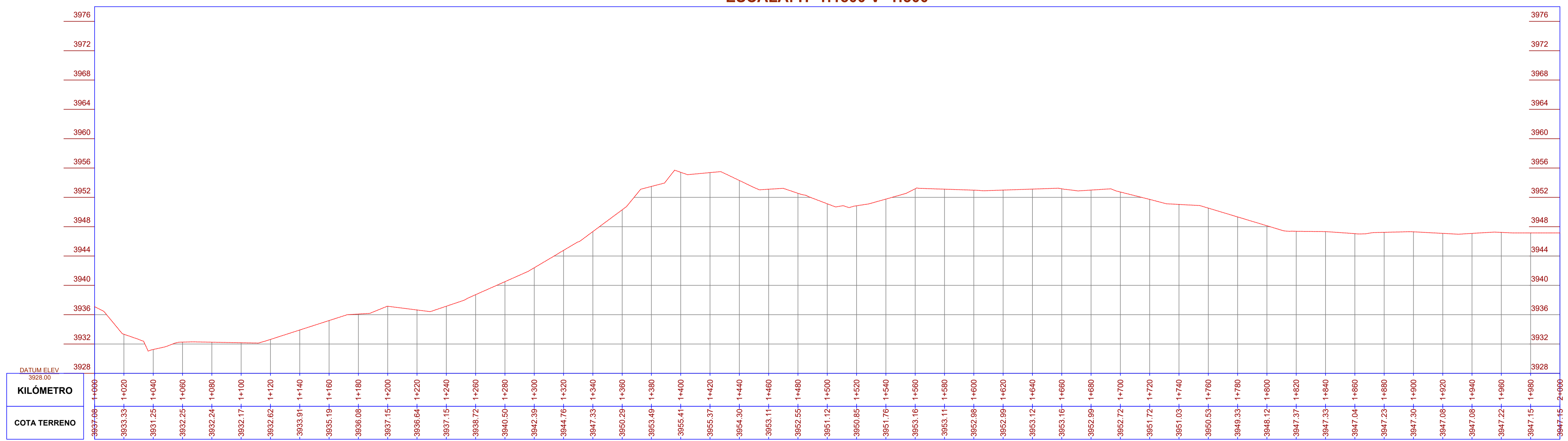


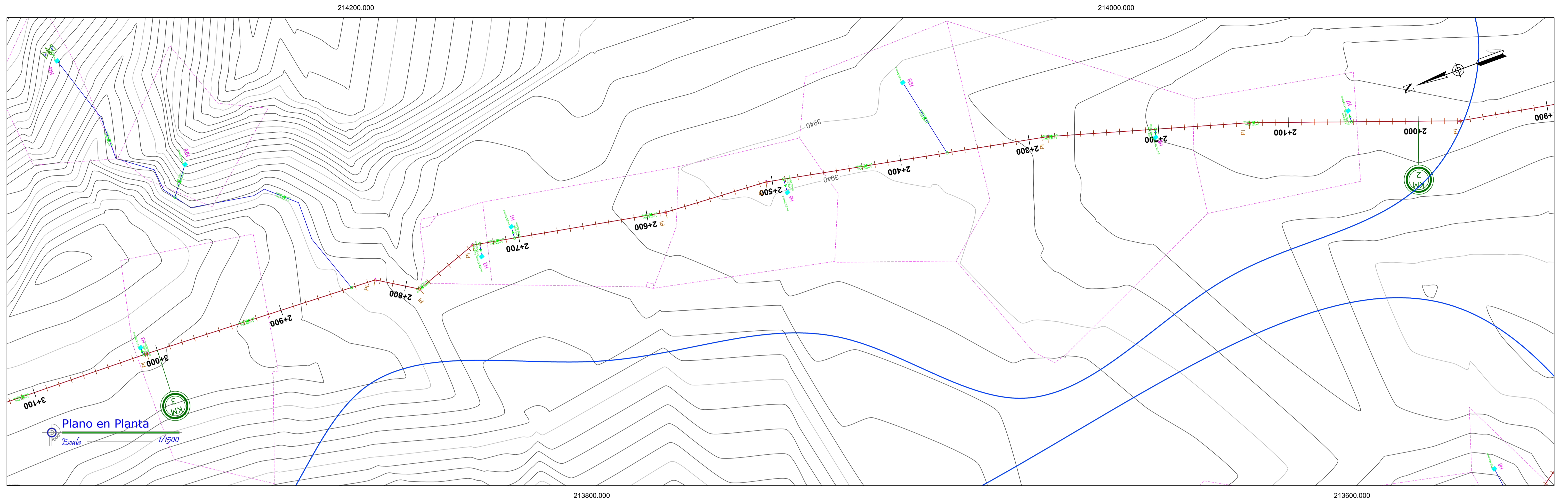
PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 1+000.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



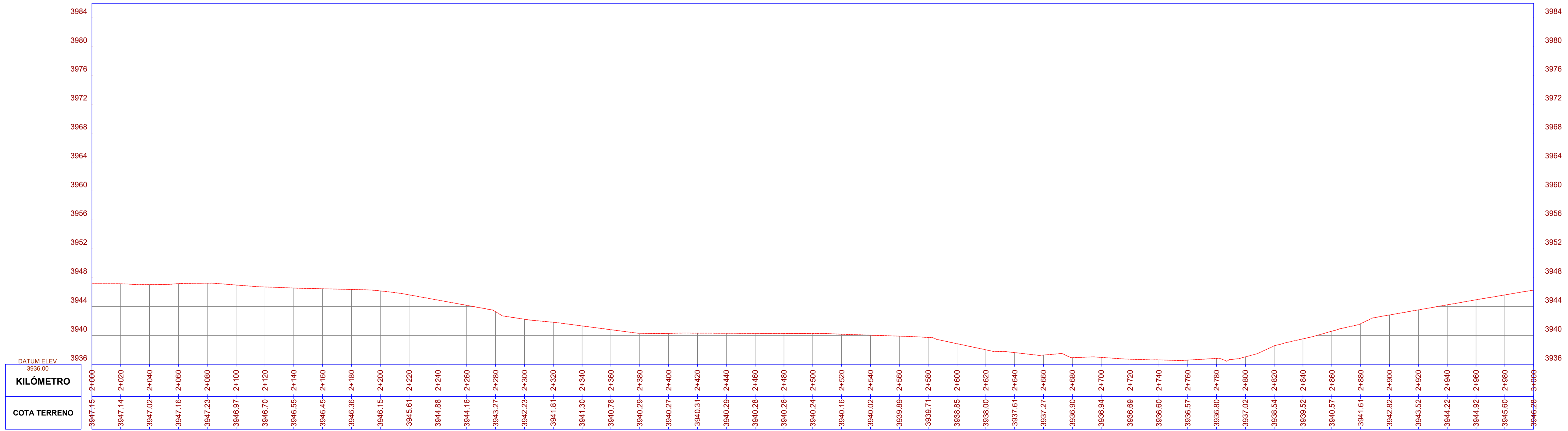


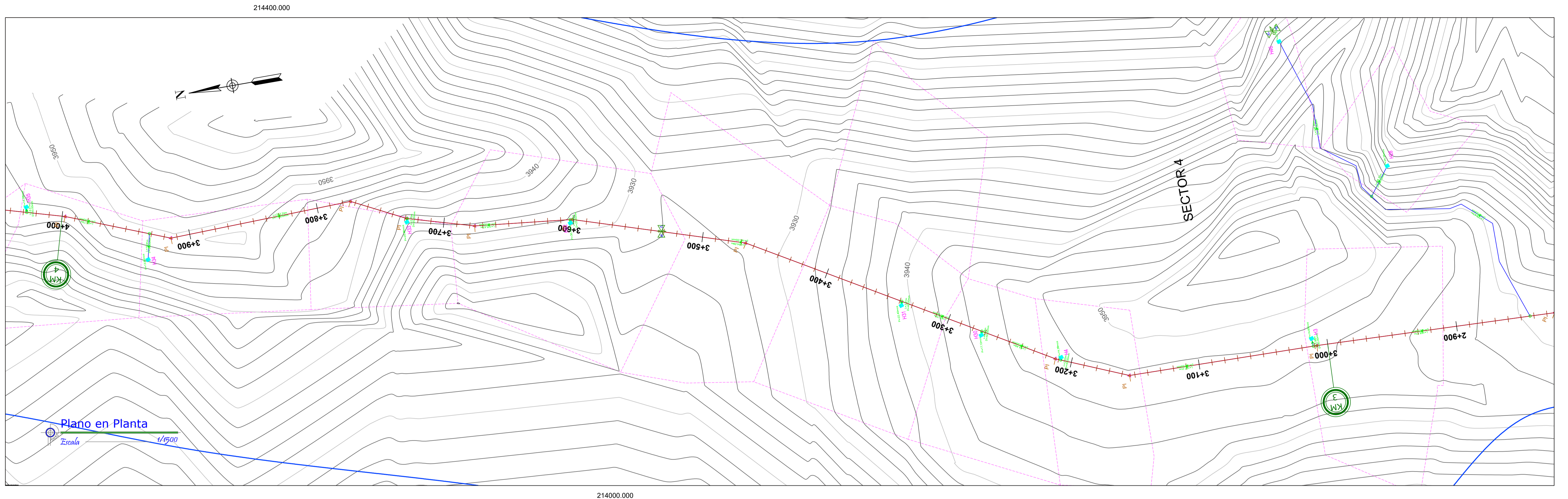
PERFIL LONGITUDINAL 1+000.00 - 2+000.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



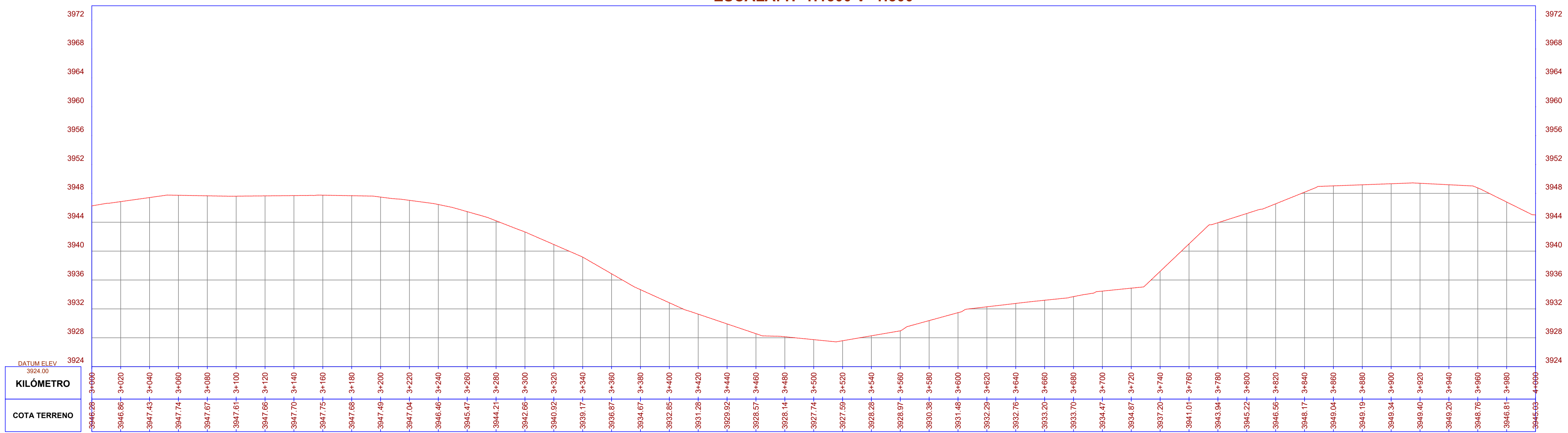


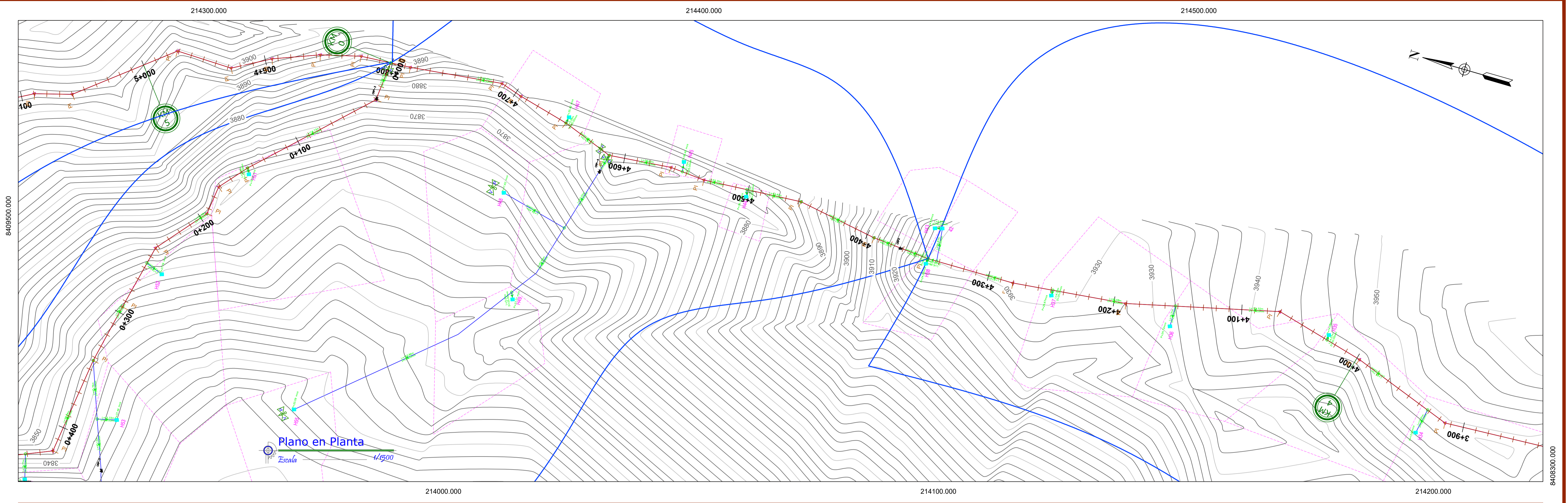
PERFIL LONGITUDINAL 2+000.00 - 3+000.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



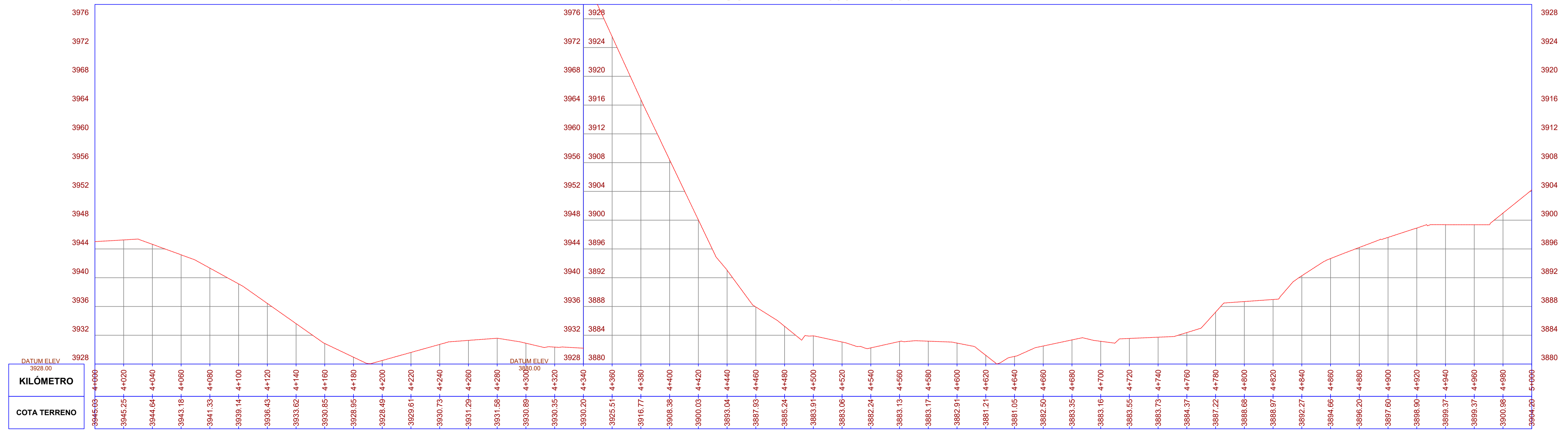


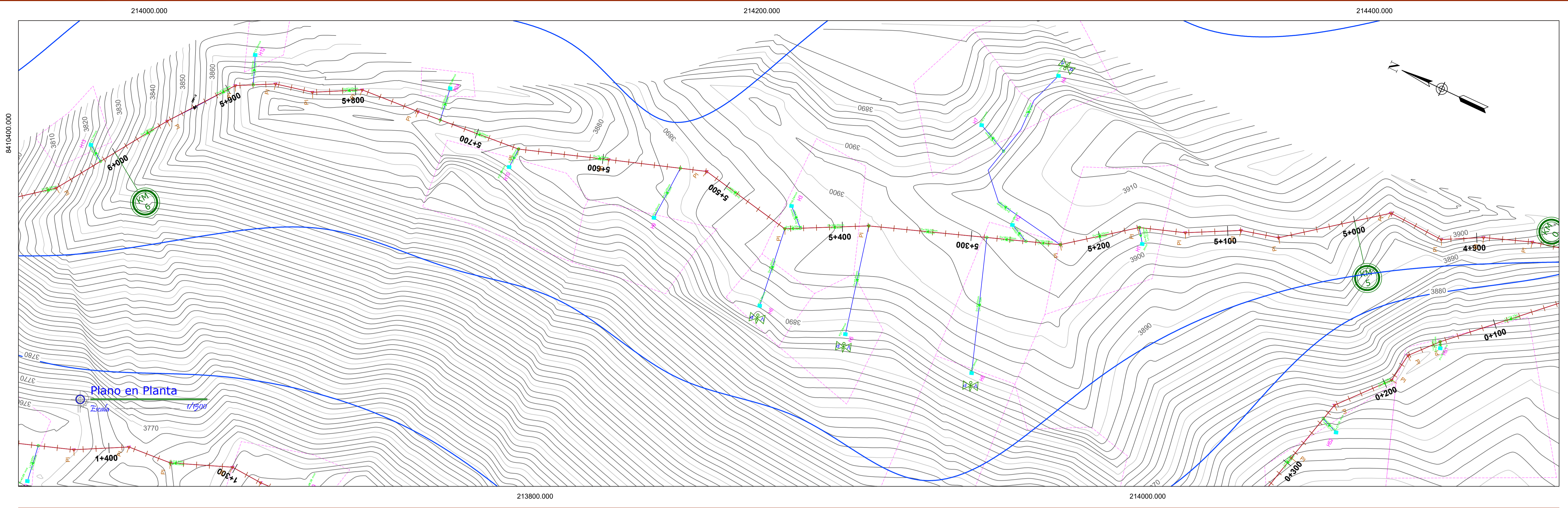
PERFIL LONGITUDINAL 3+000.00 - 4+000.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



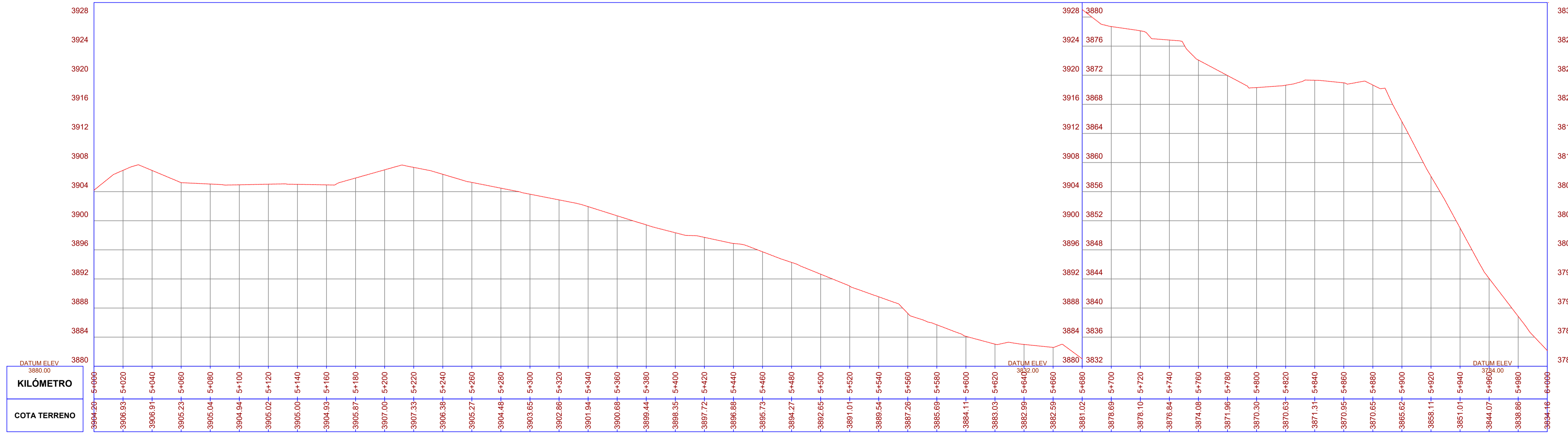


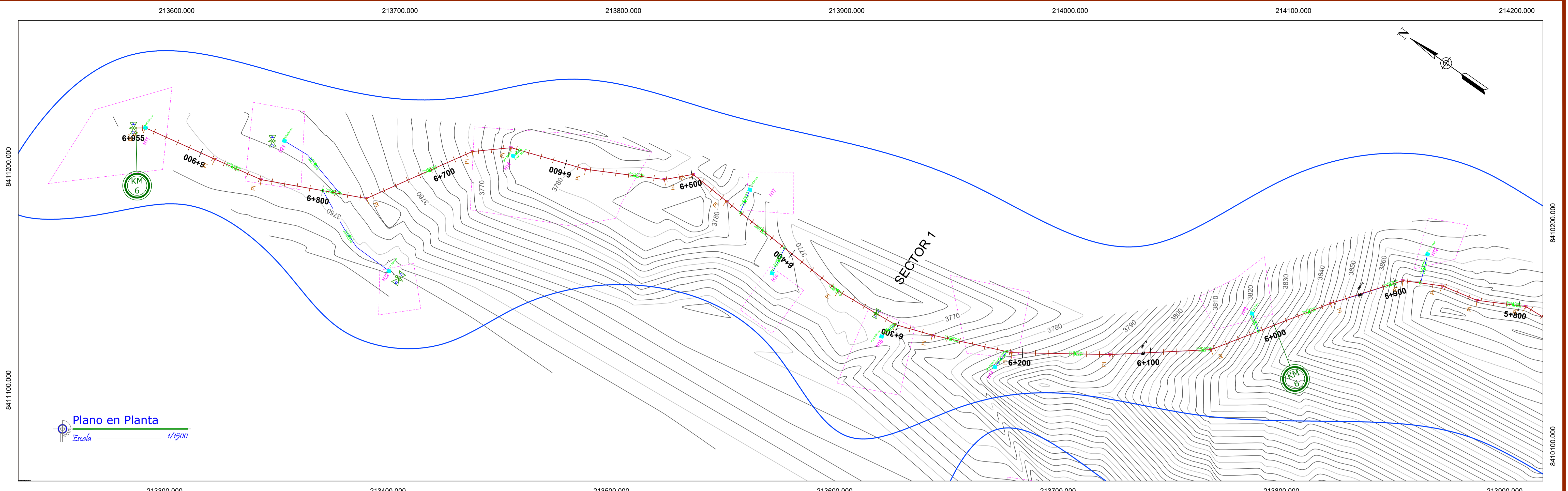
PERFIL LONGITUDINAL 4+000.00 - 5+000.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



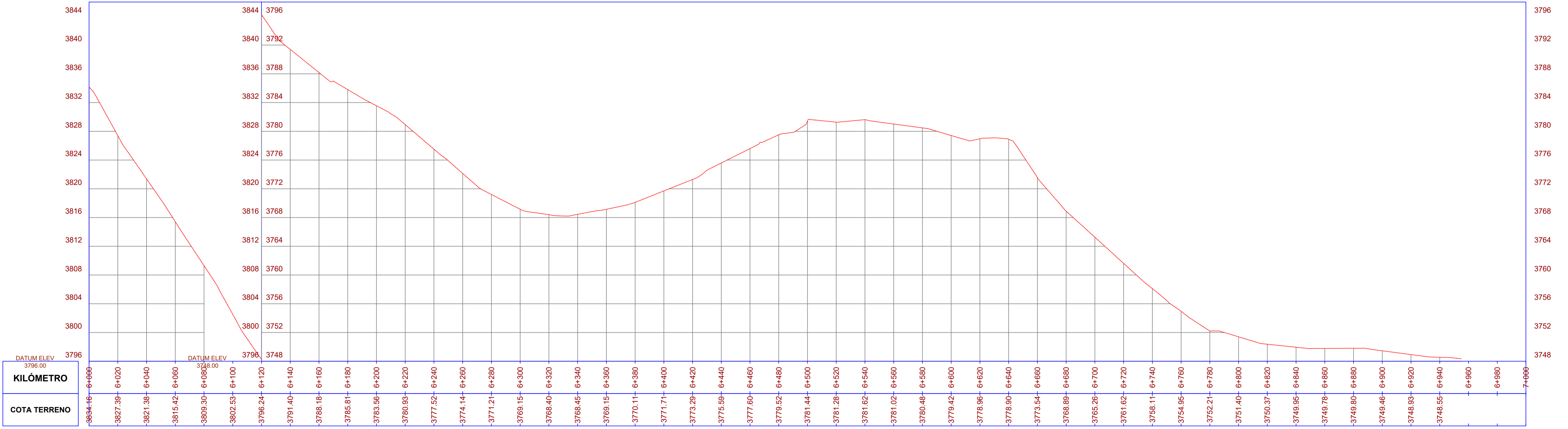


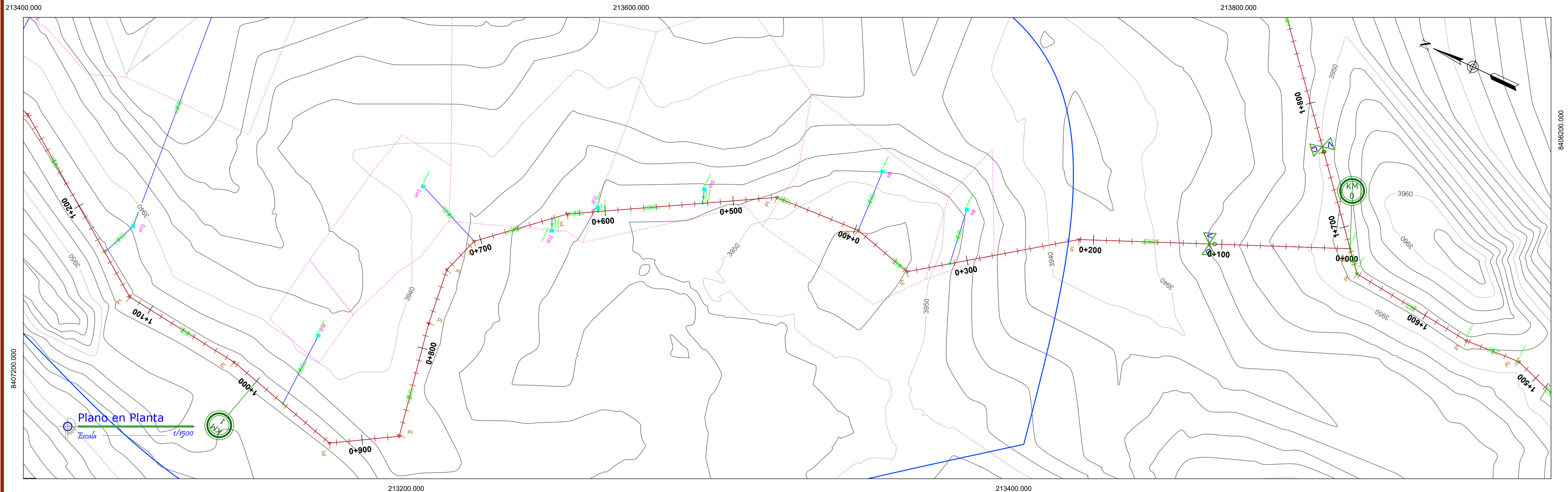
PERFIL LONGITUDINAL 5+000.00 - 6+000.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



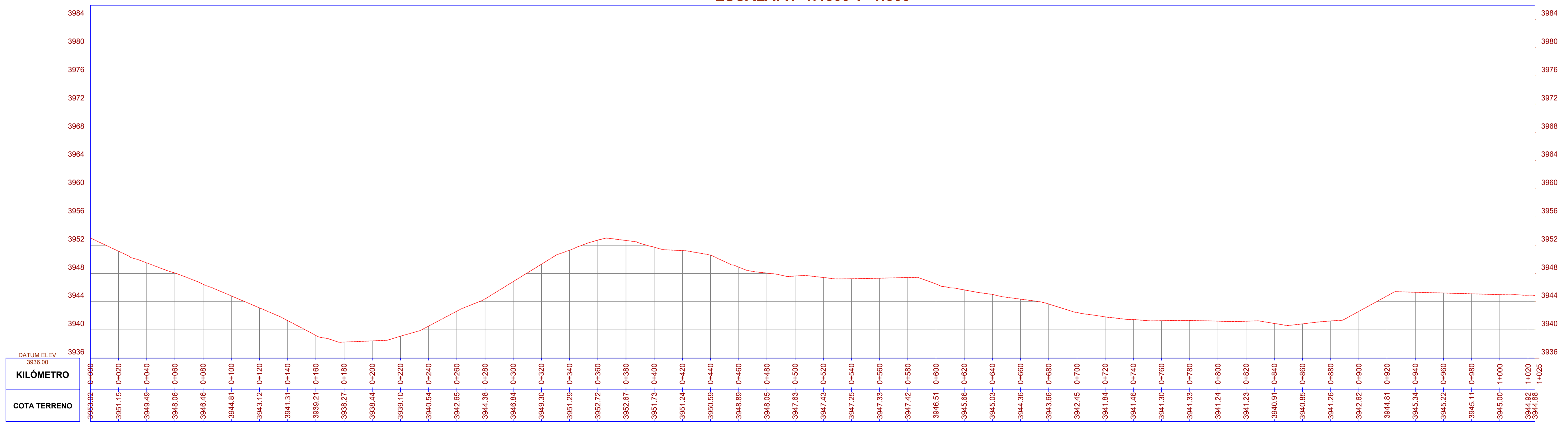


PERFIL LONGITUDINAL 6+000.00 - 7+000.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300





PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 1+025.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE TESIS:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION UTILIZANDO NUEVAS TECNOLOGIAS, SECTOR CCALANI - CUSCO 2021

INVESTIGADOR:

WILSON ALVAREZ QUISPE

DIBUJO Y DISEÑO:

W.A.Q.

REVISIA:

Mg. CARLOS ALBERTO VILLEGAS MARTINEZ

PLANO:

LINEA DE CONDUCCION DENTRO DEL SECTOR 3
 PLANTA Y PERFIL KM 0+000 - 1+025

DEPARTAMENTO:

CUSCO

PROVINCIA:

CHUMBIVILCAS

DISTRITO:

LIVITACA

ESCALA:

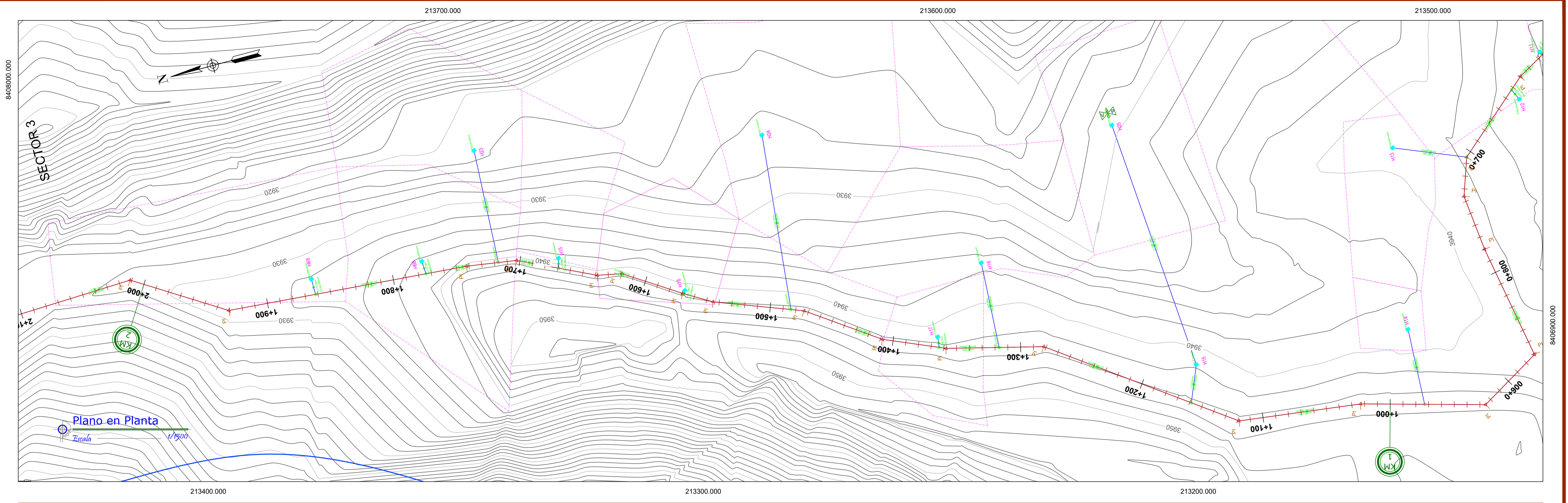
INDICADA

FECHA:

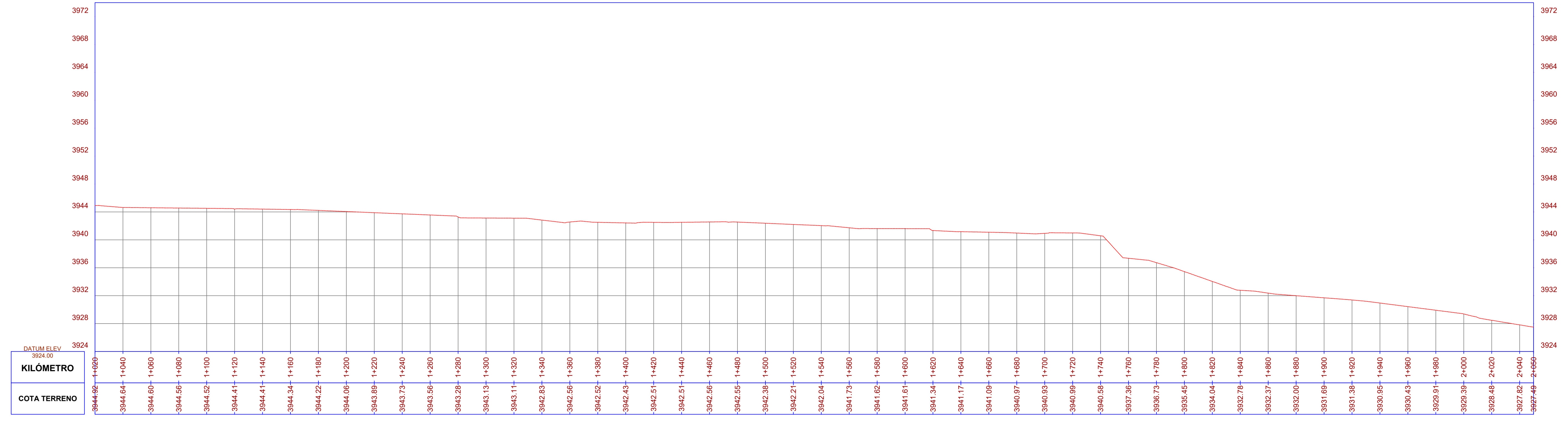
LIVITACA/2021

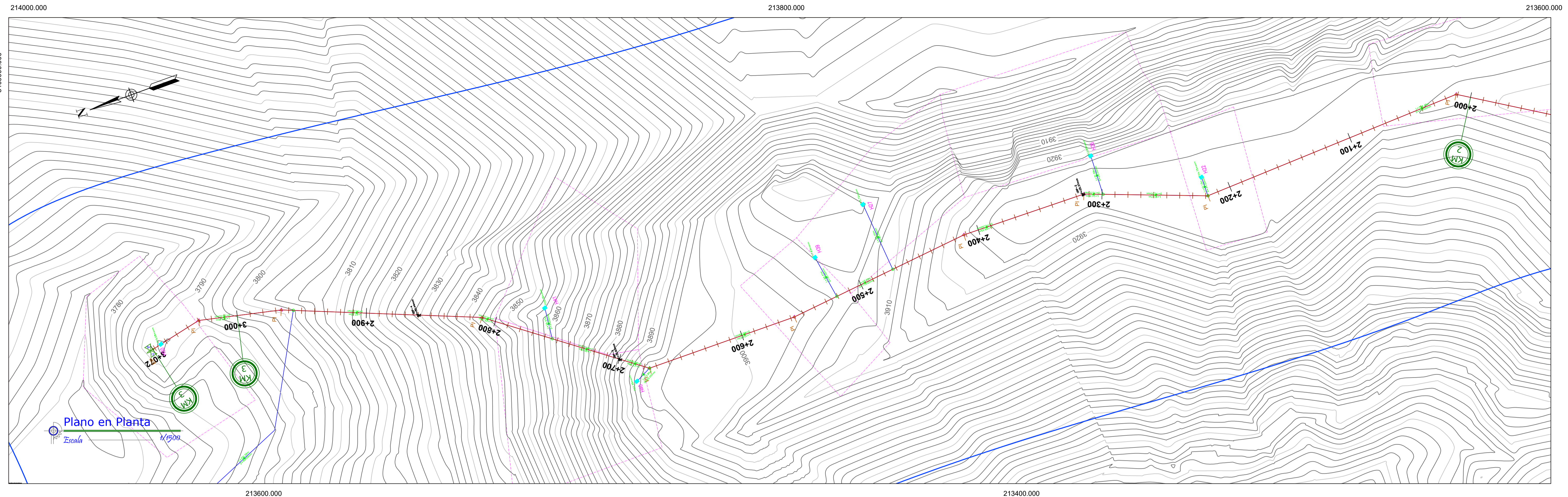
LAMINA:

PL-08



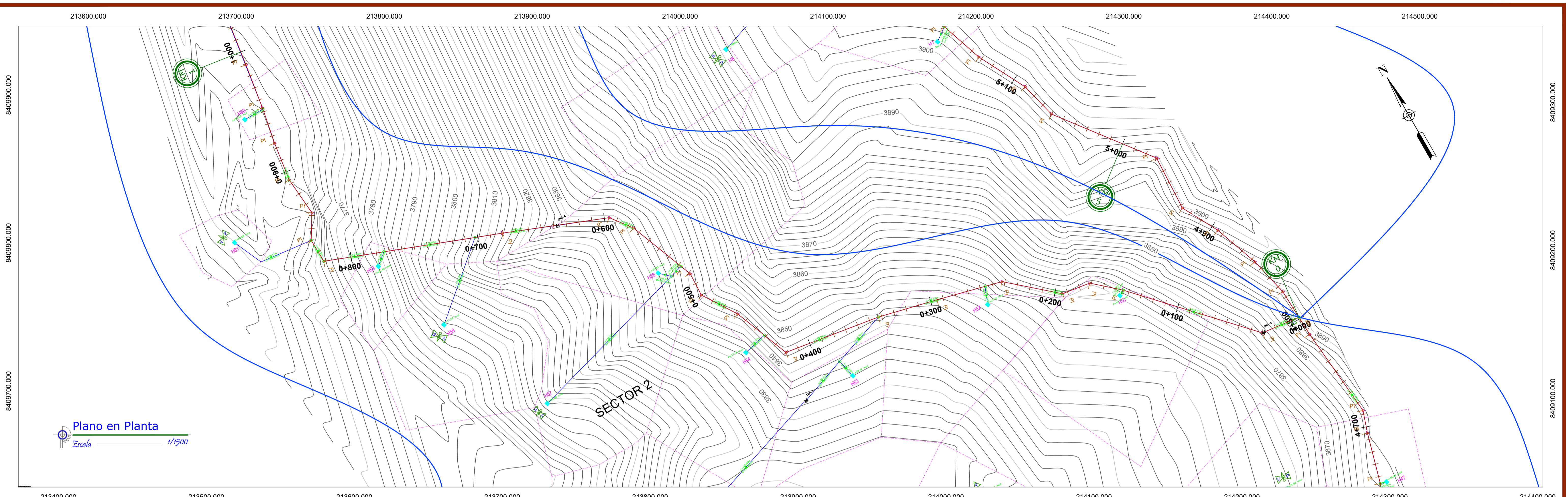
PERFIL LONGITUDINAL 1+020.00 - 2+050.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



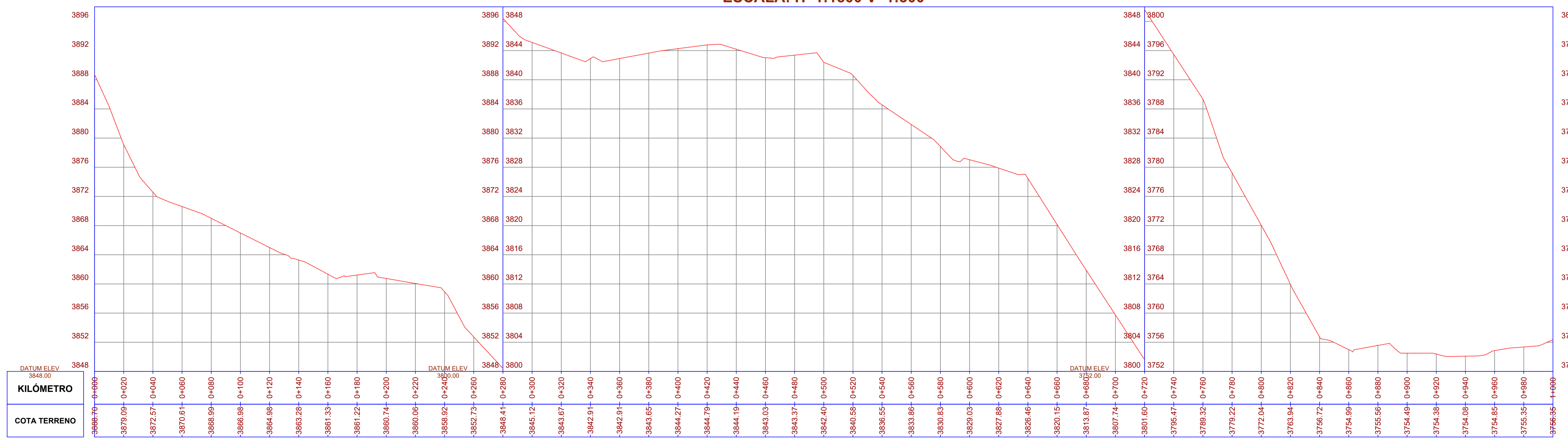


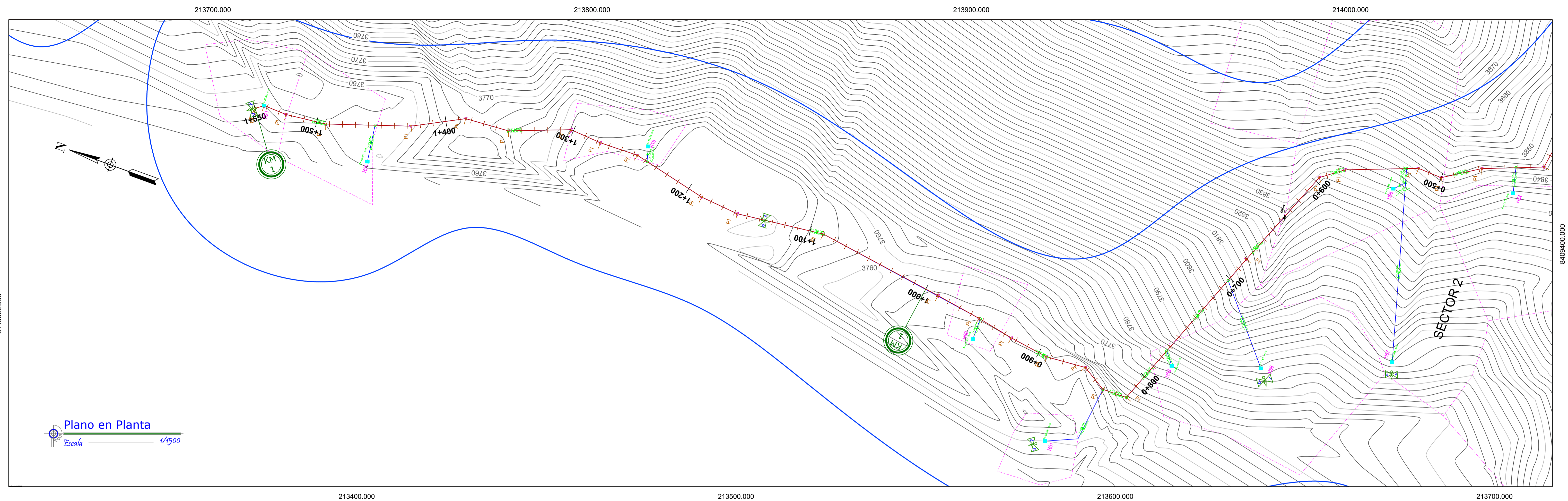
PERFIL LONGITUDINAL 2+050.00 - 3+080.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



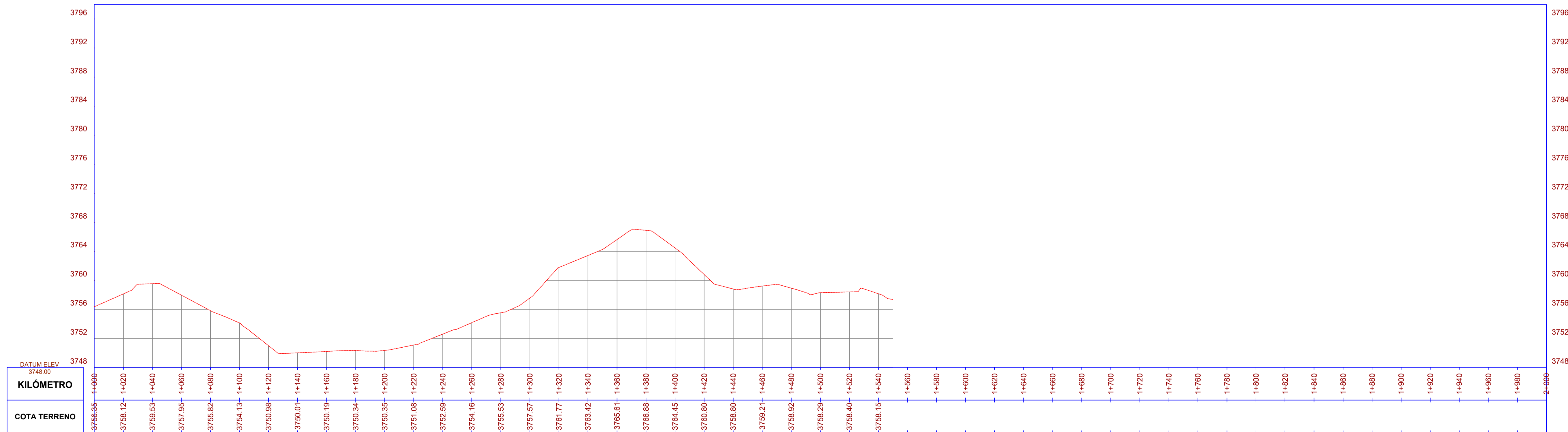


PERFIL LONGITUDINAL 0+000.00 - 1+000.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300





PERFIL LONGITUDINAL 1+000.00 - 2+000.00
ESCALA: H=1:1500 V=1:300



Anexo 13: calibración de equipo estación total TOPCON GM55

N° G-002-01240

Otorgado A:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LIVITACA

DATOS DEL EQUIPO:

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
ESTACION TOTAL	TOPCON	GM-55	1Y003344

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO Y RESULTADOS:

Equipo/Marca	Valor del Patrón	Valor Obtenido	Error	Incertidumbre
SET DE COLIMADORES C5	360°00'00"	360°00'00"	5"	+/- 00
	180°00'00"	180°00'00"	5"	+/- 00

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:

Por medio del cierre angular en directa y en tránsito enfocado al infinito a través del colimador.

GEOPERU SAC, a través de su Servicio Técnico **CERTIFICA** que el equipo en mención se encuentra totalmente revisados, controlados, calibrados y 100% operativos; cumpliendo con las especificaciones Técnicas de fábrica y los Estándares internacionales establecidos (DIN18723).

GEOPERU SAC, ha registrado la Calibración en nuestro Servicio Técnico el **03 de Octubre del 2020**; sugiriéndose una re calibración en un periodo máximo de 06 meses, aproximada al **03 de Abril del 2021**.

- Nota: **GEO PERU SAC** no se responsabiliza por desajustes y/o descalibraciones en los equipos causados por un inadecuado transporte del mismo

Fecha de Emisión: 03 de Octubre del 2020	Próxima Calibración: 03 de Abril del 2021.	Validez del Certificado: 6 MESES
---	---	-------------------------------------

AR.

Carlos E. Aguilar S.
Gerente General
GEOPERU CORPORATION SAC



000203



Glere Business Group S.A.C.

OFICINA LIMA:

Principal: Jr. Pablo Bermúdez N° 214 Of. 404 A

Jesús María - Lima - Lima

(Altura 7ma Cuadra Arequipa)

Central Lima (01) 332-2411

PEDIDOS: ventas1@geoperusac.com

Suc. CUSCO: Jr. Lloque Yupanqui #204 Of. 106 - WANCHAQ

(Frente a UNSAAC)

Central cusco (084) 205560

PEDIDOS: cusco@geoperusac.com

R.U.C. 20603529767

GUIA DE REMISION - REMITENTE

0002- Nº 001240

Fecha de Inicio del Traslado: 03-10-20

Destinatario: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE IUITACA

Punto de partida: JR. LLOQUE YUPANQUI #204 Of. 106 - WANCHAQ

Vendedor:

Punto de llegada IUITACA - CUSCO SANTO TOMAS

RUC:

N° Doc. Identidad:

Motivo del Traslado:

Venta	<input type="checkbox"/>	Venta sujeta a confirmación por el comprador	<input type="checkbox"/>	Recojo de bienes	<input type="checkbox"/>	Traslado zona primaria	<input type="checkbox"/>
Compra	<input type="checkbox"/>	Traslado entre establecimientos de la misma empresa	<input type="checkbox"/>	Importación	<input type="checkbox"/>	Traslado por emisor itinerante	<input type="checkbox"/>
Consignación	<input type="checkbox"/>	Devolución	<input type="checkbox"/>	Exportación	<input type="checkbox"/>	Traslado de bienes para transformación	<input type="checkbox"/>
Venta con entrega a terceros	<input type="checkbox"/>	Otros (especificar)					

Datos del bien transportado:

COD.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNID. MEDIDA
01	SOPORTE TECNICO CALIBRACION DE UNA ESTACION TOTAL TOPCON GM-50 SERIE LY 003344	01	UNO

Datos del Transportista:

RUC	Nombre o Razón Social

Datos de la Unidad de Transporte y conductor:

Marca y Balca	Licencia de conducir

ENTREGADO

GLERE BUSINESS GROUP S.A.C.

DESTINATARIO

p.Glere Business Group S.A.C

PRINT ART PERU GLOBAL E.I.R.L.
R.U.C. 20602450474
Serie 002 del 1001 al 2000
Aut. 14291444023 F.I. 02-03-2020

Recibí Conforme



000201

GEOPERU
Instrumentos y Servicios de Ingeniería

N° 002984

CERTIFICADO DE CALIBRACION

N° G-002-00477

Otorgado A:

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LIVITACA

DATOS DEL EQUIPO:

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE
ESTACION TOTAL	TOPCON	GM-55	1Y003344

EQUIPO DE CALIBRACION UTILIZADO Y RESULTADOS:

Equipo/Marca	Valor del Patrón	Valor Obtenido	Error	Incertidumbre
SET DE COLIMADORES C5	360°00'00" 180°00'00"	360°00'00" 180°00'00"	5" 5"	+/- 00 +/- 00

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:

Por medio del cierre angular en directa y en tránsito enfocado al infinito a través del colimador.

GEOPERU SAC, a través de su Servicio Técnico **CERTIFICA** que el equipo en mención se encuentra totalmente revisados, controlados, calibrados y 100% operativos; cumpliendo con las especificaciones Técnicas de fábrica y los Estándares internacionales establecidos (DIN18723).

GEOPERU SAC, ha registrado la Calibración en nuestro Servicio Técnico el **12 de Junio del 2019**; sugiriéndose una re calibración en un periodo máximo de 06 meses, aproximada al **12 de Diciembre del 2019**.

- Nota: **GEOPERU SAC** no se responsabiliza por desajustes y/o descalibraciones en los equipos causados por un inadecuado transporte del mismo

Fecha de Emisión: 12 de Junio del 2019	Próxima Calibración: 12 de Diciembre del 2019	Validez del Certificado: 6 MESES
---	--	-------------------------------------

AR.



[Signature]
Carlos E. Aguilar S.
Gerente General
GEOPERU CORPORATION SAC



Jr. Pablo Bermúdez #214 Of. 405A - Jesús María (Alt. cuadra 7Av. Arequipa)
Central Soporte Técnico: (01) 332-2411 Anexo: 409-410
RPM: #973891261 #058327 RPC 946241889
Ventas: ventas@geoperusac.com Soporte: soporte@geoperusac.com

000200



GEOPERU

Instrumentos y Servicios de ingeniería

GÜERE BUSINESS GROUP SAC - RUC 20603529767

OSERVICIO POST VENTA

GUERE BUSINESS GROUP SAC (GEOPERU), con RUC 20603529767 domiciliado en Jr. Pablo Bermúdez # 214 Distrito Jesús María – Lima; mediante el presente otorgamos a **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LIVITACA** con RUC **20200650442** con domicilio Pza. de armas S/N ; según detallamos:

Por la compra de lo siguiente:

**ESTACIÓN TOTAL MARCA TOPCON MODELO GM-55 5" , SERIE:1Y003344
SEGÚN FACTURA 001-0666 GUIA 001- 00478.**

- **GARANTIA DE FABRICA:** 24 MESES POR DEFECTOS DE FABRICA, NO INLCUYE MALA MANIPULACIÓN POR PERSONAL NO ESPECIALIZADO.
- **SERVICIO POST VENTA:** 60 MESES DE CALIBRACIÓN GRATUITA ILIMITADA EN NUESTRO LABORATORIO CUSCO.

(Adjuntar copia de esta Carta a Factura por Cada Servicio requerido en Cusco)

Cusco, 13 de Junio 2019.

Cordialmente,

Yanet Güere G.
Gerente Comercial
GEOPERU SAC

ANEXO 14: reporte TURNITIN

TESIS_TURNITIN_WILSON ALVAREZ QUISPE.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe	1%
Fuente de Internet		
2	www.mef.gob.pe	1%
Fuente de Internet		
3	repositorio.lamolina.edu.pe	1%
Fuente de Internet		
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
Trabajo del estudiante		
5	documents.mx	1%
Fuente de Internet		