

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL
SISTEMA DE RIEGO PORLÓN – EL SOCORRO – RESERVORIO
67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN**

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO
PORLÓN – EL SOCORRO – RESERVORIO 67**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
ITINERARIO HIDRÁULICA**

CARLOS RODRIGO BERMEO ROSERO

carlos.bermeo@epn.edu.ec

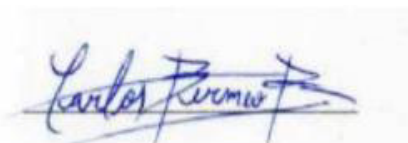
DIRECTOR: ING. M.Sc. LUIS ENRIQUE RÍOS CANDO

luis.rios@epn.edu.ec

DMQ, julio 2022

CERTIFICACIONES

Yo, CARLOS RODRIGO BERMEO ROSERO declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



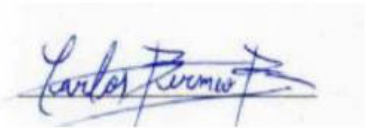
CARLOS RODRIGO BERMEO ROSERO

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por CARLOS RODRIGO BERMEO ROSERO, bajo mi supervisión.

ING. M.Sc. LUIS ENRIQUE RÍOS CANDO
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Carlos Bermeo Rosero', with a stylized flourish at the end.

CARLOS RODRIGO BERMEO ROSERO

ING. M.Sc. LUIS ENRIQUE RÍOS CANDO

DEDICATORIA

A mi madre Laura, quien, siempre me ha apoyado incondicionalmente durante toda la carrera estudiantil, gracias a su amor maternal, ejemplo y guía durante toda mi vida. Ha sido un pilar fundamental para alcanzar esta nueva meta.

A mi abuelo Guillermo, por su apoyo desinteresado y ejemplo de responsabilidad y constancia.

A mi hermana Andrea, por todo el amor ayuda y apoyo durante todos estos años.

Esto es el resultado de su constante apoyo y compañía en todo momento por más difíciles que fueran las circunstancias siempre me brindaron ánimo para seguir en la búsqueda de mis sueños desde su amor incondicional, ejemplo de responsabilidad, esfuerzo, constancia y sus atenciones invaluable. Los llevo en mi corazón y siempre estaré para ustedes como lo estuvieron siempre para mí.

AGRADECIMIENTO

A mi familia que me ha apoyado en todo el transcurso de la carrera, gracias a su incondicional amor y el continuo aliento aún en los momentos más difíciles, gracias a ellos esto fue posible.

Al Ing. M.Sc. Luis Ríos por la guía y toda la ayuda brindada en la realización de este proyecto, su apoyo fue un gran baluarte en la culminación de mis estudios universitarios.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance	3
1.4 Marco teórico	3
1.4.1 Levantamiento topográfico	3
1.4.2 Sistema Satelital G.P.S.	4
1.4.3 Sistema Geodésico Mundial (WGS 84):	5
1.4.4 Sistema de Proyecciones UTM.....	7
1.4.5 Segmento de Control.....	10
1.4.6 Segmento de Usuario	10
1.4.7 Medición del Tiempo	10
1.4.8 Medición de la distancia entre satélite y receptor	11
1.4.9 Trilateración satelital	12
1.4.10 Medidas de fase	13
1.4.11 Clasificación de los métodos de posicionamiento GPS	14
1.4.12 Real Time Kinematic (RTK) - GPS cinemático en Tiempo Real	16
1.4.13 Incertidumbres en las mediciones	20
1.4.14 Estaciones Permanentes o terrestres	24
2 METODOLOGÍA.....	26
2.1 Diagrama de flujo con la metodología del levantamiento topográfico de la red de riego	26
2.2 Ubicación del Proyecto.....	28
2.3 Investigación Preliminar	29

2.4	Levantamiento con GPS en modo RTK	30
2.5	Descripción del equipo receptor GNSS:	30
2.5.1	Receptor SinoGNSS T300	30
2.5.2	Características:	31
2.6	Preparación de equipos.....	33
2.7	Funcionamiento del tablero de control	33
2.5.3	Botones de control	34
2.8	Equipo básico para mediciones topográficas con Receptor GNSS en modo RTK:	35
2.9	Conexión de colectora	37
2.10	Punto de control topográfico	40
2.11	Estación permanente	42
2.12	Levantamiento del trazado empleando receptores GNSS en modo RTK	43
2.12.1	Elementos para levantar.....	43
2.12.2	Nomenclatura de datos	45
2.13	Procesamiento de datos usando el software AutoCAD Civil 3D	45
2.13.1	47
2.13.2	Limpieza de datos	47
2.13.3	Georreferenciación del plano	47
2.14	Importación de Puntos	48
2.14.1	Nube de puntos	49
2.14.2	Estilo y Etiquetas de puntos.....	50
2.15	Cuadrícula de coordenadas UTM	52
3	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
3.1	Resultados.....	55
3.1.1	Tabla de datos	55
3.1.2	Planos de planta	58
3.1.3	Contenido del plano de planta	59
3.1.4	Perfil Longitudinal.....	61
3.1.5	Contenido del plano perfil longitudinal	62
3.1.6	Estructuras Hidráulicas Relevantes.....	64
3.1.7	Contenido del plano de estructuras hidráulicas	64
3.2	Conclusiones.....	66
3.3	Recomendaciones	67
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
5	ANEXOS.....	70
5.1	ANEXO 1. Tabla de datos	70

5.2	ANEXO 2. Planos de planta de la red principal de riego Porlón – El Socorro – Reservoirio 67	70
5.3	ANEXO 3. Plano de Curvas de Nivel	70
5.4	ANEXO 4. Planos del perfil longitudinal por tramos de la red principal de riego Porlón – El Socorro – Reservoirio 67.....	70
5.5	ANEXO 5. Planos de Estructuras hidráulicas relevantes	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Orbitas no geoestacionarias de los satélites NAVSTAR.	5
Figura 2.	Representación de la superficie Terrestre.	6
Figura 3.	Ondulación del geoide	7
Figura 4.	Proyección cilíndrica	8
Figura 5.	Mapamundi del Sistema UTM	9
Figura 6.	Trilateración Satelital.	12
Figura 7.	Corrección con cuarto satélite.	13
Figura 8.	Clasificación de los métodos de posicionamiento GPS	14
Figura 9.	Técnica RTK.....	18
Figura 10.	Error de rutas múltiples.	22
Figura 11.	Dilación Geométrica de la Precisión.	23
Figura 12.	Corrección diferencial.	24
Figura 13.	Estaciones permanentes a nivel nacional	25
Figura 14.	Estaciones permanentes Leyenda.....	26
Figura 15.	Ubicación de la Zona de Estudio.....	28
Figura 16.	Demarcación de la zona del levantamiento	28
Figura 17.	Plano antiguo de la zona de estudio	29
Figura 18.	Tamaño del receptor GNSS T300.	31
Figura 19.	Tablero de Control receptor GNSS T300.	34
Figura 20.	Código QR del receptor GNSS.	37
Figura 21.	Menú Principal Survey Master Apk.	38
Figura 22.	Nuevo proyecto.	39
Figura 23.	Nueva Coordenada.	40
Figura 24.	Receptor Base.	41
Figura 25.	Toma de coordenadas.	44

Figura 26. Georreferenciación del Plano. -----	48
Figura 27. Importación de puntos.-----	49
Figura 28. Nube de Puntos. -----	50
Figura 29. Estilo y Etiquetas de puntos. -----	50
Figura 30. Total de puntos importados.-----	51
Figura 31. Configuración del trazado de la red de riego. -----	52
Figura 32. Simbología -----	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Modos de funcionamiento y precisión de resultados -----	32
Tabla 2. Funcionamiento del tablero de Control -----	34
Tabla 3. Equipo básico para mediciones topográficas con Receptor GNSS en modo RTK. -----	35
Tabla 4. Instrumentos de topografía tradicional -----	37
Tabla 5. Coordenadas del Punto de Control Topográfico -----	41
Tabla 6. Coordenadas de la estación permanente ABEC -----	42
Tabla 7. Resultado de corrección diferencial -----	42
Tabla 8. Nomenclatura de datos -----	45
Tabla 9. Ejemplo de orden con un extracto de la tabla de puntos recopilados -----	47
Tabla 10. Orden de archivo de puntos -----	49
Tabla 11. Resultados de calicatas-----	51
Tabla 12. Bandas de Perfil longitudinal -----	54
Tabla 13. Códigos de tabla de datos -----	55
Tabla 14. Extracto de la primera sección -----	56
Tabla 15. Extracto de la segunda sección-----	56
Tabla 16. Coordenadas de las válvulas de compuerta -----	57
Tabla 17. Coordenadas de válvulas de aire -----	57
Tabla 18. Coordenadas de Válvulas de Control -----	58
Tabla 19. Coordenadas del Tanque Rompe Presión-----	58
Tabla 20. Coordenadas de Puntos Relevantes -----	58

RESUMEN

El sistema de riego Porlón – El Socorro- Reservoirio 67 está ubicado en la parroquia rural Cubijíes perteneciente al cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Este sistema abastece de agua para riego a 35 ha. La obra de cabecera del sistema es un tanque de carga, de donde se realiza la repartición del caudal a distintas zonas, mediante una red ramificada con 22 nudos de salida en donde existen válvulas de compuerta.

Por problemas con la disminución y desbalance de la cantidad de agua suministrada y la falta de información técnica de la red surge la importancia de llevar a cabo el levantamiento topográfico de la red de riego.

Debido a la gran extensión de la red y las características topográficas de la zona se empleó receptores GNSS para obtener la topología de la red principal de riego, recopilando características tanto planimétricas como altimétricas.

Junto con la información existente proporcionada por los miembros de la junta de riego se inició las actividades de georreferenciación del levantamiento topográfico y búsqueda de estación permanente más cercana para enlazar y plantar la estación base y efectuar correcciones diferenciales en las mediciones a través del punto de control topográfico. Para luego mediante la conexión de radio enlace entre el receptor base y el receptor móvil en modo RTK proceder con la recopilación de datos de campo del trazado de la red principal de riego identificando las características geométricas de los conductos, longitudes, cotas y por último levantar la geometría de las estructuras hidráulicas más relevantes empleando instrumentos de topografía tradicional, conjuntamente con la guía de miembros de la junta de riego y moradores de la comunidad.

Finalmente a través del procesamiento de la red datos obtenidos en campo se digitalizo los datos recopilados y se procedió a dibujar los planos en planta y perfil de la red principal de riego empleando el software AutoCAD Civil 3D junto a la geometría de las estructuras hidráulicas principales.

PALABRAS CLAVE: Receptor GNSS, red de riego, planimetría y altimetría.

ABSTRACT

Pórlon - El Socorro- Reservorio 67 irrigation system is located on Cubijíes, Riobamba, Chimborazo province. This system supplies water for irrigation to 35 ha. The most important structure of the system is a forebay where start the distribution of the flow to different areas through a branched network with 22 outlet nodes where there are gate valves.

Due to the decrease and imbalance in the amount of water supplied and the lack of technical information on the network, the importance of carrying out the topographical survey arises.

Due to the great extension of the irrigation network and topographical characteristics of the area, GNSS receivers were used to get the topography of the main irrigation network, compiling both planimetric and altimetric characteristics.

Together with existing information provided by the members of irrigation board, the georeferencing activities of the topographical survey and search for the closest permanent station were started to link the GNSS receivers and plant the base station and then link to the mobile receiver to proceed with the collection of field data of the layout of the main network, identifying the geometric characteristics of the conduits, lengths, heights and geometry of the most relevant hydraulic structures using the mobile receiver in RTK mode and other traditional topography tools, together with the guidance of members of the irrigation board and residents of community.

Finally, through the processing of data network obtained in the field, the collected data was digitized, and the plan and profile plans of the main irrigation network were drawn using AutoCAD Civil 3D software together with geometry of the main hydraulic structures.

KEYWORDS: GNSS receivers, irrigation network, planimetry and altimetry

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El sistema de riego Porlón – El Socorro- Reservorio 67 está ubicado en la parroquia rural Cubijfes perteneciente al cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Este sistema abastece de agua para riego a 35 ha. La obra de cabecera del sistema es un tanque de carga, de donde se realiza la repartición del caudal a distintas zonas, mediante una red ramificada con 22 nudos de salida en donde existen válvulas de compuerta.

Actualmente, los usuarios se encuentran preocupados por la disminución y desbalance de la cantidad de agua suministrada, por lo que se ha buscado solucionar el problema pero debido a la falta de información técnica: planos y memorias técnicas esto no ha sido posible. De aquí surge la importancia de llevar a cabo el presente estudio.

Debido a la gran extensión de la red de riego y las características topográficas de la zona se empleó receptores GNSS para obtener la topología de la red de riego recopilando características tanto planimétricas como altimétricas.

Junto con la información base se iniciarán las actividades de georreferenciación del levantamiento topográfico e identificación de puntos de apoyo de estaciones permanentes de la red de georreferenciación nacional necesario para plantar la estación base y efectuar correcciones diferenciales en las mediciones a través del punto de control topográfico. Para luego mediante la conexión de radio enlace entre el receptor base y el receptor móvil en modo RTK proceder con la recopilación de datos de campo del trazado de la red principal de riego identificando las características geométricas de los conductos, longitudes, cotas y geometría de las estructuras hidráulicas más relevantes empleando receptores GNSS y demás instrumentos de topografía tradicional.

Finalmente efectuar el procesamiento de la red datos obtenidos en campo y dibujar los planos en planta y perfil de la red principal de riego junto a la geometría de las estructuras hidráulicas principales.

1.1 Objetivo general

Levantar la información topográfica de la red principal de riego Porlón – El Socorro – Reservorio 67 y sus estructuras hidráulicas más relevantes iniciando desde la obra de cabecera del sistema el tanque de carga hasta las distintas zonas donde se realiza la repartición del caudal, la cual es una red ramificada con 22 nudos de salida, de acuerdo con los requerimientos y parámetros de métodos topográficos empleando receptores GNSS en modo RTK.

1.2 Objetivos específicos

1. Organizar y planificar actividades referentes al levantamiento topográfico de la red principal de riego y la geometría de estructuras hidráulicas relevantes; la recopilación de datos de georreferenciación, recopilación de datos del trazado de la red y ubicación de estructuras hidráulicas empleando receptores GNSS en modo RTK.
2. Identificar el trazado de la red principal de riego y tomar características geométricas de los conductos, longitudes y cotas empleando receptores GNSS en modo RTK, enfocado en los tramos comprendidos entre el tanque de carga hasta los 22 nudos de salida donde se ubican las válvulas de compuerta.
3. Levantar la geometría de las estructuras hidráulicas relevantes de la red principal de riego empleando instrumentos de topografía tradicional.
4. Procesar y organizar los datos tomados en campo con tablas y esquematización digital de la red inicial de puntos, empleados en la posterior conformación de la topología de la red de riego.
5. Generar planos a escala con características planimétricas identificando la ubicación de los tramos de la red con longitudes, diámetros, material, presión de trabajo y ubicación de estructuras hidráulicas.
6. Generar planos a escala con características altimétricas del trazado de la red principal de riego identificando las cotas de terreno y proyecto, alturas de corte y relleno junto a las longitudes, material, presión de trabajo de las tuberías y la ubicación de las estructuras hidráulicas.
7. Generar planos a escala con las dimensiones y componentes de las estructuras hidráulicas relevantes.

1.3 Alcance

Este componente plantea como resultado la realización de la topología de la red principal de riego Porlón - El Socorro - Reservorio 67.

Además, la información de la metodología en la recopilación, procesamiento de datos en campo empleados en la realización del levantamiento topográfico empleando receptores GNSS en modo RTK de la red principal de riego. Iniciando desde el tanque de carga hasta los nudos donde se ubican las válvulas de compuerta que controlan la distribución del agua a canales, los mismos que suministran el recurso empleado en el riego de las respectivas parcelas. El resultado es un valioso aporte al acervo de la comunidad.

Previo a los trabajos en campo se desarrollan las actividades referentes a revisión de información base, identificación de puntos de apoyo de estaciones permanentes de la red de georreferenciación nacional necesario para plantar la estación base y efectuar correcciones diferenciales en las mediciones a través del punto de control topográfico. Luego inicia el componente practico plantando la estación base y estableciendo un radio enlace entre con el receptor móvil, con el cual en modo RTK se realizará la recopilación y conformación de una red de datos de campo identificando características geométricas de los conductos, longitudes, cotas y se levantará la geometría de las estructuras hidráulicas más relevantes empleando instrumentos de topografía tradicional. Finalmente como trabajo en gabinete se realizará el procesamiento de la red de coordenadas de los puntos necesarios para representar el trazado de la red de riego y confeccionar los planos con características planimétricas y altimétricas de la red empleando el software AutoCAD Civil 3D y finalmente dibujar la geometría de las estructuras hidráulicas principales empleando el Software AutoCAD.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Levantamiento topográfico

La topografía es una ciencia aplicada cuyo propósito es representar gráficamente un área de la superficie terrestre a detalle, mediante la obtención de distancias, ángulos y elevaciones. Al conjunto de estas operaciones se les conoce como "levantamiento". (Rincón & otros, 2017)

Los diferentes métodos empleados en la obtención de información que describa la realidad física han ido evolucionando a través de los años juntamente con los progresos tecnológicos de cada época, desarrollando nuevas y mejoradas técnicas que permiten optimizar tanto la eficiencia, así como la calidad y precisión de los trabajos topográficos tanto de campo como de escritorio. (Rincón & otros, 2017)

Los levantamientos topográficos constan de dos partes:

- **Planimetría:** Se trata de las operaciones necesarias para obtener una proyección horizontal sobre un plano dimensional.
- **Altimetría:** Consiste en determinar la cota o altura sobre el nivel del mar de puntos o curvas de nivel.

(Rincón & otros, 2017)

1.4.2 Sistema Satelital G.P.S.

A lo largo de la historia se han desarrollado diversos sistemas de navegación con el fin de conocer y referenciar la ubicación sobre la superficie terrestre. Ya que la georreferenciación para movimientos por tierra debía basarse en puntos de referencia conocidos como el sol y las estrellas y también los movimientos marítimos debían restringirse a una franja de mar en que la costa sea visible. (Martínez, 2005)

Entre los métodos más usados para capturar información geográfica lo constituye el sistema G.P.S. 'Global Positioning System'. (Sistema de Posicionamiento Global). Este método fue desarrollado con el fin de encontrar la ubicación espacial en cualquier parte del planeta, a partir de la radio transmisión-recepción de señales electromagnéticas entre la constelación de satélites artificiales y la antena receptora ubicada en el punto cuya posición se desea conocer. (Martínez, 2005)

El sistema GPS fue creado por el Departamento de Defensa Estadounidense (DoD) con fines militares, así fue como desde el año 1978 se lanzó secuencialmente una constelación de satélites artificiales activos (NAVSTAR); un conjunto que en la actualidad está conformado por un total de 30 satélites que orbitan la Tierra en 6 planos diferentes a 20.200 km de altura sobre la superficie. El sistema entra en funcionamiento a partir del mes de enero de 1994 y solo 21 de sus satélites están en funcionamiento mientras que los 3 restantes son de respaldo y cuentan con las respectivas estaciones de control en la superficie terrestre. El sistema proporciona información para el posicionamiento de forma ininterrumpida y sin importar el tipo de condiciones climáticas. (Casanova, 2010).

El sistema (GNSS) 'Global Navigation Satellite System' es el conjunto de sistemas de navegación por satélite, como son principalmente el sistema GPS, el sistema ruso GLONASS y el reciente Galileo de Europa.

Sistemas capaces de emitir el posicionamiento espacial y temporal de los receptores que lo soliciten en cualquier punto y momento con una gran precisión debido a que cada satélite lleva a bordo incorporado un reloj atómico de cesio o de hidrogeno, de una alta precisión del orden de tan solo un nanosegundo. Las señales emitidas por los satélites viajan a la velocidad de la luz y el tiempo promedio que tarda una señal en viajar de la órbita del satélite hasta la superficie terrestre es de 0.067 segundos. (García,2008)

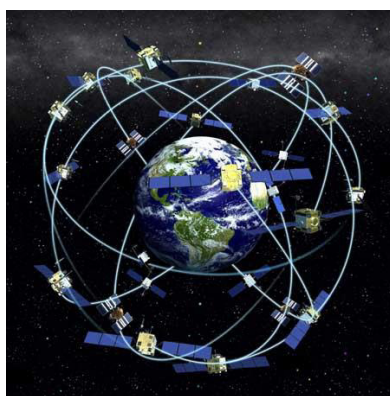


Figura 1. Órbitas no geoestacionarias de los satélites NAVSTAR.

Fuente: aristasur.com

1.4.3 Sistema Geodésico Mundial (WGS 84):

Por convención tradicionalmente se representa a la Tierra como un geoide, pero debido a la gran complejidad matemática que esto acarrea, la superficie de la Tierra se ve representada con gran aproximación mediante un elipsoide de revolución. Sobre esta superficie se definen las coordenadas geodésicas. (Yañez, 2000)

El sistema de referencia usa las coordenadas angulares, latitud (Norte y Sur) y longitud (Este y Oeste) y sirve para determinar ángulos laterales de la superficie de la Tierra.

Estas coordenadas angulares que son medidas desde el centro de la Tierra conforman un sistema de coordenadas esféricas alineadas a el respectivo eje de un sistema de coordenadas geográficas, que incluye un datum, meridiano principal y unidad angular, representadas a continuación:

(Yañez, 2000)

LONGITUD: 30° 22'24.18''N

LATITUD: 09°23'25.28''E

Desde el año de 1987, el G.P.S. usa el datum estándar WGS 84 World Geodetic System 84 (Sistema Geodésico Mundial 1984) en todos sus equipos por defecto. El sistema elipsoide global para la referenciación de las coordenadas fue establecido a través de observaciones Doppler al sistema de satélites de navegación NNSS o TRANSIT. Y es el único sistema de referencia de coordenadas geográficas mundial utilizado hoy en día y que permite conocer la localización de cualquier punto de la Tierra sin la necesidad de otro sistema de referencia. (Yañez, 2000)

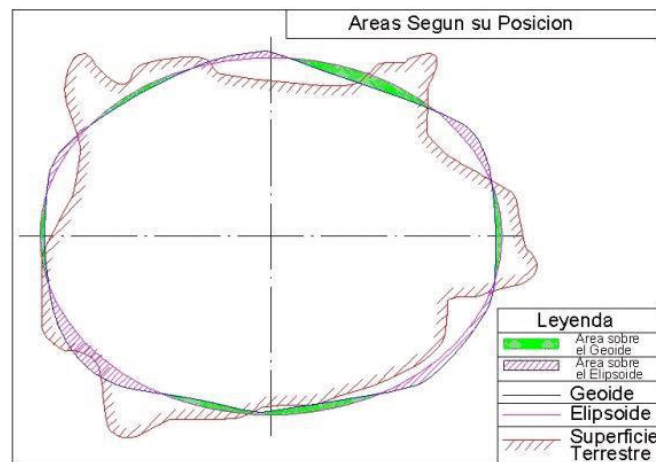


Figura 2. Representación de la superficie Terrestre.

Fuente: aristasur.com

Con el fin de establecer la relación entre la altura elipsoidal (h) o altura geodésica, distancia que representa la separación entre la superficie terrestre y el elipsoide. Y entre la altura ortométrica (H) o altura sobre el nivel del mar, distancia entre el geoide al punto sobre la tierra. Se estableció la siguiente fórmula aproximada:

$$H=h-N$$

Las alturas elipsoidales son obtenidas a partir de las coordenadas geocéntricas cartesianas (X, Y, Z) definidas sobre el elipsoide de referencia.

La ondulación del geoide (N) es la distancia existente entre el elipsoide de referencia y el geoide. Sabiendo que el geoide es la superficie equipotencial del campo gravitacional

que cubre a todo el globo terráqueo, por debajo de la topografía continental. (Farjas, 2006)

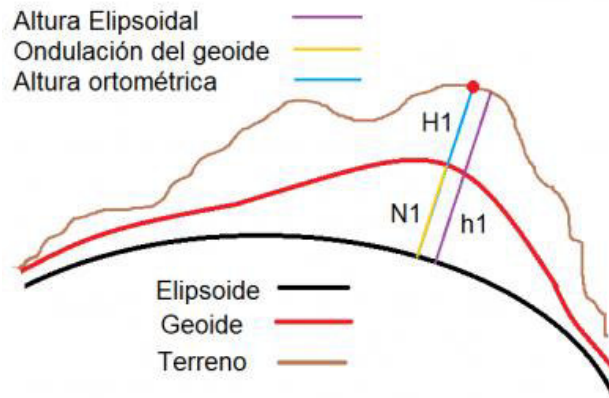


Figura 3. Ondulación del geoide

Fuente: paratopografia.com/geodesia

1.4.3.1 El Modelo Gravimétrico Mundial EGM 96

Es un modelo conformado por una grilla de 0.25 grados a nivel mundial que entrega valores de Ondulación del geoide (N). Al combinar la altura elipsoidal (h) del sistema WGS 84 con la ondulación del geoide (N) del modelo EGM 96 se puede encontrar la cota ortométrica (H) del punto en estudio. La importancia y la razón de encontrar las cotas ortométricas es poder relacionarlas con las cotas geométricas referidas al nivel medio del mar. Es decir poder encontrar diferencias de elevación en las coordenadas tomadas por los usuarios del sistema GPS. (Yañez, 2000)

1.4.4 Sistema de Proyecciones UTM

Como se explicó anteriormente el datum es un modelo que representa la superficie terrestre pero no especifica como identificar un punto sobre su superficie.

Este sistema de coordenadas geográficas UTM "Universal Transverse Mercator" se trata de una proyección del elipsoide WGS 84 a un sistema cilíndrico donde el eje del cilindro coincide con el eje ecuatorial y el cilindro es tangente a la superficie de la Tierra en un meridiano origen conocido como meridiano central.

Los puntos del elipsoide se proyectarán sobre el cilindro y al desarrollar el cilindro el sistema de coordenadas entonces pasa de ser esférico a ser rectangular y representa a los paralelos y meridianos con líneas rectas formando una cuadrícula. (Ibáñez & otros ,2011)

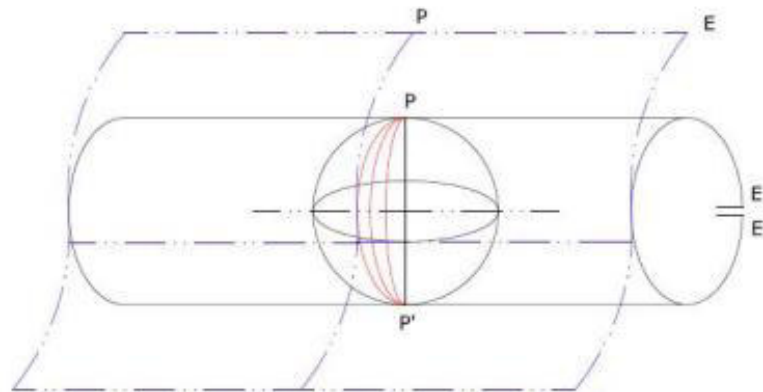


Figura 4. Proyección cilíndrica

Fuente: aristasur.com

1.4.4.1 Husos y zonas UTM

Con el fin de evitar proyecciones muy grandes se divide el elipsoide en 60 husos de 6° de amplitud completando los 360° , tomando como ejes de referencia al meridiano central como eje X y el Ecuador como eje Y. El huso se enumera del 1 al 60 en el intervalo comprendido por las longitudes 180° a 174° Oeste y van en orden ascendente hacia el Este. (Ibáñez & otros ,2011)

El trazado de la cuadrícula UTM se realiza en base a estos husos para el eje X mientras que para las zonas sobre el eje Y se representa a la mayor parte de la superficie terrestre entre los paralelos 80° S y 84° N. La porción restante corresponde a los polos que usan el sistema de coordenadas UPS (Universal Polar Stereographic). (Ibáñez & otros ,2011)

Para las zonas o bandas se divide a la superficie terrestre en un total de 20 zonas de 8° de latitud y se los denomina empezando por la letra "C" has la "X". A la línea central de un huso se le conoce como meridiano central y coincide con un meridiano del sistema geodésico tradicional. Este meridiano central será el que define el origen de la zona y tiene por convenio las siguientes coordenadas:

- Para el hemisferio norte el valor es de 500 Km Este y 0 km Norte

- Para el hemisferio sur el valor es de 500 Km Este y 10.000 km Norte

(Ibáñez & otros ,2011)

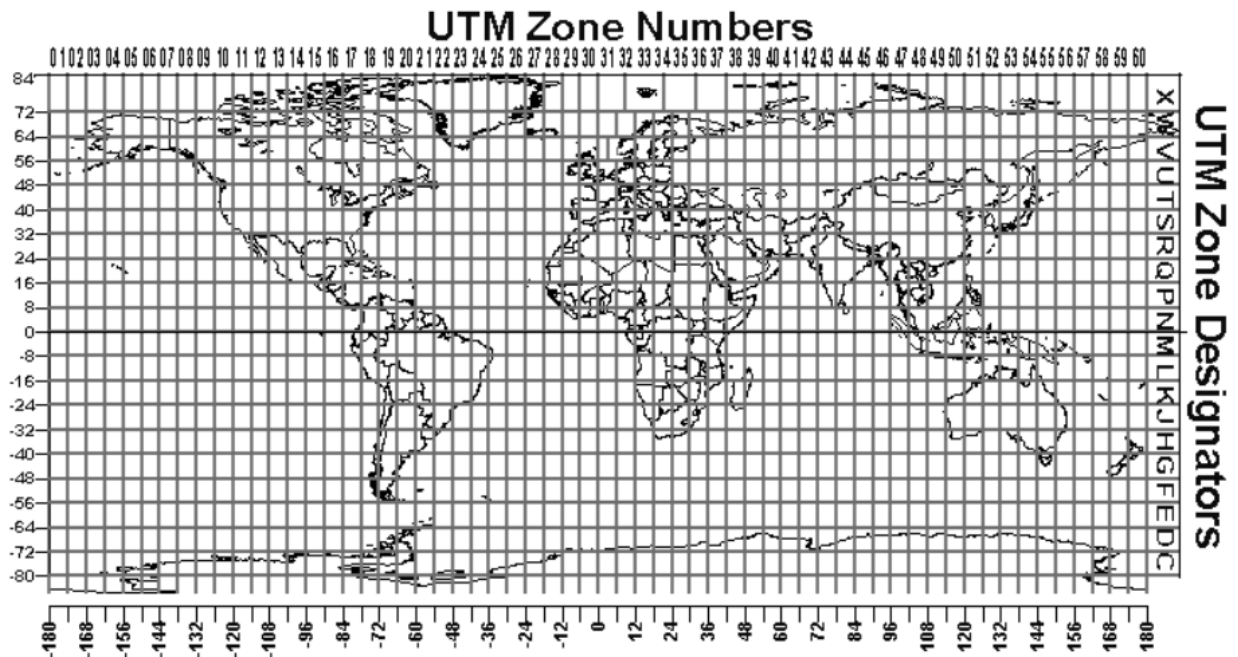


Figura 5. Mapamundi del Sistema UTM

Fuente: docplayer.es

1.4.4.2 Nomenclatura Coordenadas UTM

Para definir una coordenada geográfica en el sistema UTM el orden es el siguiente:

Huso Zona Coordenada X Coordenada Y

Por ejemplo, el pico del volcán Chimborazo tendría las siguientes coordenadas UTM:

17M 743156N 9837341E

Las coordenadas X están conformadas por 6 dígitos mientras que en el caso de las coordenadas Y serán 7 dígitos. Y las unidades de cada coordenada es en metros. (Ibáñez & otros ,2011)

1.4.5 Segmento de Control

Con la función de dar seguimiento continuo a la constelación satelital el segmento está conformado por una estación principal conocida como “estación de control maestro” ubicada en Estados Unidos en el estado de Colorado Springs y en un principio cuatro estaciones de monitoreo ubicadas en Hawái, Kwajalein, Isla de Ascensión e Isla de Diego García. Con el pasar de los años se han aumentado el número de estaciones de monitoreo hasta un total de 10 estaciones en la actualidad. (García,2008)

Todas las estaciones de monitoreo al rastrear continuamente a los satélites dan un registro propio de la operabilidad actualizada de cada satélite, también estiman la posición orbital de cada satélite, calibran y sincronizan los relojes atómicos incorporados y dan alertas y evidencia de los posibles fallos que se lleguen a presentar en estos relojes. Y además también brindan información de la influencia que tiene el campo magnético del planeta sobre cada satélite.

Todos estos datos son transmitidos a la estación maestra para su posterior procesamiento y almacenamiento para luego ser radiodifundida a todos los potenciales usuarios del sistema de navegación. (Gonzales, 2015).

1.4.6 Segmento de Usuario

Se trata del instrumento utilizado para la recepción de las señales emitidas por los satélites, los cuales están provistos de una antena que recepta la señal a la frecuencia de funcionamiento del sistema GNSS para después transformarla a una frecuencia más baja y efectuar los debidos procesamientos para finalmente mostrar las coordenadas deseadas.

También este sector está conformado por el software que comunica a la antena receptora con el procesador del receptor y así también el software necesario para efectuar el postproceso. (García,2008)

1.4.7 Medición del Tiempo

La constelación de satélites NAVSTAR conformada por 30 satélites orbitando alrededor de la Tierra en seis diferentes planos inclinados 55° con respecto al Ecuador. Formando

alrededor de cada órbita por lo menos un total de cuatro diferentes satélites que son monitoreados constantemente en Tierra por medio de estaciones de seguimiento y control. (Casanova, 2010)

Cada satélite lleva a bordo dos o cuatro relojes atómicos con el fin de garantizar en todo momento el correcto funcionamiento de por lo menos un reloj. Los cuales pueden ser de rubidio, cesio o hidrógeno y funcionan con energía eléctrica empleando como base las emisiones energéticas de un átomo en particular. Conformado así el sistema más preciso que se conoce para medir el tiempo. Los receptores cuentan con un reloj de cuarzo de precisión media por lo que sus mediciones y razón por lo cual se efectúan correcciones posteriores. (Gonzales, 2015)

Los satélites de forma constantemente se encuentran transmitiendo un mensaje de navegación a 50 bits por segundo en señal la frecuencia de las ondas portadoras se sitúa en la franja L (1000 – 2000MHz) del espectro, para uso de radiotransmisiones con una velocidad de propagación igual a la velocidad de la luz. Estas ondas derivan de la frecuencia fundamental 10.23 MHz generada por el reloj atómico de cesio incorporado en cada satélite. Las ondas portadoras son obtenidas al multiplicar la frecuencia fundamental por un factor el cual en el caso de la portadora L1 es 154 dando una transmisión de 1575.42 MHz y para la portadora L2 el factor es de 1227.60 MHz. (Brandetti & Kemerer, 2011)

Para la modulación de la onda L1 se usan dos códigos. El código C/A o Código de Adquisición Gruesa y el código P o Código de Precisión. Mientras que para la modulación de la onda L2 se lo hace solamente con el código P. Estos códigos son usados por los navegadores GPS para distinguir un satélite del resto. También pueden ser usados como base para efectuar mediciones de pseudodistancia y proseguir con la determinación de la posición. (Brandetti & Kemerer, 2011)

1.4.8 Medición de la distancia entre satélite y receptor

El receptor G.P.S. es el instrumento que recepta las señales radio transmitidas por la constelación de satélites con el fin de encontrar su posición. Para encontrar la ubicación del punto del receptor se mide el tiempo de viaje de la señal durante la transmisión hacia la antena receptora. (Brandetti & Kemerer, 2011)

El satélite transmite un impulso (código) el cual contiene información del instante de emisión. En el receptor se lee la información contenida sobre el instante de emisión y

mide el momento de llegada del código. La diferencia de estos tiempos multiplicada por la velocidad de propagación de la señal permite calcular la pseudodistancia. Conociendo la velocidad de la señal de radio transmitida por el satélite que es aproximadamente la velocidad de la luz con un valor de 300.000 km/s . (Gonzales, 2015).

1.4.9 Trilateración satelital

Al receptor la señal satelital se genera una esfera de radio r igual a la pseudodistancia entre el satélite y el receptor, con centro en el satélite y en algún punto dentro de la superficie de la esfera se encontraría ubicado el receptor. Al recibir el registro de un segundo y tercer satélite se forman dos esferas más que se intersecan con la primera esfera y se forma un círculo en cuyo perímetro se encuentran dos posibles puntos que serían la ubicación del receptor, de los cuales uno se descartará, ya que no se encontraría en la superficie terrestre o se moverá a una velocidad muy superior a la de los satélites. (Casanova, 2010)

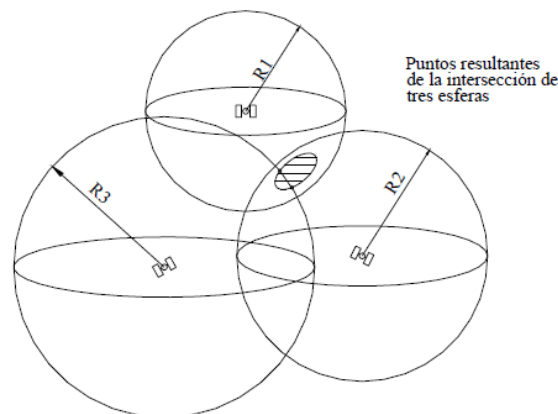


Figura 6. Trilateración Satelital.

Fuente: Casanova, 2010

Debido a que las mediciones de las pseudodistancias entre el receptor y los satélites no son exactas y también al problema de sincronización entre relojes es necesaria la corrección a estas mediciones empleando un cuarto satélite. Además, la precisión de la ubicación estará sujeta a otras variables como el tipo de observaciones que se tenga y también de la metodología empleada en el posicionamiento y corrección de errores. Los

receptores disponen de técnicas integradas para distinguir la ubicación válida. (Torres & Villante, 2000)

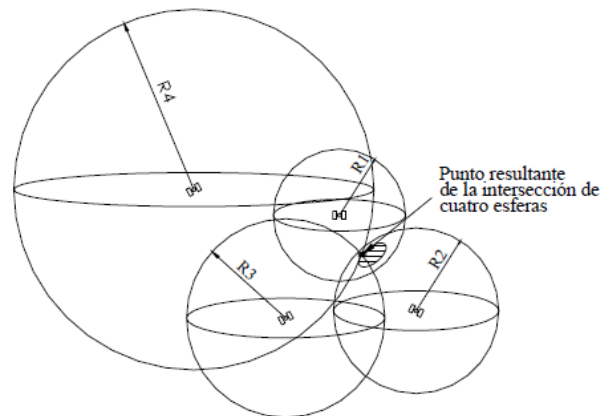


Figura 7. Corrección con cuarto satélite.

Fuente: Casanova, 2010.

1.4.10 Medidas de fase

El otro método que existe para hallar la distancia entre el satélite y la antena receptora es las medidas de fase, método que consiste en comparar la frecuencia de referencia del receptor con la frecuencia de onda captada del satélite, una vez desmodulada se puede observar el desfase entre las señales ($\Delta\phi$). (Berné & otros,2019)

Conociendo la longitud de onda de la señal (λ) y el desfase, solo hace falta contabilizar el número de ciclos completos (N) durante el recorrido de la señal. Y se halla la distancia con la siguiente formula. (Berné & otros,2019)

$$D = \lambda(N + \Delta\phi)$$

La desventaja de usar este método es que no se puede perder la señal de los satélites en ningún momento durante la observación, ya que esto causaría interrupción en el conteo de los ciclos(N). (Berné & otros,2019)

1.4.11 Clasificación de los métodos de posicionamiento GPS

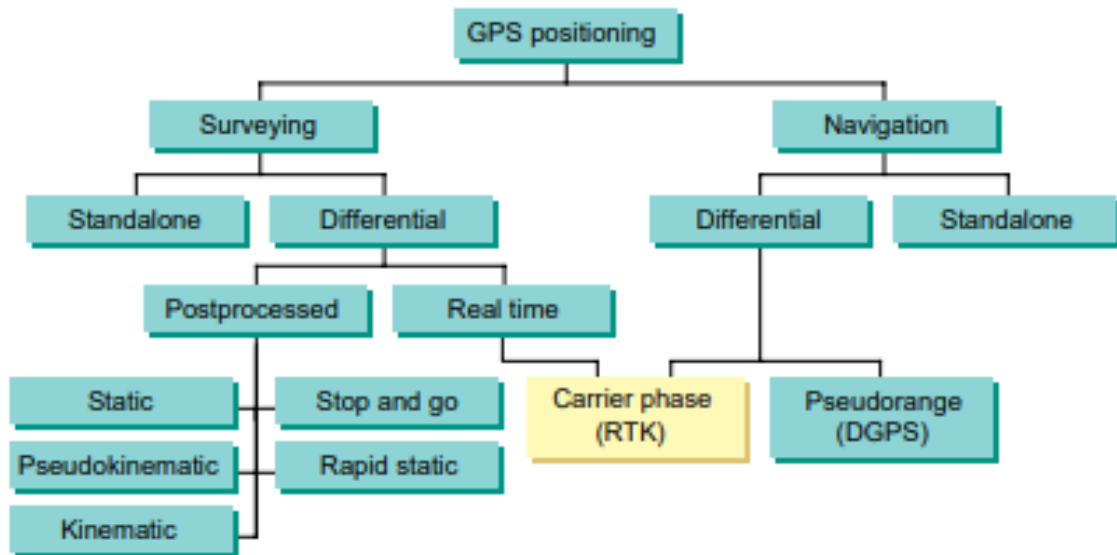


Figura 8. Clasificación de los métodos de posicionamiento GPS
Fuente: GPS WORLD

Se establece una clasificación de los métodos basados en diferentes criterios descritos a continuación:

1.4.11.1 Según el Sistema de Referencia

- **Absoluto:** Método en el cual se consigue hallar la posición por medio de las pseudodistancias por código, utilizando un solo receptor. La exactitud del método es de menos de 10 metros y esto varía según el código utilizado y el tiempo de exposición al realizar las lecturas, así como de la calidad del receptor GPS empleado. (Berné & otros,2019)
- **Relativo o Diferencial:** En este caso la medición puede ser por código o por fase. Se obtendrán las coordenadas con el uso simultáneo de al menos dos equipos, el GPS recepta las señales de radio enviada por el sistema satelital y las señales transmitidas por una estación de referencia terrestre. Lo cual permite obtener resultados de mayor precisión al corregir errores de posicionamiento similares en ambos puntos receptores. (Gonzales, 2015).

1.4.11.2 Según el Movimiento del Receptor

- Estático: Con este método se obtiene un único trío de coordenadas espaciales a partir de observaciones durante largos periodos de tiempo en el que no se puede ver afectado el sistema por desplazamientos superiores a su precisión. Y es más posible que se presenten redundancias en la observación. (Farjas, 2006)
- Cinemático: En este caso se establece la ubicación tridimensional mediante movimientos superiores a la precisión del sistema durante cortos intervalos de tiempo en función del equipo a usar. No se presentan redundancias en las observaciones. (Farjas, 2006)

1.4.11.3 Según el Momento de la Obtención de Coordenadas:

- Tiempo real (Real Time – RT): Método en donde el posicionamiento se lo consigue a través de un procesamiento en tiempo real ya sea que el receptor este en modo estático o móvil. La precisión está en función del observable utilizando código o por medida de fase. (Berné & otros, 2019)
- Postproceso: Este método se suele utilizar para posicionamiento estático relativo con medida de fase y el receptor puede estar en modo estático o móvil. Las coordenadas se calculan una vez finalizada la observación en trabajo de escritorio.
(Mantilla, 2012)

A partir de la combinación de los métodos citados surgen distintas combinaciones que serán los métodos de observación, enumerados y explicados a continuación:

- Estático Absoluto
- Cinemático Absoluto
- Estático Relativo: estándar y rápido
- Cinemático Relativo
 1. Cinemático
 2. RTK
 3. RT-DGPS

Para la ejecución de levantamientos topográficos se aplica el método diferencial o relativo. El cuál consiste en obtener la distancia que existe entre un receptor fijo o

“estación base” con coordenadas previamente establecidas hacia un punto desconocido donde se encuentra el receptor móvil o “rover”. Estos métodos que serán descritos a continuación usan la medida de fase para determinar la línea base entre la estación base y el receptor móvil. (Farjas, 2006)

1.4.11.4 Método Estático Relativo Estándar:

Para este método es necesario emplear dos o más antenas receptoras y los periodos de observación están comprendidos en intervalos de mínimo treinta minutos. Los cuales puede prolongarse en función de la precisión que se espera en los resultados, además de la redundancia y la distancia a observar las cuales pueden llegar a más de 20 kilómetros de radio de intercomunicación. Y con una precisión de los resultados del orden de 5mm + 1ppm.

Método aplicado comúnmente en redes geodésicas nacionales, continentales y seguimiento de movimientos a nivel de placas tectónicas. (Farjas, 2006)

1.4.11.5 Método Estático Relativo Rápido:

Es una variante del método estándar anteriormente expuesto con la variación de los periodos de observación los cuales se reducen a intervalos de 5 a 10 minutos ya que emplea un algoritmo para la resolución estadística de las redundantes. Pero presenta una disminución en el rango de distancias observables las cuales deben estar comprendidas en un radio menor a 20 kilómetros. La precisión también disminuye y está en un rango comprendido entre 5 mm a 10 mm +1ppm.

Método aplicado comúnmente en redes topográficas locales, redes de control y apoyo fotogramétrico. (Farjas, 2006)

1.4.12 Real Time Kinematic (RTK) - GPS cinemático en Tiempo Real

Las nuevas tendencias en métodos de posicionamiento GNSS ofrecen a los usuarios una innovadora herramienta para la determinación de la ubicación desconocida en cualquier parte del planeta, gracias a la constelación de 24 satélites que brindan total cobertura durante las 24 horas al día. Resultando medidas de alta precisión y de forma

instantánea. La medición en tiempo real ha sido uno de los tópicos más innovadores y útiles gracias a los últimos avances tecnológicos en el área de las geociencias. Es así como el método RTK es el más usado para levantamientos topográficos GPS gracias a su fácil uso y rapidez en la toma de la posición. Usado en aplicaciones donde se emplea la estación total convencional. (Peñafiel & Zayas, 2001)

1.4.12.1 Técnica RTK

El método cinemático en tiempo real funciona con un radio enlace entre dos receptores GNSS de alta precisión, la estación base y el receptor móvil (rover) con el cual se puede desplazar por el terreno libremente y realizar las mediciones instantáneamente. La base tiene un radio enlace conectado y retransmite los datos que recibe de los satélites. El receptor móvil o también conocido como rover también tiene un radio enlace desde donde recepta señales de los satélites directamente desde su propia antena y recepta también la señal transmitida de la base. Estos dos conjuntos de información de posicionamiento son procesados juntos por el receptor móvil para resolver ambigüedades y obtener un resultado de posicionamiento de alta precisión. (Brandetti & Kemerer, 2011)

Una vez que el receptor base ha sido iniciado empieza a transmitir datos mediante el radio enlace con el conjunto de satélites más cercano y se puede enlazar al receptor móvil con el cual podemos desplazarnos libremente y comenzar con el registro de ubicaciones en tiempo real a través de mediciones instantáneas y continuando con un recorrido de varios puntos como se desee levantar. Las señales recibidas por las antenas receptoras son afectadas por las mismas fuentes de error, y ya que la ubicación de la estación fija es conocida se puede utilizar algoritmos de corrección logrando resultados con precisión centimétrica del orden de (1 – 2 cm +/- 1ppm). (Peñafiel & Zayas, 2001)

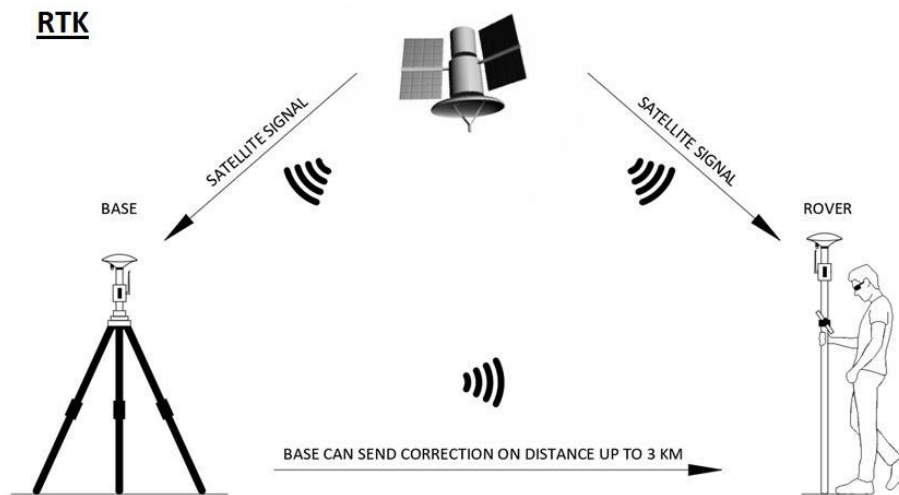


Figura 9. Técnica RTK
Fuente: rolavisurveyor.com

1.4.12.2 Características del sistema

Las restricciones que presenta este método son referentes al alcance de la señal entre el rover y la estación base, estas antenas puede estar dentro de un radio comprendido entre los 10 kilómetros. Si no se mantiene la distancia el receptor móvil pierde la ambigüedad y si esto sucede el resultado de la posición calculada es mucho menos precisa. También se pueden presentar problemas cuando se mida cerca de obstrucciones como los son árboles, edificios altos, cables de luz, etc. Mas adelante se describen todos estos posibles errores. (Brandetti & Kemerer, 2011)

Es fundamental el tipo de antena con el que se trabaje ya que de esto dependerá la cobertura del radioenlace y así también influirá la ubicación de la estación base ya que se debe buscar una zona alta con vista franca del área de trabajo, libre de obstrucciones. (Peñafiel & Zayas, 2001)

La mayoría de los sistemas RTK emplean pequeños radio módems UHF. La potencia del radio transmisor es de 0.5 a 2 W. (Peñafiel & Zayas, 2001)

Algunas desventajas del sistema son que según aumente la distancia entre la estación base y el receptor móvil disminuye la precisión en el cálculo de la posición. La estación base suma un gasto extra al proyecto. Posicionar y arrancar la estación base puede ser complicado y requiere cierto tiempo

Entre las ventajas del sistema esta que el modo RTK es de fácil implementación y su funcionamiento es sencillo. El enlace entre el receptor base y el móvil permite efectuar

corregir las ambigüedades, obteniendo resultados con mayor precisión. Permite efectuar mediciones desplazándose libremente por el área de estudio.

1.4.12.3 Receptor

Es el instrumento que recibe y decodifica la señal del satélite para calcular las coordenadas del punto que se desea conocer.

Está dotado de una antena con preamplificador para recibir la señal, un microprocesador, una sección de radio frecuencia o canal y un oscilador de precisión para la generación de los códigos pseudoaleatorios utilizados en la medición del tiempo en que tarda la señal, además de una interfaz para el usuario y una memoria interna. (Mantilla, 2012)

El tipo de información que proveen los receptores es referente a la cantidad de satélites en seguimiento, calidad de la señal emitida, duración en emisión y observación e información de los satélites como: acimut de observación, cota de elevación del satélite y pseudodistancias entre el satélite y el receptor.

Además también muestra información de la posición aproximada actual, la dirección, cantidad de observaciones realizadas, datos sobre la estación base y el estado de la cantidad de batería. (Casanova, 2010)

En el mercado existen dos tipos de receptores los de mono frecuencia y los de doble frecuencia.

1.4.12.4 Receptores de mono frecuencia

Estos instrumentos funcionan con un solo canal L1 en modalidad código o fase y pueden ser usados en dos modalidades: el modo diferencial en tiempo real y en diferido o post proceso. Se limita a distancias de operatividad en sistemas interconectados de entre 1- 5 kilómetros a la redonda. Y los resultados obtenidos tiene una precisión del orden de 1cm+2ppm lo cual es bastante aceptable comparado a su costo. (Mantilla, 2012)

1.4.12.5 Receptores de doble frecuencia

Son los instrumentos de mayor precisión y de mayor funcionalidad ya que cuenta con dos canales L1 y L2 de radiotransmisión de señal en modalidad código o fase y también pueden ser usados en modo diferencial en tiempo real y en diferido o post proceso.

Y cuentan con una mejor precisión en los resultados del orden de tan solo 5 mm+1ppm lo cual es bastante aceptable comparado a su costo y tiempo de observación.

Las distancias de operatividad en sistemas interconectados son de máximo 10 kilómetros a la redonda. (Mantilla, 2012)

1.4.12.6 Actualización de la posición y latencia

La actualización de la posición consiste en el número de posiciones por segundo que calcula el receptor y el tiempo de respuesta se conoce como latencia y este dependerá de la tecnología que disponga el sistema, para los primeros receptores RTK la latencia llegaba a ser de 3 segundos y tenía la actualización de una posición por segundo, hoy en día los equipos más actualizados calculan 10 posiciones por segundo y la latencia es de 0.05 segundos para la percepción humana es instantáneo. (Peñafiel & Zayas, 2001)

1.4.13 Incertidumbres en las mediciones

Entre las más importantes causas que afectan a la precisión de resultados en las mediciones con GPS se puede resaltar las siguientes fuentes de error, debidas en su mayoría al mecanismo de los receptores, errores debido al medio de propagación de las señales y errores en la recepción. (Reyes & Hernández, 2003)

1.4.13.1 Errores orbitales

También conocidos como errores por efimeridades, los cuales se originan debido a la falta de exactitud en el conocimiento de las órbitas de los satélites afectando el cálculo de la posición del satélite en un instante determinado con respecto a un sistema de referencia dado. (Reyes & Hernández, 2003)

1.4.13.2 Tiempo (relojes)

La señal de los satélites es transmitida a la antena receptora y esta contiene el momento exacto en que estos empezaron a emitir su mensaje codificado, los receptores registrarán el mensaje codificado y marcarán el momento exacto de llegada de este. Con lo cual se calculan las pseudodistancias multiplicando la velocidad de propagación de la onda y el tiempo que ha transcurrido entre emisión y recepción de la señal. Se presentarán errores cuando los relojes del satélite y el de la antena receptora no se

encuentren sincronizados, de modo que si se presenta un desfase de un microsegundo equivaldría a una medición errónea de por lo menos 300 metros. A pesar de contar con relojes atómicos con precisiones de un nanosegundo, se pueden presentar variaciones debido a la deriva propia del instrumento y a la acción de los efectos relativísticos que originan un diferencial del tiempo entre el sistema del satélite y el sistema G.P.S. (Peñafiel & Zayas, 2011)

1.4.13.3 Ionosfera

La Ionosfera se encuentra entre 50 a 1000 kilómetros sobre la superficie terrestre. Producto de la radiación ultravioleta se liberan electrones al ionizar las partículas de gas de esta capa, provocando dispersión no lineal y deceleración en las ondas electromagnéticas enviadas por los satélites. El vapor de agua contenida en esta capa y la variación de la densidad entre el día y la noche son otros factores que influirán en los resultados. (Farjas, 2006)

1.4.13.4 Troposfera

Esta capa se encuentra por debajo de la ionosfera y está ubicada a 9 km de altura sobre los polos y a 18 km sobre la línea ecuatorial. Es aquí donde se produce el efecto de refracción de las ondas según las distintas condiciones meteorológicas de temperatura, presión y humedad relativa del aire. Para poder corregir estos problemas se han establecido una serie de algoritmos de estimación del retardo troposférico. (Farjas, 2006)

1.4.13.5 Efecto Multitrayectoria

También conocido como efectos multipath, se originan debido a que en determinadas circunstancias la trayectoria de la onda transmitida desde los satélites no es rectilínea, sino que son reflejadas al chocar con distintos lugares antes de alcanzar el receptor, entregando una medida errónea. Se recomienda cambiar el punto de observación a un lugar más apropiado, en caso de que esto sea posible. Se han desarrollado técnicas avanzadas para el procesamiento de la señal que corrigen este problema y también se han desarrollado antenas para filtrar las señales que llegan de diferentes direcciones. (Mantilla, 2012)

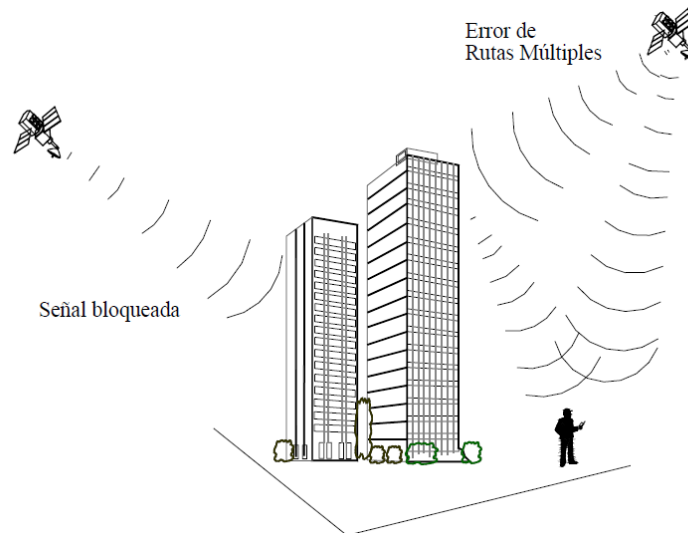


Figura 10. Error de rutas múltiples.

Fuente: Casanova, 2010

1.4.13.6 Error según el ángulo de los satélites

Se explica este error mediante el principio denominado “Dilación Geométrica de la Precisión” (DPG). El cual explica que los resultados de las mediciones se pueden ver afectados por el ángulo relativo entre los satélites utilizados en la observación. Si el ángulo es muy pequeño las intersecciones de las circunferencias que definen la posición se cruzarán en ángulos con poca diferencia entre sí. Por lo que los receptores GPS eligen cuatro satélites con amplia separación unos de otros para que al intersectarse las circunferencias los ángulos que se formen sean rectos y con esto conseguir minimizar el margen de error en las mediciones. (Reyes & Hernández, 2003)

Los cuatro parámetros de la dilación de precisión geométrica son:

- PDOP: dilación de precisión para la posición
- HDOP: dilación de precisión horizontal
- VDOP: dilación de precisión vertical
- TDOP: dilación de precisión del tiempo

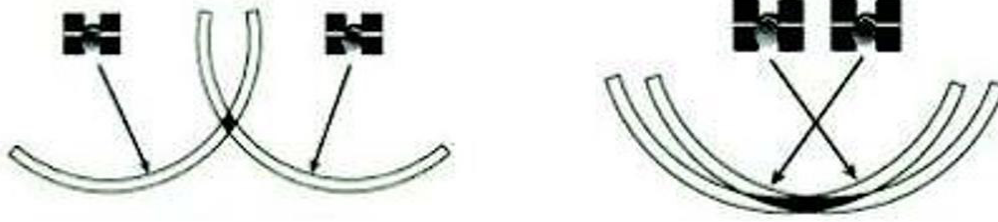


Figura 11. Dilación Geométrica de la Precisión.

Fuente: Velásquez, 2006

1.4.13.7 Errores en la recepción de la señal

Este tipo de errores son causados por fallas en el tipo de receptor y el modo de observación empleado para la toma de datos.

Entre los errores más importantes durante la recepción de señal se señala los siguientes: el ruido, centro de fase de la antena, errores del reloj oscilador y el error de disponibilidad selectiva (S/A), el cual es un error intencional en donde se degrada la señal del satélite de forma intencional por el centro de mando. (Casanova, 2010)

Empleando la técnica de corrección diferencial se puede eliminar el error de disponibilidad selectiva, en el cual se usando una antena receptora como estación base con posición conocida y un receptor rover ubicado en la posición objetivo se forma un sistema interconectado que recopila datos simultáneamente. (Casanova, 2010)

Con la información obtenida en la estación fija se hallan los diferenciales o correcciones que deben aplicarse en los datos tomados con el rover. Para que la recepción de la señal de la estación base no se pierda o se distorsione no deben alejarse los receptores rover y base por más de 5 km a la redonda. (Casanova, 2010)

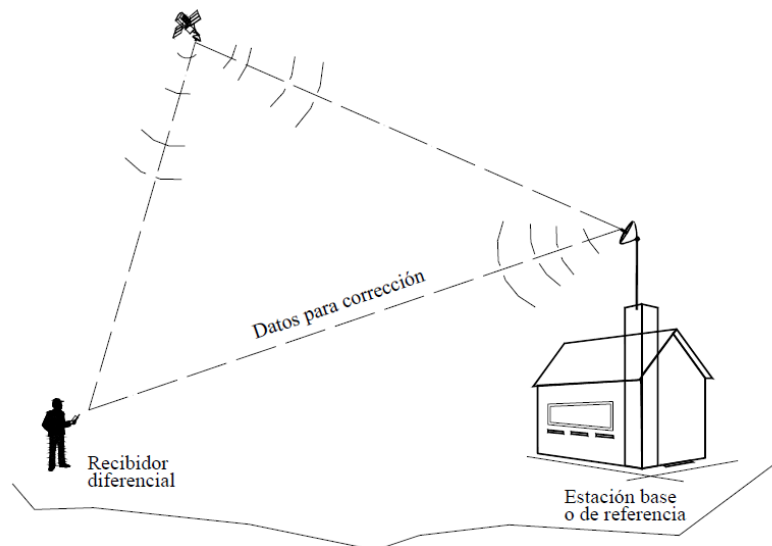


Figura 12. Corrección diferencial.

Fuente: Casanova, 2010

1.4.14 Estaciones Permanentes o terrestres

Estas estaciones fijas en tierra están formadas por un GPS Diferencial cuya posición se conoce exactamente y fue previamente establecida basadas en otras técnicas geodésicas. Este sistema fue concebido fundamentalmente por la introducción de la fuente de error intencional de disponibilidad selectiva (SA) explicada anteriormente. (Gonzales,2015)

El fundamento de esta técnica radica en que los errores producidos por el sistema GPS afecta de forma muy similar a los receptores ubicados en posiciones relativamente cercanas. Y ya que se conoce la posición exacta del GPS diferencial, este compara su ubicación con la registrada en tiempo real transmitida por la órbita de satélites más cercana. Para luego transmitir la corrección de errores a los receptores que se encuentren dentro de su radio de cobertura. (Gonzales,2015)

Este tipo de estaciones brindan asistencia continua y puede ser usados como puntos de apoyo en la georreferenciación a través de un enlace con un receptor GPS en modo móvil (rover) ubicado en el vértice cuyas coordenadas se desea obtener. Con lo cual se abaratan los costos de equipamiento en los proyectos ya que se ahorra el uso de un receptor en modo base y los resultados obtenidos están georreferenciados en un sistema de coordenadas legal y homogéneo para todo el territorio nacional. Y al formar parte de una red de monitoreo se emite correcciones ionosféricas continuamente dando como resultado ubicaciones más precisas y permitiendo así el enlace de receptores de

menor gama como es el caso de los GPS de simple frecuencia lo cual abarata aún más los costos de equipamiento. (Gonzales,2015)

El Instituto Geográfico Militar (IGM) con el objetivo de mantener una Marco Geodésico de Referencia Nacional actualizado y brindar geo información precisa ha conformado la Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador (REGME), este sistema de estaciones de monitoreo continuo cuenta con varias estaciones que se encuentran distribuidas de forma que exista un radio de cobertura de aproximadamente 50 kilómetros por cada estación, cubriendo un total del 95% de toda la superficie del territorio nacional con el apoyo y soporte del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas SIRGAS se ha conseguido un sistema de georreferenciación y soporte para la corrección diferencial de coordenadas, el cual funciona ininterrumpidamente las 24 horas de día durante todo el año y bajo condiciones ambientales adversas. (IGM, 2020)

Para que la señal entre la estación permanente y el receptor rover no se pierda no se debe exceder la separación de aproximadamente 200 kilómetros a la redonda. (Gonzales,2015)

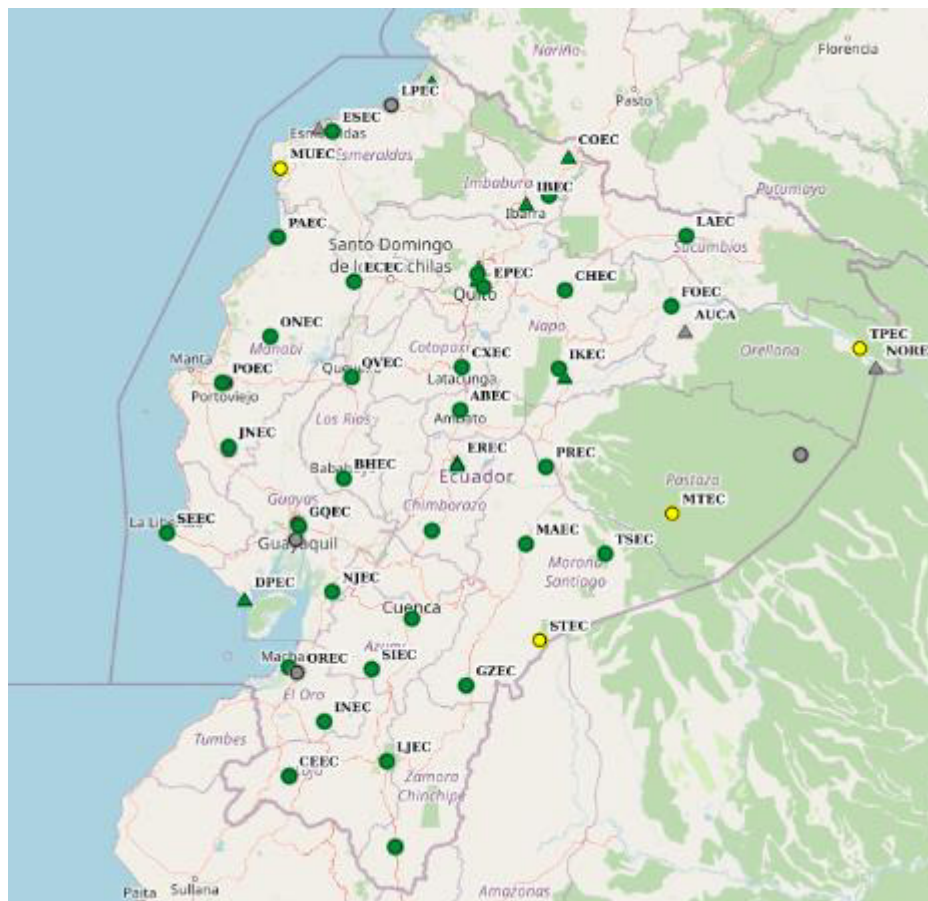


Figura 13. Estaciones permanentes a nivel nacional

Fuente: geoportaligm.gob.ec



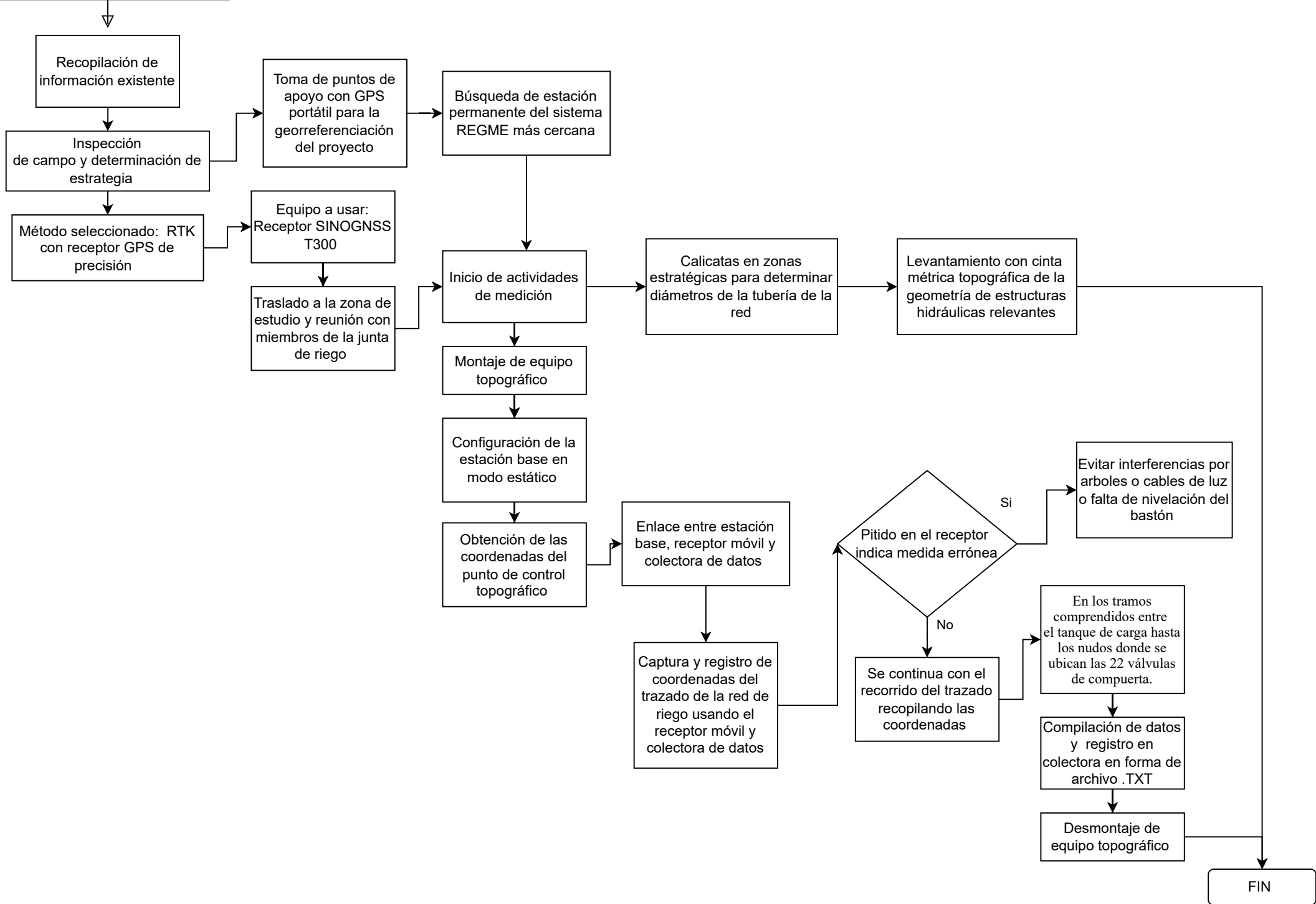
Figura 14. Estaciones permanentes Leyenda

Fuente: geoportaligm.gob.ec

2 METODOLOGÍA

2.1 Diagrama de flujo con la metodología del levantamiento topográfico de la red de riego

METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO



2.2 Ubicación del Proyecto

La zona de estudio se encuentra en la comunidad del Socorro ubicada en la parroquia rural Cubijíes perteneciente al cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

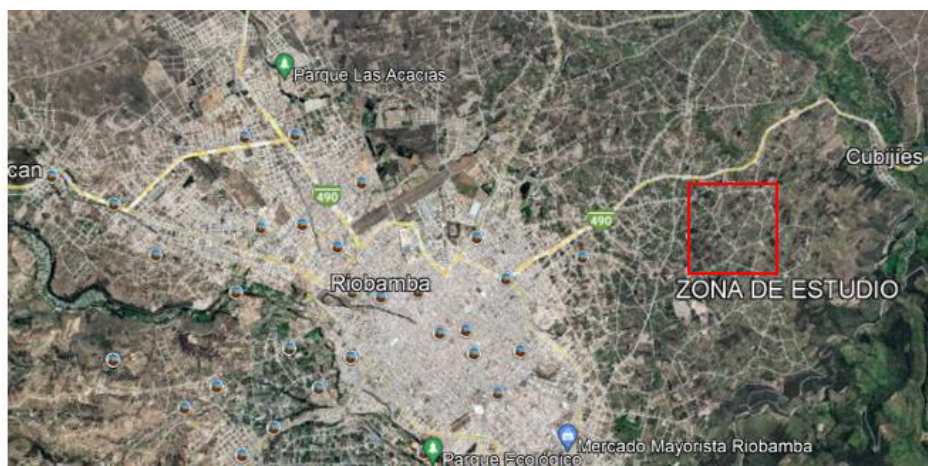


Figura 15. Ubicación de la Zona de Estudio

Fuente: Google Earth Pro, 2022

El levantamiento topográfico se ejecutará en los predios de la comunidad El Socorro, enfocado en el sistema de riego presurizado, el cual está conformado por un tanque de carga desde donde inicia el suministro del caudal a distintas zonas por medio de una red ramificada con 22 nudos de salida en donde existen válvulas de compuerta. Y también se levantará las estructuras hidráulicas principales.



Figura 16. Demarcación de la zona del levantamiento

Fuente: Google Earth Pro, 2022

2.3 Investigación Preliminar

Se realizó la visita de reconocimiento de la zona de estudio guiada por miembros de la junta de riego de la comunidad con la finalidad de tener contacto con los propietarios y conocer la zona de estudio, además de conocer las características del terreno en el ámbito geográfico, el tipo de vegetación, las características del trazado de la red de riego y la ubicación de algunas estructuras hidráulicas principales. También se establecieron puntos de control empleando un GPS portátil para la posterior ubicación en el programa Google Earth Pro e iniciar con la búsqueda de estaciones permanentes más cercanas, en el mapa de estaciones terrestres de la red nacional de georreferenciación REGME del Instituto Geográfico Militar (IGM), necesaria para el cálculo de la ubicación exacta del punto de apoyo donde se encuentra la estación base y posteriores correcciones diferenciales de las redundancias.

Los propietarios proporcionaron un plano muy antiguo donde se puede observar el trazado del sistema de riego y la lotización de las parcelas de la comunidad.

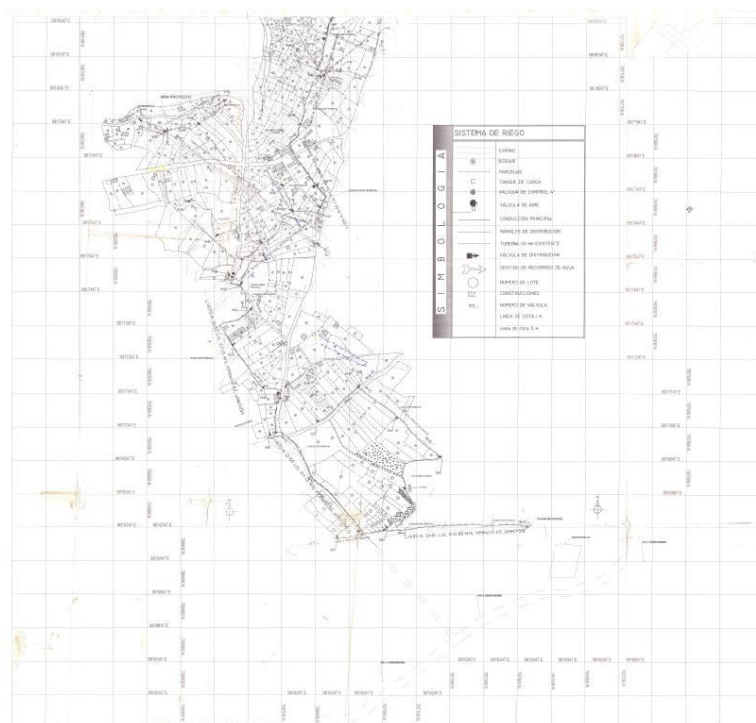


Figura 17. Plano antiguo de la zona de estudio

Fuente: Proporcionado por la comunidad

Luego de la visita de reconocimiento se consideró varias opciones en cuanto a métodos de levantamientos topográficos y se escogió la opción más eficiente acorde a las

peculiaridades del trazado de la red de riego, principalmente debido a la gran extensión del área de estudio y numerosas pendientes presentes en el terreno. Por lo cual se escogió el método GPS en modo cinemático en tiempo real (RTK). Debido a las facilidades en cuanto a desplazamientos sobre el terreno, recopilación de datos en tiempo real y de corto período de observación.

2.4 Levantamiento con GPS en modo RTK

El método cinemático en tiempo real funciona con un radio enlace entre dos receptores GPS de alta precisión, la estación base y el receptor móvil (rover) con el cual se puede desplazar por el terreno libremente y realizar la captura de coordenadas de forma instantánea. El receptor móvil recibe señales de los satélites directamente desde su propia antena y los transmite al receptor fijo para efectuar correcciones mediante la comparación de resultados con los obtenidos por la estación base cuya posición se conoce precisamente de antemano.

Una vez recibida la corrección en el receptor móvil se almacena y se procede con la captura de los siguientes puntos a través del mismo proceso hasta completar todo el trazado.

La intercomunicación entre el receptor base y el móvil es continua por lo que no se podrá sobrepasar el radio de cobertura que es de 5 kilómetros.

Las coordenadas de los puntos que se observe serán por defecto serán una proyección directa en el sistema de coordenadas universal UTM o si se desea que los resultados sean bajo los parámetros de otro sistema se podrá configurar previamente.

2.5 Descripción del equipo receptor GNSS:

2.5.1 Receptor SinoGNSS T300

El receptor SinoGNSS T300 está integrado con un GPS de alta precisión y un sistema de doble frecuencia para la comunicación entre receptores. Se puede aplicar en modo RTK con todas las constelaciones GNSS, ideal para topografía, replanteos y superficies de control. El receptor tiene un tamaño ultra pequeño, muy ligero, posee una gran capacidad anti-interferencias, es impermeable, resistente a golpes y a prueba de polvo para que sea posible trabajar incluso en entornos con condiciones adversas. El GPS está integrado con una antena, memoria interna de 8GB, dos baterías de iones de litio, panel de monitoreo del sistema y posee conectividad inalámbrica Bluetooth compatible

con dispositivos móviles de sistema operativo Android o Windows. (Manual de Usuario Receptor T300 GNSS, 2017)

2.5.2 Características:

2.5.2.1 Rastreo de Señal:

- 256 canales de señales satelitales rastreadas simultáneamente
- Seguimiento de señal compatible con los sistemas: GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou, BeiDou Global Signal, QZSS, SBAS.
- Radio receptora y transmisora integrada
- Interoperabilidad completa base/móvil en un radio de hasta 5 km dependiendo de la cantidad de batería y condiciones ambientales

2.5.2.2 Físicas:

- Tamaño (ancho x alto): 15,8 cm x 7,5 cm
- Peso: 0,95 kg (incluidas 2 baterías)
- Carcasa resistente y robusta a prueba de agua y polvo IP67, protege la inmersión temporal a 1m de profundidad
- Capacidad de soportar una caída de hasta 2 m sobre hormigón

(Manual de Usuario Receptor T300 GNSS, 2017)



Figura 18. Tamaño del receptor GNSS T300.

Fuente: Especificaciones técnicas T300, 2019

2.5.2.3 Comunicación

- Tecnología inalámbrica Bluetooth compatible con Windows OS y Android OS
- Radio UHF interna o GSM para la transmisión de corrección diferencial
- Módulo 3G integrado, admite protocolos de punto a punto/puntos y Ntrip

- Panel de control con teclado con botones de encendido/apagado e indicadores
- Luces LED para encendido, radio, Bluetooth y rastreo satelital
- Tiempo de iniciación del equipo menor a 10 segundos

2.5.2.4 Condiciones ambientales:

- Temperatura de funcionamiento: -40°C a +65°C
- Temperatura de almacenamiento: -45°C a +85°C
- Mantener el equipo con una vista despejada del cielo
- Evitar el contacto con fluidos y gases corrosivos

2.5.2.5 Eléctricas y Memoria:

- Intensidad de voltaje de entrada: 7-28 VCC
- Consumo de energía: 3,1 W
- Capacidad de la batería de iones de litio: 2 × 2000 mAh, aproximadamente hasta 9 horas de duración con las dos baterías cargadas completamente.
- Diseño de batería intercambiable en caliente
- Capacidad de la memoria interna de 8GB

(Especificaciones técnicas T300, 2019)

2.5.2.6 Modos de funcionamiento y precisión de resultados:

Tabla 1. Modos de funcionamiento y precisión de resultados

Fuente: Especificaciones técnicas T300, 2019

Modo	Precisión
Estático y Estático rápido	2.5 mm + 0.5 ppm Horizontal
	5 mm + 0.5 ppm Vertical
Largas observaciones Estático	3 mm + 0.1 ppm Horizontal
	3.5 mm + 0.4 ppm Vertical
RTK	8 mm + 1 ppm Horizontal
	15 mm + 1 ppm Vertical
DGPS	<0.4 m RMS
SBAS	1 m 3D RMS
Standalone	1.5 m 3D RMS

2.6 Preparación de equipos

Antes de iniciar con las mediciones es muy importante revisar el estado en que se encuentran los equipos a fin de asegurar el correcto funcionamiento de estos. Para lo cual se siguen las siguientes recomendaciones:

- Revisar que todo el equipo se encuentre en buen estado físico tanto de baterías, receptores, elementos de protección, soporte y cables.
- Verificación de la cantidad de batería sea suficiente, se recomienda que las dos baterías sean cargadas previamente al 100% de su capacidad.
- Revisión del estado de la memoria a fin de que exista el suficiente espacio para guardar toda la información que se recopilara durante las mediciones.
- Montar el receptor base en la barra extensible, luego en el trípode y nivelar con las perillas de la base nivelante.
- Montar el receptor móvil en el bastón.
- Verificar que la luz LED de seguimiento de satélites de color verde este encendida con intermitencia continua lo cual significa que el receptor se encuentra recibiendo señal satelital.
- Revisar la consistencia de coordenadas comparando con las coordenadas del punto de apoyo de la estación base. Con la ayuda de un flexómetro se ubica al rover a un metro de distancia de la estación fija se toma las coordenadas y se compara con los datos del punto de apoyo del receptor base.
- Revisar la conexión Wireless, la luz LED de color azul debe estar encendida lo cual indica que el receptor fijo está conectado con la colectora por vía bluetooth.
- Verificar que la luz LED del botón de grabación de datos sin procesar este encendida.

2.7 Funcionamiento del tablero de control

- Las luces LED en el panel de control frontal indican el estado de funcionamiento del receptor. Por lo general una luz LED encendido o que parpadea con baja intermitencia es un indicador de un correcto funcionamiento y un LED apagado indica que no se está produciendo ningún funcionamiento. La siguiente figura y tabla definen cada posible estado del LED:

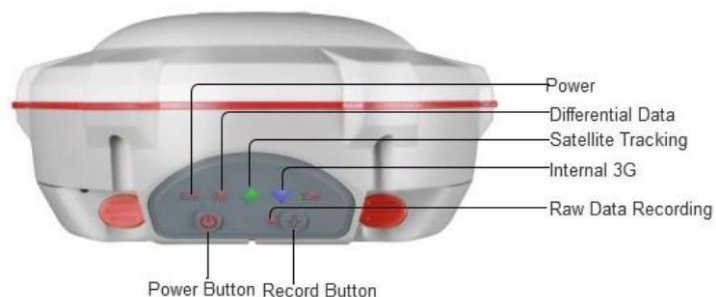


Figura 19. Tablero de Control receptor GNSS T300.

Fuente: Manual de Usuario Receptor T300 GNSS, 2017

Tabla 2. Funcionamiento del tablero de Control

Fuente: Manual de Usuario Receptor T300 GNSS, 2017

Luces LED	Estado	Descripción
Power / Energía	Luz encendida	Suficiente energía
	Luz intermitente	Baja energía
Differential Data / Datos diferenciales	Intermitencia de una vez por segundo	Recibiendo/transmitiendo datos diferenciales
Satellite Tracking / Seguimiento Satelital	Alta intermitencia continua	Recibiendo señal satelital
	Alta intermitencia cada 5 segundos	Sin recibir señal satelital
Internal 3G / 3G Interno	Luz azul	La función GPRS está operando
Raw Data recording / Grabación de datos sin procesar	Parpadeo según cada intervalo:	El intervalo de muestreo varía de 20 Hz a 60 s.
		Parpadeo 1/s simultáneamente con la luz diferencial si se agota la memoria interna

2.5.3 Botones de control

2.5.3.1 Botón de encendido/apagado

Presionar el botón de encendido/apagado durante aproximadamente 1 segundo para encender el equipo receptor.

Mantener presionado el botón encendido/apagado durante 3-4 segundos hasta que todos los LED se apaguen. Para apagar el equipo receptor.

2.5.3.2 Botón de grabación

El botón de grabación se encontrará habilitado para el funcionamiento cuando el equipo se encuentre recibiendo señal satelital.

2.5.3.3 Cambio al modo estático

Mantener presionado el botón de grabación durante aproximadamente 2 segundos y liberar inmediatamente al escuchar un pitido del receptor

2.5.3.4 Cambio al modo RTK

Presione el botón hasta que el LED de grabación de datos sin procesar se apague.

2.5.3.5 LED de alimentación

Fuente de alimentación:

- Dos LED de alimentación están encendidos si se utiliza la fuente de alimentación externa
- Solo se encenderá el LED de alimentación de la batería en funcionamiento si se utiliza la batería interna.

Batería baja:

- La luz LED de encendido parpadeará con un pitido solo con una batería;
- Si cuenta con las dos baterías colocadas, el LED de alimentación de batería baja parpadeará y cambiará a otra batería cuando se agote.

(Manual de Usuario Receptor T300 GNSS, 2017)

2.8 Equipo básico para mediciones topográficas con Receptor GNSS en modo RTK:

Tabla 3. Equipo básico para mediciones topográficas con Receptor GNSS en modo RTK.

Elaborado por: Carlos Bermeo

Cantidad	Artículo	Imagen
2	Receptores	
1	Conector GNSS	
1	Cable 7-pin Lemo a RS232	
2	Cable 7-pin Lemo a USB	
1	Cable Externo de Poder	
2	Antena de látigo (UHF)	
1	Poste con adaptador de 2 m	
4	Batería Lithium-ion	
2	Cargador de Batería	
1	Trípode	
1	Base nivelante	
1	Barra extendible de 30 cm	

Tabla 4. Instrumentos de topografía tradicional
Elaborado por: Carlos Bermeo

Cantidad	Artículo	Imagen
1	Flexómetro	
1	Cinta metrica de 30m	
1	Libreta de anotaciones	
1	Martillo	
3	Clavos de Acero de 2"	

2.9 Conexión de colectora



Figura 20. Código QR del receptor GNSS.

Elaborado por: Carlos Bermeo

El receptor T300 SinoGNSS contiene la imagen de un código QR para leer con la cámara de un dispositivo celular y a través de la aplicación Survey Master Apk establecer una conexión vía bluetooth.

Esta aplicación celular permite usar el dispositivo móvil como una colectora de datos y posee una interfaz muy sencilla de usar.

La ventana inicial contiene las diferentes opciones de configuración del proyecto entre las cuales están el Datum y Sistema de proyección, el estado de la batería, acceder a modo navegación y ver brújula, la cantidad de Satélites cercanos y sus respectivas posiciones, crear un nuevo proyecto, acceder a proyectos guardados, Importar o Exportar archivo de datos, establecer conexión con un equipo receptor GPS, estado de la conexión y número de conexiones. Como se puede ver a continuación en el menú principal:

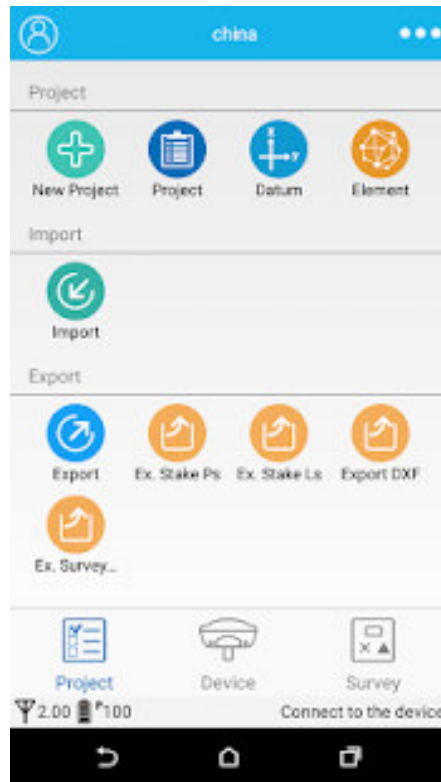


Figura 21. Menú Principal Survey Master Apk.

Fuente: Survey Master Apk.

Al establecer una conexión con un equipo receptor e ingresar a un nuevo proyecto se abre la siguiente ventana de la figura donde se puede observar en la parte central de la pantalla como se va plasmando la ruta de puntos ingresados y en la parte inferior se muestran las coordenadas en cada una de las tres dimensiones X, Y, altura de la ubicación actual.

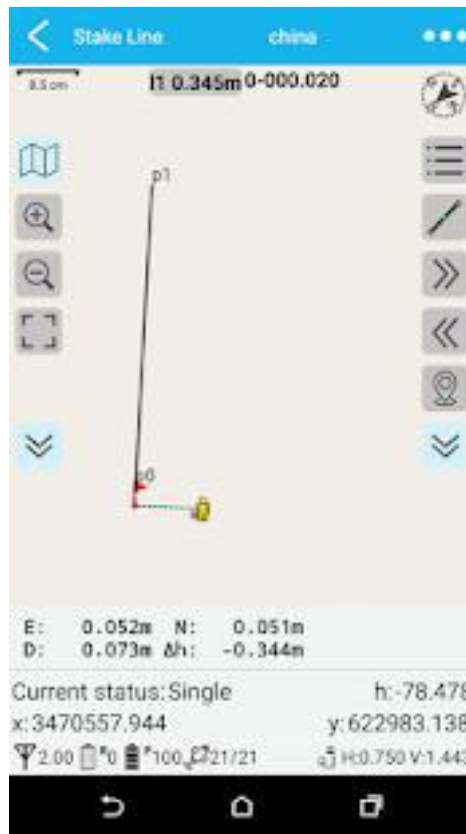


Figura 22. Nuevo proyecto.

Fuente: Survey Master Apk.

Al ingresar un punto en la parte inferior de la pantalla se despliegan los cuadros donde se puede colocar el nombre del punto, un código y un comentario de ser necesario.

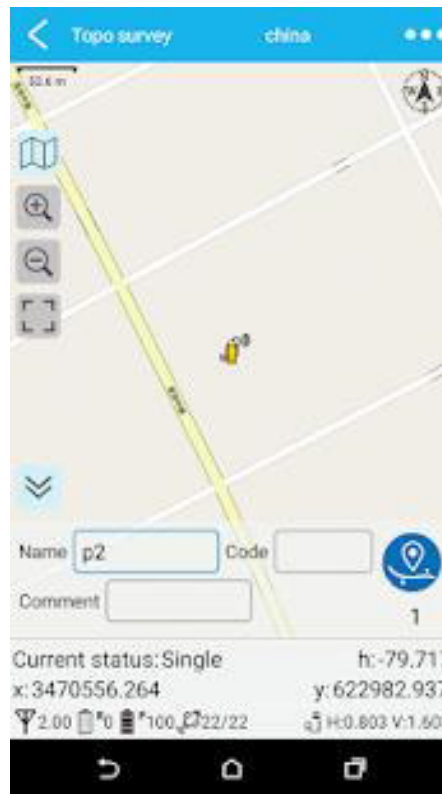


Figura 23. Nueva Coordenada.

Fuente: Survey Master Apk.

2.10 Punto de control topográfico

El punto de control topográfico de referencia para el levantamiento topográfico está localizado sobre la casa de máquinas del Reservoirio 67. Se eligió esta ubicación debido a que se encuentra en una zona estratégica de mayor altura y con visibilidad franca en todas las direcciones. Usando un martillo se coloca un clavo de acero en el punto de control topográfico.

Luego de montar el receptor en el trípode y nivelarlo usando los tornillos que controlan la extensión del trípode y con los tornillos de la base nivelante, se procede a centrar el receptor con respecto al punto de control topográfico y de nuevo a nivelarlo en el caso de que sea necesario.

Luego con la ayuda del flexómetro se mide la altura entre la punta del clavo de acero y el eje que este marcado a un lado del receptor, en este caso resultando una altura de 1.73 m.

Se procede con la obtención de las coordenadas del punto donde se ubica la estación base durante la ejecución de todo el levantamiento, el cual fue tomado por el método estático con el uso del GPS de precisión receptando señales permanentes y semipermanentes durante un lapso de entre 15 a 20 minutos, para luego enlazar al receptor móvil (rover) y proceder con la toma de coordenadas.

Se ingresa este dato de altura en la colector.

A continuación podremos ver una tabla con las coordenadas exactas del punto de control que fueron obtenidas a través del método estático de observación.

Tabla 5.Coordenadas del Punto de Control Topográfico
Elaborado por: Carlos Bermeo

Punto	Lugar	Coordenadas Planas		Elevación (m)
		Norte(m)	Este(m)	
GPS 1	Sobre la casa de máquinas del Reservoirio 67	9816268.318	767255.963	2780.79



Figura 24. Receptor Base.

Elaborado por: Carlos Bermeo

2.11 Estación permanente

La estación terrestre o permanente ABEC pertenece a la Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador (REGME). Y fue usada para ser enlazada al receptor base para encontrar su posición exacta a través de observaciones permanentes y semipermanentes. Esta estación también cumple la función de corrección de la posición por el método de corrección diferencial. Y se encuentra ubicada sobre la terraza del edificio principal del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

A continuación podremos ver en la tabla 7, las coordenadas exactas del punto donde se encuentra la estación permanente ABEC.

Tabla 6. Coordenadas de la estación permanente ABEC
Elaborado por: Carlos Bermeo

Nombre	Coord Norte (m)	Coord Este (m)	Elevación (m)
Estación permanente ABEC	9859659.793	763994.312	2746.321

La distancia entre la estación permanente ABEC y la estación base es de aproximadamente 50 km, está dentro del radio de cobertura de la estación permanente que es de 200 km a la redonda.

Los resultados de la corrección diferencial que son transmitidos directamente al receptor base para corregir las coordenadas de su posición obtenidas con la estación base en modo estático, son comparadas con los resultados de la estación permanente ABEC y se calcula la corrección diferencia a continuación descritos en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultado de corrección diferencial

Elaborado por: Carlos Bermeo

Nombre	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	EMC Horiz (m)	Vert EMC (m)
ABEC-GPS 1	-43394.087	3262.805	28.907	0.016	0.025

2.12 Levantamiento del trazado empleando receptores GNSS en modo RTK

Una vez instalada la estación base en modo estático con posición previamente establecida, se procede con la conexión al receptor móvil en modo RTK para obtener las debidas correcciones al momento de capturar las coordenadas en el punto donde se ubique al receptor rover, a este punto se lo define como vértice de referencia.

2.12.1 Elementos para levantar

Se desarrollarán actividades de levantamiento topográfico con GPS de precisión en modo RTK y el levantamiento de estructuras hidráulicas principales conformado por los siguientes elementos:

- Trazado de la red de riego
- Ubicación y dimensiones de las estructuras hidráulicas más relevantes:
 - Tanque repartidor de caudal
 - Tanque rompe presiones
 - Reservorio
 - Válvulas de compuerta
 - Válvulas de aire
 - Válvulas de control

A continuación se procede con el levantamiento del perímetro del Reservorio 67 y la casa de máquinas para lo cual se captura las coordenadas ubicando el bastón que sostiene el receptor móvil sobre los vértices del reservorio y de igual manera con la casa de máquinas. El bastón cuenta con una burbuja nivelante para mayor exactitud y con el uso del colector se captura los datos instantáneamente y la interfaz de la colectora permite colocar una descripción del punto, en este caso se usó el código RV para todos los puntos pertenecientes al reservorio.



Figura 25.Toma de coordenadas.

Fuente: Manual de Usuario Receptor T300 GNSS, 2017

A continuación se siguió el recorrido hacia el tanque repartidor de caudal cuyas dimensiones fueron levantadas con el uso de la cinta métrica topográfica y el perímetro con el uso del receptor GPS.

Una vez culminado el levantamiento del tanque repartidor se procede a levantar el trazado de la red de tuberías la cual se encuentra enterrada a 1.50 metros de profundidad por lo que se contó con la participación de miembros de la junta de riego y moradores como guías para conocer la ubicación de dicho trazado además se realizó calicatas para conocer el diámetro de la tubería en distintas zonas de importancia. Y también se contó con la información preliminar del plano antiguo como soporte.

El proceso se repite hasta cubrir todas las ramificaciones llegando hasta las válvulas de salida que en total son 22 válvulas de compuerta cuya geometría es muy similar por lo que se levantó las dimensiones con el uso de la cinta métrica topográfica de solamente una cámara típica de cada estructura hidráulica en este caso de la cámara de válvulas de compuerta.

El mismo proceso se realizó con las cámaras típicas de válvulas de aire, el tanque rompe presiones y el tanque distribuidor de caudal. Y sus respectivas posiciones fueron obtenidas con el receptor móvil.

Una vez terminado la recopilación de datos se procede con la exportación de estos hacia el ordenador como un archivo de extensión .txt, transfiriendo el archivo desde el celular que fue usado como colectora.

2.12.2 Nomenclatura de datos

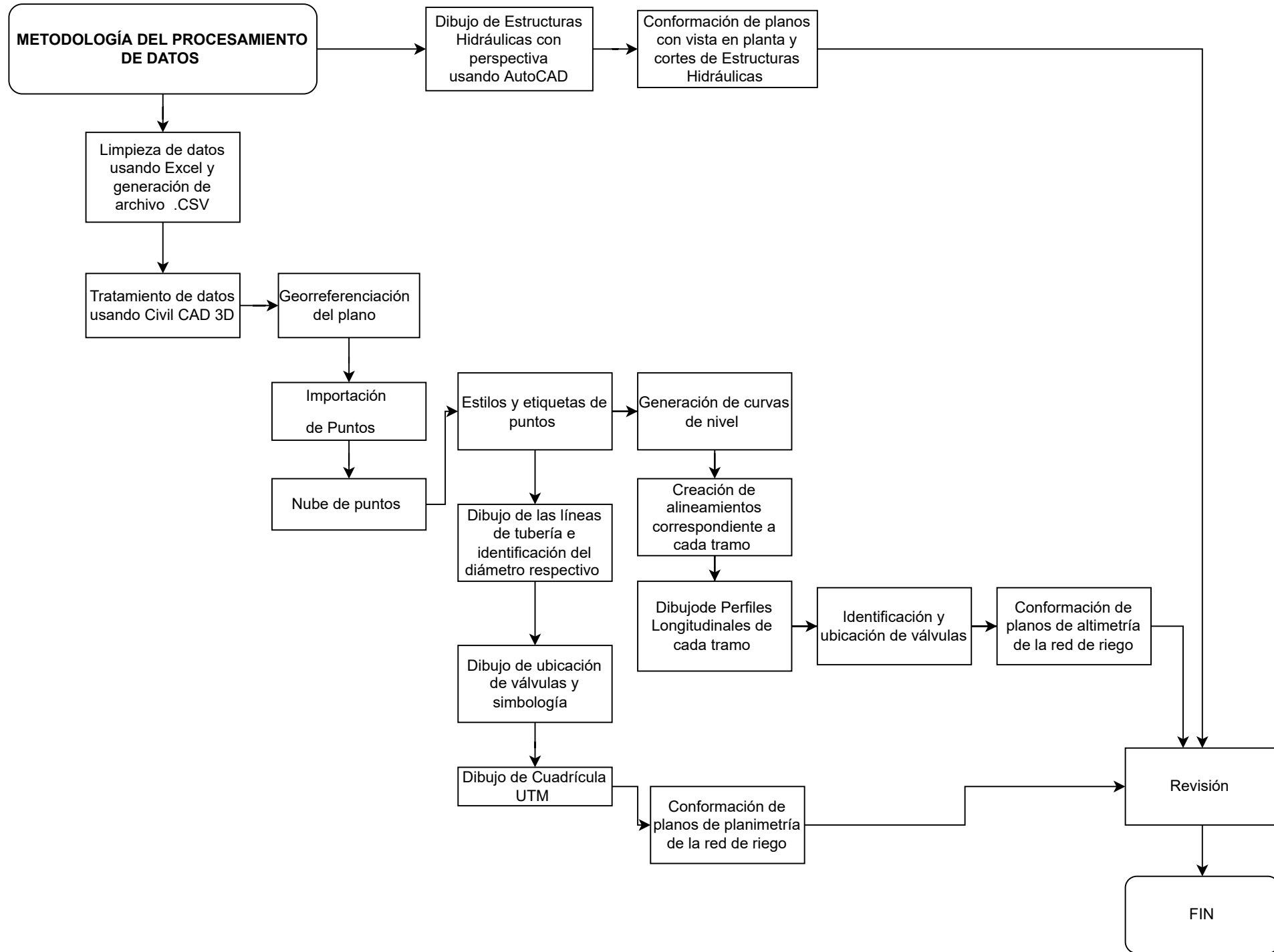
Lista de códigos usados para la identificación de los puntos ordenados en una lista con orden alfabético.

Tabla 8. Nomenclatura de datos
Elaborado por: Carlos Bermeo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CD:	Caja de distribución
C-RP:	Caja de tanque rompe presiones
CV:	Caja de válvula
ES:	Espejo de agua
FC:	Fondo de la caja
LT- 110:	Línea de tubería – 110
LT- 250:	Línea de tubería - 250
LT- 315:	Línea de tubería - 315
RV:	Reservorio
V#:	Válvula de compuerta y número correspondiente
VA:	Válvula de aire
VC:	Válvula de control

2.13 Procesamiento de datos usando el software AutoCAD Civil 3D

2.13.1 Diagrama de flujo con la metodología del procesamiento de datos



2.13.2 Limpieza de datos

Una vez que los datos han sido descargados al computador en el archivo de extensión .txt. Se procede con la limpieza para lo cual se ordenarán los datos en el programa Excel de acuerdo con el formato establecido sin encabezados o algún otro carácter que alteren su orden.

El orden dispuesto para las columnas a continuación descrito de izquierda a derecha:

Numero de punto, Coordenada en X, Coordenada en Y, Cota y Código

La limpieza de puntos se guarda con la extensión .CSV (delimitado por comas).

Tabla 9. Ejemplo de orden con un extracto de la tabla de puntos recopilados
Elaborado por: Carlos Bermeo

Punto	Coord Norte	Coord Este	Elevación	Descripción
1	767261.145	9816255.05	2777.919	RB
2	767261.81	9816255.49	2777.93	RB
3	767301.743	9816246.21	2777.905	RB
4	767301.36	9816246.83	2777.893	RB
5	767300.472	9816248.33	2777.163	ES A
6	767310.633	9816295.13	2777.119	ES A
7	767312.077	9816296.23	2777.904	RB
8	767312.678	9816296.64	2777.908	RB
9	767278.814	9816303.79	2777.888	RB

2.13.3 Georreferenciación del plano

El programa AutoCAD Civil 3D permite realizar la georreferenciación del plano, para lo cual modificaremos algunas configuraciones del dibujo y se procede a ingresar ciertos parámetros como lo son:

- Unidades de dibujo: metros
- Escala 1:1000
- Sistema angular: grados

Y por último en el apartado código de sistema de coordenadas ingresamos el código de la zona donde se ubica el proyecto en este caso UTM84-17S. Donde 17 es el huso del

Ecuador y S por hemisferio Sur. Ya ingresado el código automáticamente se llenarán los cuadros inferiores de descripción con la proyección UTM y el datum WGS 84.

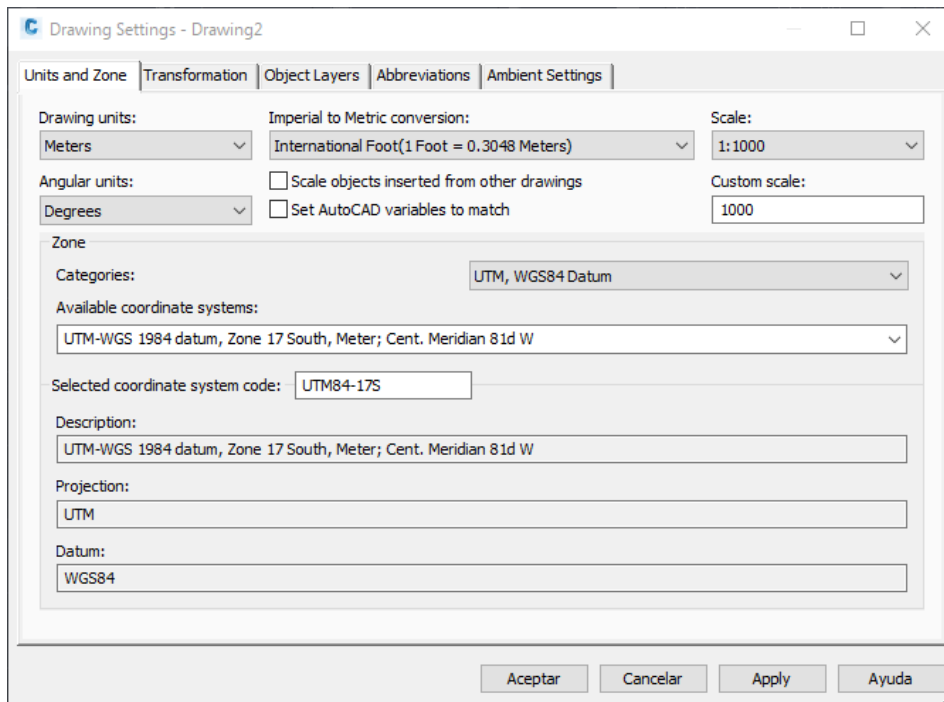


Figura 26. Georreferenciación del Plano.

Fuente: AutoCAD Civil 3D

2.14 Importación de Puntos

Para iniciar el proceso de importación de puntos se usa el formato .CSV, que contiene los puntos ordenados en el programa Excel.

En la ventana Importar puntos se añade el archivo y empieza la importación del archivo como un grupo de puntos.

Se selecciona el formato PNEZD (delimitado por comas) de la sección especificar el formato de archivo de puntos, ya que corresponde al orden de las columnas que fue dispuesto en la hoja de cálculo.

Tabla 10. Orden de archivo de puntos
Elaborado por: Carlos Bermeo

LETRA	SIGNIFICADO
P	Número de punto
N	Coordenada Norte
E	Coordenada Este
Z	Elevación del punto
D	Descripción del punto

Quedando la ventana como se muestra a continuación:

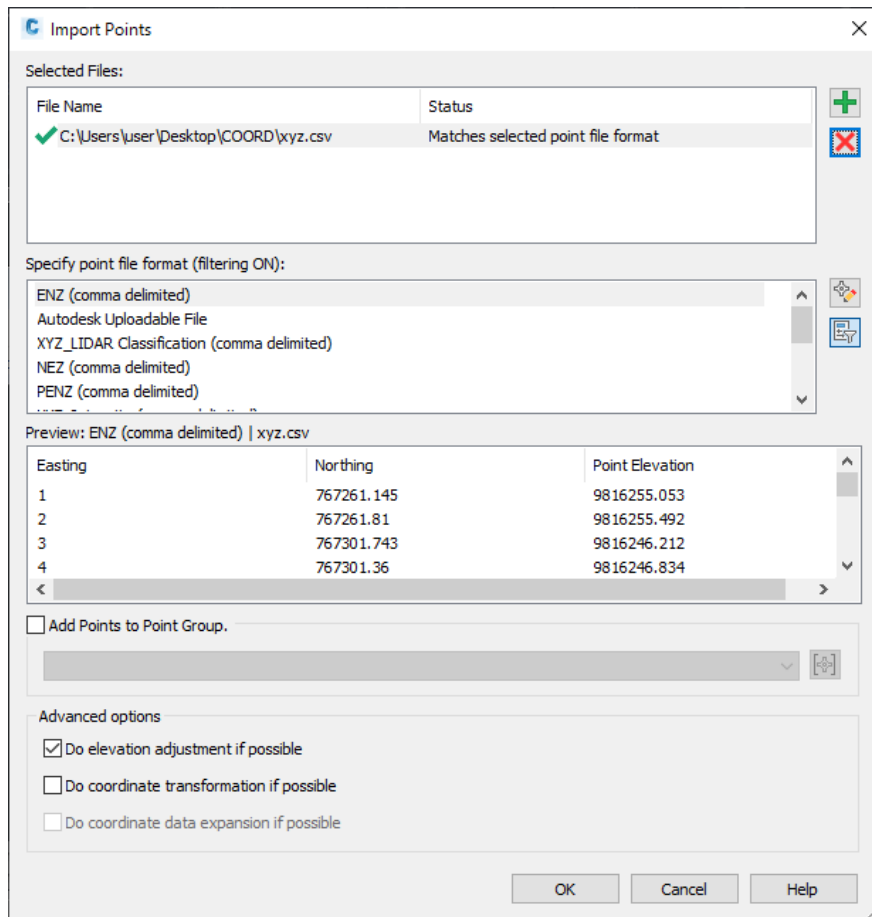


Figura 27. Importación de puntos.

Fuente: AutoCAD Civil 3D

2.14.1 Nube de puntos

Una vez importados los puntos, se procede con la visualización en el espacio de trabajo.

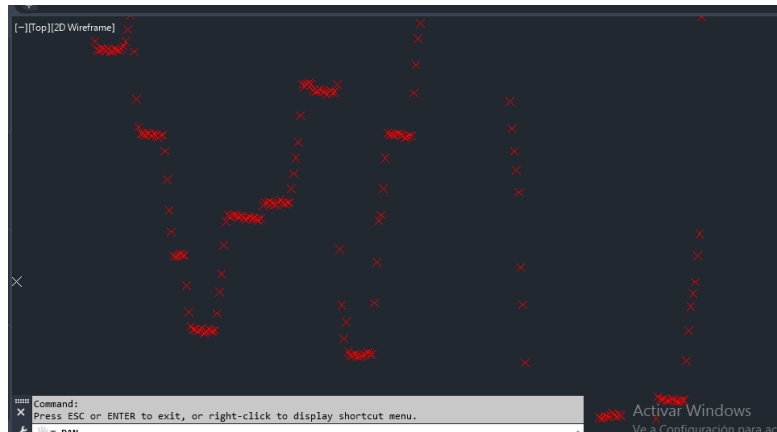


Figura 28. Nube de Puntos.

Fuente: AutoCAD Civil 3D

2.14.2 Estilo y Etiquetas de puntos

El grupo de puntos se muestra en un formato de visualización por defecto que trae las configuraciones del programa, por consiguiente como dichas configuraciones son editables se procede con el cambio de los estilos visuales de manera que la representación gráfica que se le da al punto sea fácilmente identificable.

El estilo de etiqueta hace referencia a los datos que acompañan al punto en este caso compuesto por las 3 componentes número de punto, elevación de punto y descripción de punto.

Para cambiar el formato visual ir a la opción Propiedades de grupo de puntos.

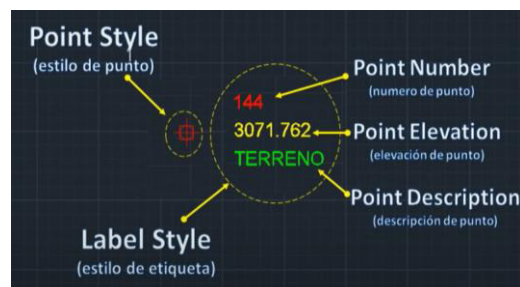


Figura 29. Estilo y Etiquetas de puntos.

Fuente: CrystianCivilTips

Conjunto completo de puntos obtenidos en el levantamiento topográfico, graficados en espacio de trabajo del programa con la geolocalización activada.

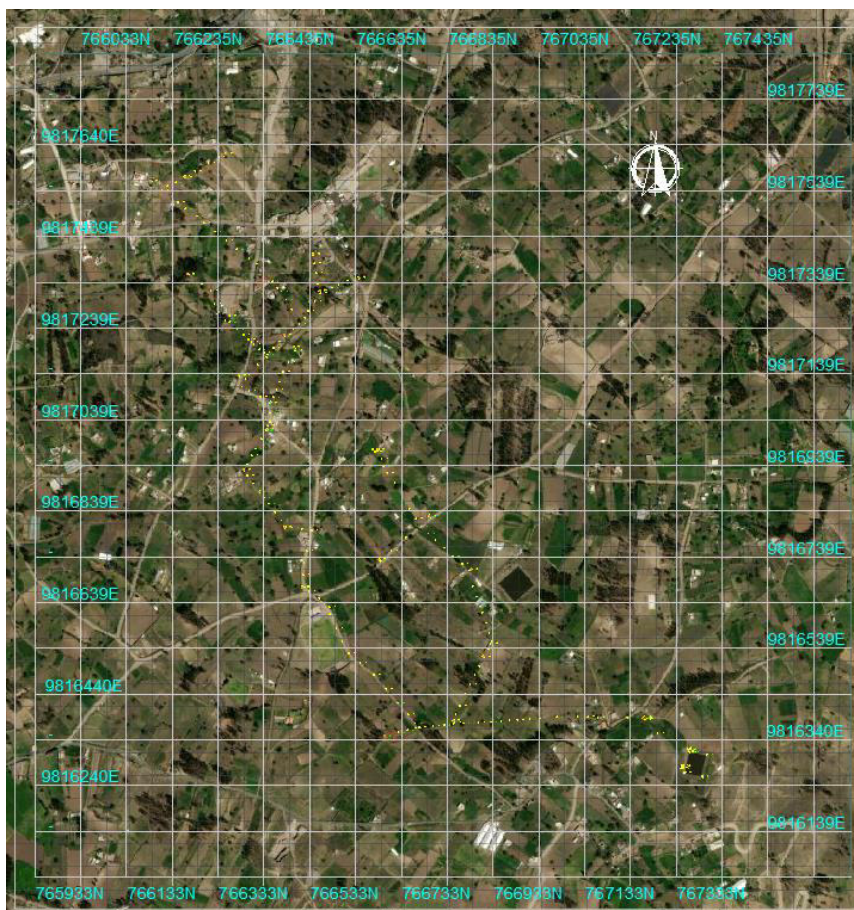


Figura 30. Total de puntos importados.

Elaborado por: Carlos Bermeo

Los diámetros que fueron obtenidos a través de calicatas ejecutadas con la colaboración de moradores de la comunidad, en puntos estratégicos del trazado de la red con el fin de identificar el diámetro nominal correspondiente a cada tramo de tubería y demás datos hidráulicos descritos a continuación en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados de calicatas
Elaborado por: Carlos Bermeo

Datos de Calicatas			
Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior (mm)	Espesor de Pared (mm)	Presión de trabajo (MPa)
315	299.6	7.7	0.63
110	104.6	2.7	0.63
250	237.6	6.2	0.63

Con los resultados obtenidos se dibujaron las líneas de tuberías con un color distinto a cada diámetro nominal de tubería, descrito a continuación:

----- Diámetro Interno 315 mm

----- Diámetro Interno 250 mm

----- Diámetro Interno 110 mm

2.15 Cuadrícula de coordenadas UTM

Una vez conformado todo el trazado y colocados los distintos símbolos para cada válvula se coloca la cuadrícula UTM con las coordenadas norte y coordenadas este cada 100 metro.

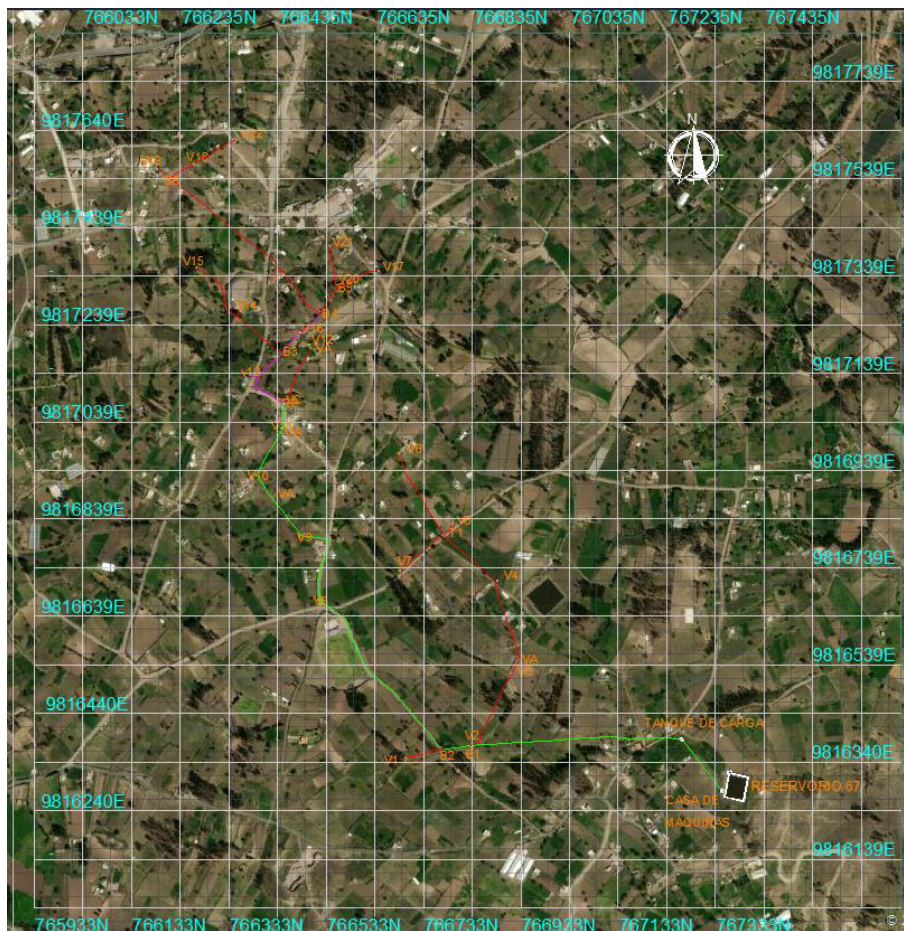


Figura 31. Configuración del trazado de la red de riego.

Elaborado por: Carlos Bermeo

2.15 Perfil Longitudinal

2.15.1 Curvas de nivel

Para la elaboración de planos de perfil longitudinal primero es necesario dibujar las curvas de nivel con los puntos recopilados durante el levantamiento topográfico de la red principal de riego y por esto primero borramos todos los puntos correspondientes a las válvulas ya que están muy cercanos y al mismo nivel y solo dejamos los correspondientes a las líneas de tuberías. Para que al crear las curvas de nivel no se presenten inconvenientes en tener curvas muy cercanas una de las otras.

Luego se crea la superficie y se caracteriza con los siguientes intervalos entre curvas, cada 2 metros para las curvas secundarias de color plomo y cada 10 metros para las curvas principales de color negro.

Y se suavizan las curvas para que estas no tengan apariencia rectilínea, ni formen vértices y se vean en general más curvilíneas.

Las curvas de nivel se encuentran representadas en el Anexo 2.

2.15.2 Alineamientos

Se crean los alineamientos correspondientes a cada tramo de red de riego para lo cual se identificó cada tramo en total 13 tramos, los cuales se encuentran separados entre bifurcaciones y estructuras hidráulicas relevantes como lo son: las válvulas de compuerta. Se configura la dirección de cada alineamiento en la dirección del flujo suministrado.

2.15.3 Conformación Perfil Longitudinal

A partir de los alineamientos se crean los respectivos perfiles longitudinales con la opción Crear perfil a partir de un alineamiento.

Se dibuja el perfil longitudinal con las opciones de visualización que el programa trae por defecto luego se procede con las configuraciones visuales del perfil, donde se modificarán datos como son el nombre del perfil correspondiente al tramo de la red de riego, su posición y tamaño, también se arregla la escala en la dirección X y la respectiva escala para la dirección Y modificando la exageración vertical para que sea proporcional a la gran extensión de los trazados en la dirección del eje X.

Luego configuramos los espaciamientos, empezando por los márgenes y siguiendo con los datos de cada eje.

En este caso el eje Y contendrá las cotas de altura y para el eje de las ordenadas se colocarán diferentes datos contenidos en bandas con la siguiente información: datos hidráulicos, la cota de terreno, la cota de la tubería, la altura del corte y la altura de relleno además del dato de las abscisas. Como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 12. Bandas de Perfil longitudinal
Elaborado por: Carlos Bermeo

Categoría	Descripción
Datos hidráulicos	Material de tubería, Diámetro Nominal(mm) , Longitud (m)
Cota Terreno (m)	Altura en el eje Z en msnm
Cota Proyecto (m)	Cota terreno - 1.5 m
Altura Corte (m)	Cota terreno - Cota proyecto
Altura Relleno (m)	Cota terreno - Cota proyecto
Abscisas (m)	Distancia en el eje X del alineamiento

El resultado de las calicatas aplicadas además de dar a conocer los diámetros de las tuberías también sirvió para determinar la profundidad a la que se encuentra las tuberías, se observó que la altura promedio es de 1,50 metros. Dicha altura se usó en la determinación de la cota de proyecto, altura de corte y la altura de relleno.

Finalmente se colocaron los símbolos de las estructuras hidráulicas en su respectiva ubicación en el trazado de la tubería en el perfil longitudinal. A continuación se describen los símbolos colocados en la siguiente imagen.






SIMBOLOGÍA	
	V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
	VA VÁLVULA DE AIRE
	VC VÁLVULA DE CONTROL
	TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
	TC TANQUE DE CARGA
∅D	DÍAMETRO DE VÁLVULA
B1	BIFURCACIÓN
T1	TRIFURCACIÓN

Figura 32. Simbología
Elaborado por: Carlos Bermeo

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Resultados

Una vez llevado a cabo el levantamiento de la red principal de riego Porlón - El Socorro - Reservorio 67, empleando receptores GNSS en modo RTK, se recopiló las coordenadas a lo largo del recorrido conformado por el trazado de la red principal de riego, iniciando el recorrido desde la obra de cabecera del sistema, el tanque de carga de donde se realiza la repartición del caudal hasta distintas zonas, mediante una red ramificada con 22 nudos de salida en donde se ubican las válvulas de compuerta.

3.1.1 Tabla de datos

Como resultado de las mediciones se registró un total de 495 puntos. Cada punto registrado está conformado por la posición en el sistema UTM con la componente X (Norte) en metros, la componente Y (Este) en metros y la altura en metros sobre el nivel del mar. El trazado está conformado por un total de 4050 metros de longitud de tubería.

Con las coordenadas registradas se elaboró una tabla de datos mostrada en el Anexo 1. Donde en su primera sección constan los puntos pertenecientes al reservorio 67, la casa de máquinas y el tanque de carga donde se ordenó las coordenadas por filas iniciando con las coordenadas Norte (X), Este (Y), las alturas y como última fila el código del punto descritos en la Tabla 13.

Tabla 13. Códigos de tabla de datos
Elaborado por: Carlos Bermeo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CD:	Caja de distribución
C-RP:	Caja de tanque rompe presiones
CV:	Caja de válvula
ES:	Espejo de agua
FC:	Fondo de la caja
RV:	Reservorio

A continuación en la Tabla 14, se muestra un extracto con el formato con el cual se ordenó la primera sección de la tabla de datos.

Tabla 14. Extracto de la primera sección
Elaborado por: Carlos Bermeo

Reservorio			
x	y	Cota	Código
767261.145	9816255.053	2777.919	RB
767261.81	9816255.492	2777.93	RB

En la segunda sección de la tabla de datos constan los puntos pertenecientes al trazado de la red de riego ordenados por tramos separados por puntos relevantes de la red de principal de riego y estructuras hidráulicas. También consta el diámetro nominal de tubería del tramo tabulado. Los diámetros son resultado de la ejecución de calicatas en puntos estratégicos efectuados con la colaboración de moradores de la comunidad y los resultados se muestra en la Tabla 11.

Para la segunda sección de la tabla de datos se ordenó por filas, iniciando con las coordenadas Norte (X), Este (Y), las alturas llamadas cota de terreno y luego las cotas de proyecto resultado de restar la altura de corte encontrada mediante las calicatas, valor promedio de 1.50 metros y como último dato esta la fila de descripción donde se nombran los puntos relevantes y las estructuras hidráulicas. La tabla se encuentra en el Anexo 1.

A continuación en la Tabla 15, se muestra un extracto con el formato con el cual se ordenó la segunda sección de la tabla de datos.

Tabla 15. Extracto de la segunda sección
Elaborado por: Carlos Bermeo

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 11	Bifurcación 2	válvula de compuerta 8	315mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766683.268	9816355.224	2748.127	2746.627	Bifurcación 2

En la segunda sección de la tabla de datos también se encuentran registrada la ubicación de los 22 nudos de salida de la red de riego donde se encuentran las válvulas de compuerta a continuación tabuladas y ordenados en la Tabla 16.

También se registró la ubicación de las válvulas de aire de la red de riego mostradas en la Tabla 17.

La ubicación de las válvulas de control de la red de riego se muestra en la Tabla 18.

Y la ubicación del tanque rompe presión, se encuentran en la Tabla 19.

Con la ayuda de calicatas se identificó la ubicación de puntos relevantes del trazado de la red de riego como son bifurcaciones y trifurcaciones de la red. Las coordenadas registradas se muestran en la Tabla 20.

Tabla 16.Coordenadas de las válvulas de compuerta
Elaborado por: Carlos Bermeo

Coordenadas de Válvulas de Compuerta				
Norte	Este	Cota terreno	Cota Proyecto	Descripción
766607.88	9816337.92	2748.08	2746.58	válvula de compuerta 1
766757.118	9816370.34	2747.507	2746.007	válvula de compuerta 2
766823.343	9816509.16	2749.894	2748.394	válvula de compuerta 3
766795.166	9816699.73	2744.393	2742.893	válvula de compuerta 4
766704.631	9816816.37	2742.024	2740.524	válvula de compuerta 5
766592.656	9816961.91	2741.016	2739.516	válvula de compuerta 6
766595.811	9816720.68	2740.119	2738.619	válvula de compuerta 7
766427.794	9816660.2	2736.722	2735.222	válvula de compuerta 8
766389.402	9816791.47	2735.834	2734.334	válvula de compuerta 9
766299.88	9816916.71	2735.531	2734.031	válvula de compuerta 10
766352.089	9817014.36	2735.867	2734.367	válvula de compuerta 11
766409.211	9817185.75	2732.314	2731.014	válvula de compuerta 12
766288.063	9817122.84	2727.83	2726.33	válvula de compuerta 13
766267.799	9817253.62	2718.94	2717.44	válvula de compuerta 14
766178.357	9817344.64	2712.266	2710.766	válvula de compuerta 15
766389.041	9817211.72	2727.937	2726.437	válvula de compuerta 16
766550.884	9817337.3	2716.815	2715.315	válvula de compuerta 17
766171.456	9817558.28	2709.82	2708.32	válvula de compuerta 18
766096.558	9817548.75	2716.35	2714.85	válvula de compuerta 19
766465.187	9817308.63	2722.937	2721.437	válvula de compuerta 20
766451.374	9817387.93	2714.277	2712.977	válvula de compuerta 21
766259.769	9817608.25	2705.881	2704.381	válvula de compuerta 22

Tabla 17. Coordenadas de válvulas de aire
Elaborado por: Carlos Bermeo

Coordenadas de Válvulas de Aire				
Norte	Este	Cota terreno	Cota Proyecto	Descripción
766840.016	9816537.831	2750.071	2748.571	válvula de aire -1
766333.803	9816869.78	2735.595	2734.095	Válvula de aire- 2
766350.46	9817005.773	2736.081	2734.581	válvula de aire -3
766412.056	9817179.892	2732.727	2731.127	válvula de aire -4

Tabla 18. Coordenadas de Válvulas de Control
Elaborado por: Carlos Bermeo

Coordenadas de Válvulas de Control				
Norte	Este	Cota terreno	Cota Proyecto	Descripción
766738.012	9816361.917	2747.103	2745.603	válvula de control 1
766359.398	9817066.082	2735.057	2733.557	válvula de control 2

Tabla 19. Coordenadas del Tanque Rompe Presión
Elaborado por: Carlos Bermeo

Coordenadas del Tanque Rompe Presión			
Norte	Este	Cota terreno	Cota Proyecto
766357.847	9817064.243	2735.029	2733.529

Tabla 20. Coordenadas de Puntos Relevantes
Elaborado por: Carlos Bermeo

Coordenadas de Puntos Relevantes				
Norte	Este	Cota terreno	Cota Proyecto	Descripción
766737.468	9816359.36	2748.739	2747.239	Bifurcación 1
766683.268	9816355.22	2748.127	2746.627	Bifurcación 2
766352.351	9817169.81	2728.626	2727.126	Bifurcación 3
766433.075	9817249.88	2727.642	2726.142	Bifurcación 4
766467.304	9817303.64	2723.919	2722.419	Bifurcación 5
766121.795	9817528.01	2709.891	2708.391	Bifurcación 6
766686.546	9816794.42	2741.727	2740.227	trifurcación 1

3.1.2 Planos de planta

Con los datos de coordenadas Norte y Este que se encuentran en la segunda sección de la tabla de datos se llevó a cabo el respectivo procesamiento descrito en la metodología empleando el software AutoCAD Civil 3D para generar los planos con características planimétricas de la red principal de riego.

Del total del trazado de tubería se encontró que 1525 metros corresponden a la tubería de diámetro nominal de 315mm, 2225 metros corresponde el diámetro nominal de 110 mm y 300 metros para el diámetro nominal 250m.

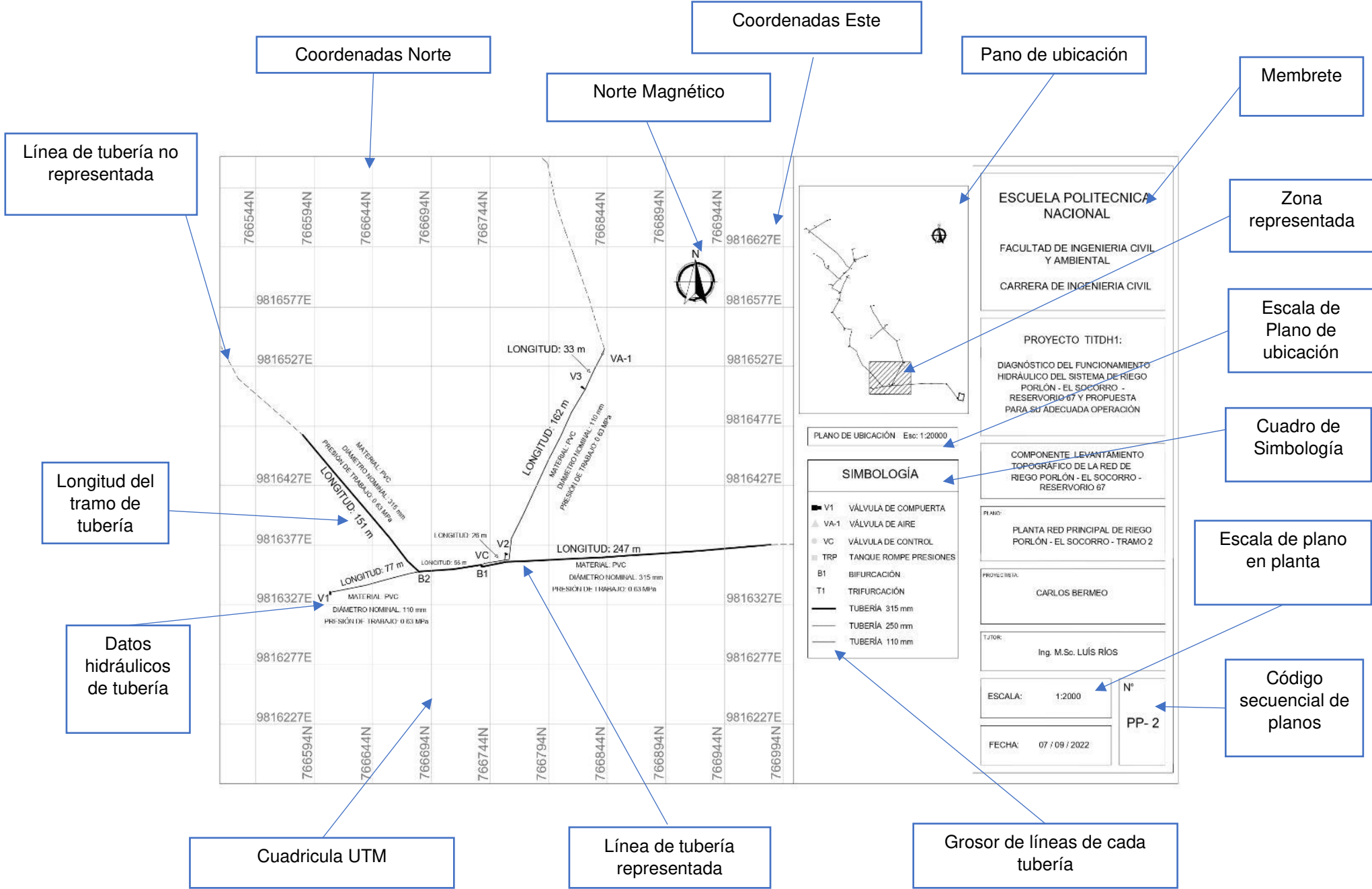
Los planos de planta se muestran en el Anexo 2. El Anexo lleva el nombre del Planos de planta de la red principal de riego Porlón – El Socorro – Reservorio 67. En el anexo

se muestran 6 planos que representan distintas zonas de la red de riego con el siguiente orden:

- **PP-1:** Plano de planta – tramo 1 (Zona del Reservorio y tanque de carga)
- **PP-2:** Plano de planta – tramo 2 (Zona de Válvulas de Compuerta 1, 2, 3)
- **PP-3:** Plano de planta – tramo 3 (Zona de Válvulas de Compuerta 4, 5, 6, 7)
- **PP-4:** Plano de planta – tramo 4 (Zona de Válvulas de Compuerta 8, 9, 10)
- **PP-5:** Plano de planta – tramo 5 (Zona de Válvulas de Compuerta 11-17, tanque rompe presión y Válvulas de Compuerta 20 y 21)
- **PP-6:** Plano de planta – tramo 6 (Zona de Válvulas de Compuerta 19, 18, 22)

A continuación se muestra una descripción general del contenido de los planos de planta:

3.1.3 Contenido del plano de planta



Coordenadas Norte

Coordenadas Este

Norte Magnético

Pano de ubicación

Membrete

Línea de tubería no representada

Zona representada

Escala de Plano de ubicación

Longitud del tramo de tubería

Cuadro de Simbología

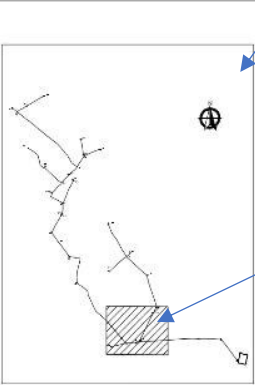
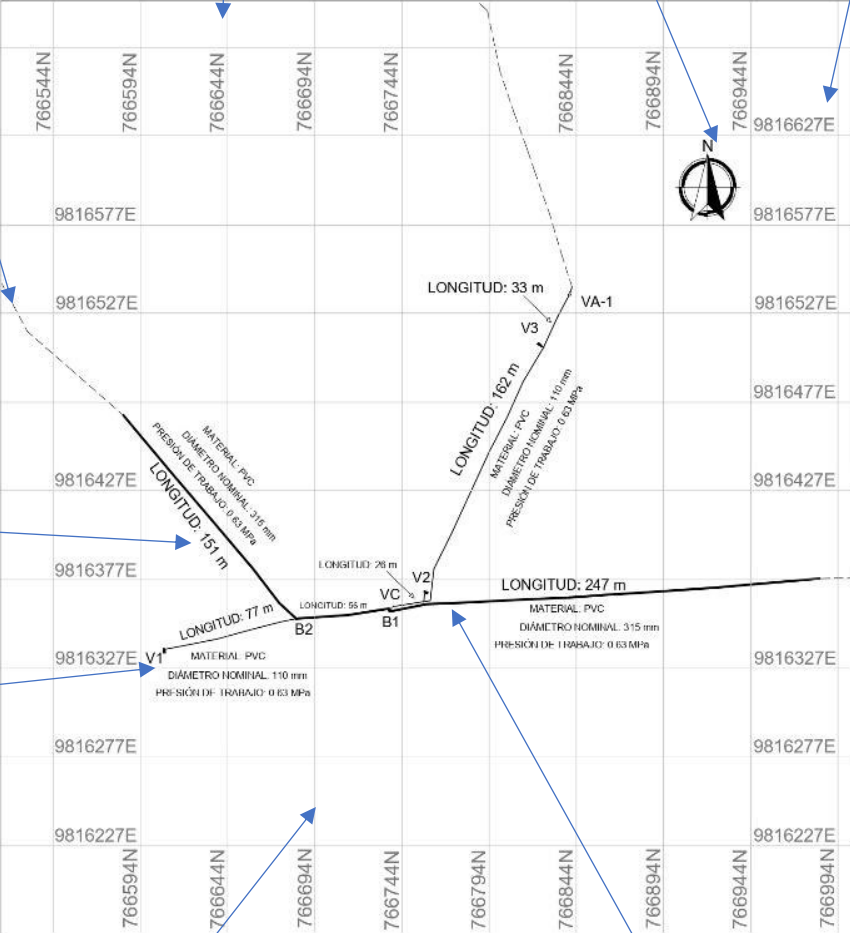
Datos hidráulicos de tubería

Escala de plano en planta

Cuadrícula UTM

Línea de tubería representada

Grosor de líneas de cada tubería



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA	
■ V1	VÁLVULA DE COMPUERTA
▲ VA-1	VÁLVULA DE AIRE
● VC	VÁLVULA DE CONTROL
■ TRP	TANQUE ROMPE PRESIONES
■ B1	BIFURCACIÓN
■ T1	TRIFURCACIÓN
—	TUBERÍA 315 mm
—	TUBERÍA 250 mm
—	TUBERÍA 110 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:
 DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVOIRIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVOIRIO 67

PLANO:
 PLANTA RED PRINCIPAL DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - TRAMO 2

PROYECTISTA:
 CARLOS BERMEO

TUTOR:
 Ing. M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: 1:2000

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
 PP- 2

3.1.4 Perfil Longitudinal

Para la elaboración de los perfiles longitudinales fue necesario inicialmente generar las curvas de nivel con los puntos recopilados durante el levantamiento topográfico. El plano con las curvas de nivel se muestra en el Anexo 3.

Con los datos de alturas de cada punto recopilado del trazado de la red de riego y luego de efectuar el respectivo procesamiento empleado las curvas de nivel, descrito en la metodología empleando el software AutoCAD Civil 3D se generó los planos con características alimétricas de la red de riego mostrados en el Anexo 4 con el nombre de Planos del perfil longitudinal por tramos de la red principal de riego Porlón – El Socorro – Reservorio 67. Aquí se muestran un total de 14 planos que representan distintos tramos de la red de riego con el siguiente orden:

- **PL-1** Perfil longitudinal: tramo 1. Tanque de carga - bifurcación 1
- **PL-2** Perfil longitudinal: tramo 2. Bifurcación 1 - válvula de compuerta 1
- **PL-3** Perfil longitudinal: tramo 3. Bifurcación 1 - válvula de compuerta 4
- **PL-4** Perfil longitudinal: tramo 4. Válvula de compuerta 4 - válvula de compuerta 6
- **PL-5** Perfil longitudinal: tramo 5. Válvula de compuerta 5 - válvula de compuerta 7
- **PL-6** Perfil longitudinal: tramo 6. Bifurcación 2 - válvula de compuerta 8
- **PL-7** Perfil longitudinal: tramo 7. Válvula de compuerta 8 - válvula de compuerta 10
- **PL-8** Perfil longitudinal: tramo 8. Válvula de compuerta 10 - válvula de compuerta 12
- **PL-9** Perfil longitudinal: tramo 9. Tanque rompe presión - válvula de compuerta 16
- **PL-10** Perfil longitudinal: tramo 10. Válvula de compuerta 16 - válvula de compuerta 17
- **PL-11** Perfil longitudinal: tramo 11. Bifurcación 3 - válvula de compuerta 15
- **PL-12** Perfil longitudinal: tramo 12. Bifurcación 5 - válvula de compuerta 21
- **PL-13** Perfil longitudinal: tramo 13. Bifurcación 4 - bifurcación 6

- **PL-14** Perfil longitudinal: tramo 14. Válvula de compuerta 19 - válvula de compuerta 22

A continuación se muestra una descripción general del contenido de los planos de perfil longitudinal:

3.1.5 Contenido del plano de perfil longitudinal

Título del tramo representado

Cuadro informativo con datos de válvulas

Perfil Longitudinal

Membrete

Cotas de elevación

Banda con Datos hidráulicos

Banda con Cotas de terreno

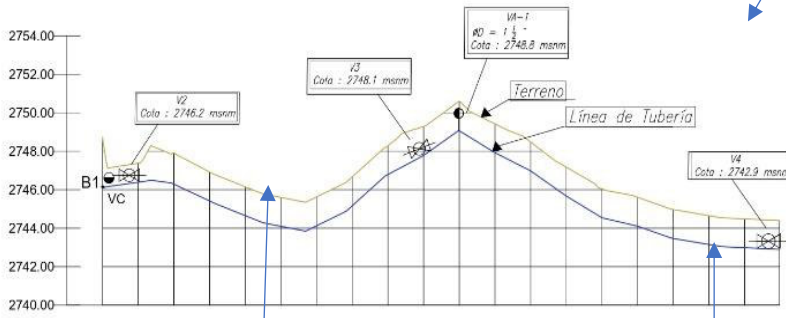
Banda con Cotas de proyecto

Banda con Altura de

Banda con Altura de relleno

Banda con abscisado

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 3. BIFURCACIÓN 1 - VÁLVULA DE COMPUERTA 4

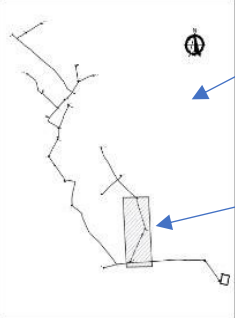


DATOS HIDRÁULICOS					
MATERIAL:	PVC	DIÁMETRO NOMINAL:	110 mm	PRESIÓN DE TRABAJO:	0.63 MPa
		LONGITUD TOTAL:	380 m		
COTA TERRENO (m)	2748.72	2747.36	2747.01	2746.92	2746.15
COTA PROYECTO (m)	2747.24	2746.30	2746.20	2745.62	2744.65
ALTURA CORTE (m)	-1.50	-0.99	-1.62	-1.50	-1.50
ALTURA RELLENO (m)	-1.50	-0.99	-1.62	-1.50	-1.50
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00
	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00
	2+00.00	2+20.00	2+40.00	2+60.00	2+80.00
	3+00.00	3+20.00			

Superficie de terreno

Trazado de tubería

Cuadro de Simbología



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

- SIMBOLOGÍA**
- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
 - VA VÁLVULA DE AIRE
 - VC VÁLVULA DE CONTROL
 - TR1 TANQUE ROMPE PRESIÓN
 - TC TANQUE DE CARGA
 - ØD DIÁMETRO DE VÁLVULA
 - B1 BIFURCACIÓN
 - T1 TRIFURCACIÓN

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:
 DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO
 RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO RESERVORIO 67

PLANO: PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 3. BIFURCACIÓN 1 - VÁLVULA DE COMPUERTA 4

PROYECTISTA: CARLOS BERMEO

TUTOR: Ing. M.Sc. LUIS RÍOS

ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

Pano de ubicación

Trazado representado

Escala de Plano de ubicación

Escala Horizontal y Vertical del perfil longitudinal

Código secuencial de planos

N°
PL - 3

3.1.6 Estructuras Hidráulicas Relevantes

Usando instrumentos topográficos tradicionales se levantó las dimensiones de las estructuras hidráulicas relevantes: cámara del tanque de carga, cámara típica de válvulas de compuerta, cámara típica de válvulas de aire, cámara del tanque rompe presión.

Las estructuras fueron representadas usando el software AutoCAD. Los planos generados están compuestos por una vista isométrica de la estructura hidráulica, vista en planta y cortes con vista frontal y vista lateral. Además de una descripción de los componentes de cada estructura y la escala respectiva de cada vista.

Los planos de las estructuras hidráulicas relevantes se muestran en el Anexo 5 que contiene 4 planos a escala con el siguiente orden:

- **EH-1** Cámara del tanque de carga
- **EH-2** Cámara típica de válvulas de compuerta
- **EH-3** Cámara típica de válvulas de aire
- **EH-4** Cámara del tanque rompe presión

A continuación se muestra una descripción general del contenido de los planos de estructuras hidráulicas relevantes:

3.1.7 Contenido del plano de estructuras hidráulicas

Nombre de Estructura Hidráulica representada

Vista Isométrica

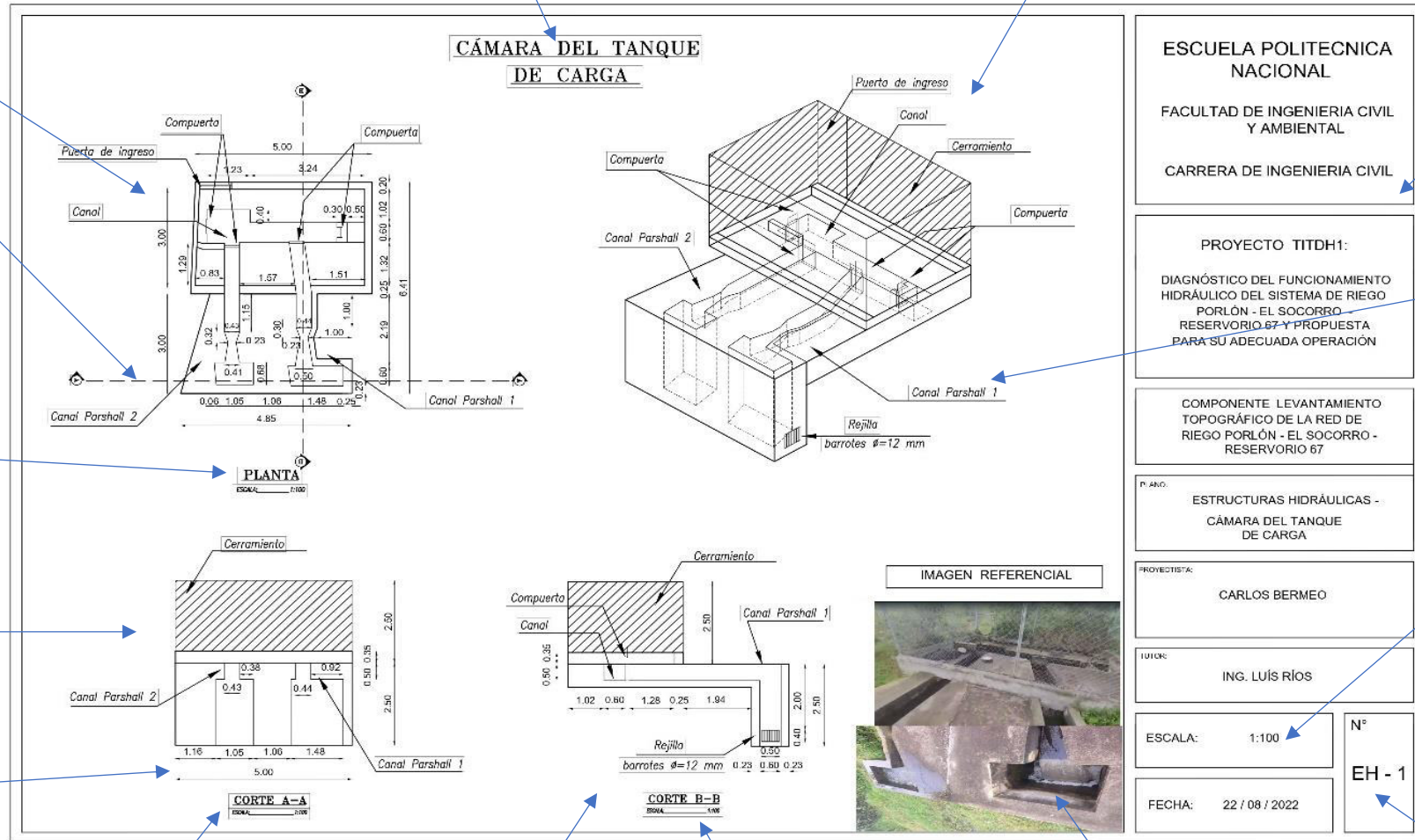
Vista en Planta

Línea de Cortes

Escala de Vista en Planta

Vista Frontal

Acotación



Membrete

Descripción de elementos

Escala de plano

Escala de Vista frontal

Vista Lateral

Escala de Vista lateral

Imagen referencial de estructura hidráulica

Código secuencial de planos

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:
 DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

TÍTULO:
 ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS - CÁMARA DEL TANQUE DE CARGA

PROYECTISTA:
 CARLOS BERMEO

TUTOR:
 ING. LUÍS RÍOS

ESCALA:
 1:100

FECHA:
 22 / 08 / 2022

Nº
 EH - 1

3.2 Conclusiones

- Empleando receptores GNSS en modo RTK se identificó el trazado de la red principal de riego con características geométricas de los conductos, longitudes, cotas y la ubicación de puntos relevantes como son las bifurcaciones de la red y la ubicación de los 22 nudos de salida donde se encuentran las válvulas de compuerta y la ubicación del resto de estructuras hidráulicas relevantes, toda la información fue registrada en la tabla de datos mostrada en el Anexo 1.
- A través del procesamiento de datos levantados en campo, empleado el software AutoCAD Civil 3D se generó planos con características planimétricas de la red de riego, identificando el trazado de las líneas de tubería su longitud, diámetro nominal material y presión de trabajo. Se señala la ubicación de las 22 válvulas de compuerta y la ubicación del resto de estructuras hidráulicas relevantes. La topología generada se muestra en el Anexo 2.
- Con los datos del levantamiento y la generación de curvas de nivel se conformó planos con características altimétricas de la red de riego donde se muestra el perfil longitudinal de la red de riego por tramos, datos hidráulicos, cotas de proyecto y terreno, alturas de corte y relleno y el respectivo abscisado de cada tramo, también se señala la ubicación y cotas de las estructuras hidráulicas principales. La topología generada se muestra en el Anexo 4.
- Con información levantada empleando instrumentos de topografía tradicionales y posterior procesamiento en el software de dibujo se generó planos a escala con la geometría de las principales estructuras hidráulicas de la red de riego. La topología generada se muestra en el Anexo 5.
- En cuanto a precisión de resultados las mediciones efectuadas con el receptor SinoGNSS T300, son de precisión centimétrica de aproximadamente 2 cm +/- 2 ppm en medición horizontal y 5 cm +/- 2 ppm en medición vertical por lo que la fiabilidad de los resultados es muy confiable.
- Se concluye que el decidirse por la estrategia de efectuar mediciones del trazado de la red de riego Porlón - El Socorro - Reservorio 67 usando receptores GNSS en modo RTK fue el método más rentable en cuanto a ahorro de tiempo y recursos acorde a las características peculiares del trazado de la red: la ubicación geográfica, tipo de topografía, vegetación y clima.
- El desarrollo de nuevas tecnologías brinda facilidades y confort a los usuarios en el desarrollo de proyectos topográficos, no siempre los equipos podrán suplir todos los requerimientos, por lo que es necesario la combinación de las

diferentes tecnologías en un mismo proyecto y los diferentes modos de medición que poseen cada una como es el caso de receptores GNSS en modo RTK, el modo estático, el traslado de puntos, etc.

3.3 Recomendaciones

- Incorporar las dos baterías con el 100% de la energía en ambos receptores GNSS ya que la recopilación de coordenadas de todo el trazado de la red de riego al ser tramos muy extensos de aproximadamente un total de 4 kilómetros conlleva varias horas de trabajo por lo cual demanda gran cantidad de energía.
- Registrar adecuadamente y ser muy específico con los códigos utilizados para describir los puntos que requieren especial atención y también tomar anotaciones en una libreta de los puntos donde se ubican las válvulas, bifurcaciones, trifurcaciones de la red, y demás puntos relevantes.
- Al realizar las curvas de nivel se recomienda borrar los puntos de las válvulas ya que estos puntos están muy cercanos y las curvas no se forman correctamente en estos puntos y también estos están relativamente en la misma altura entre sí por lo que no habrá problema en no tomarlos en cuenta.
- En el momento de tomar las coordenadas con los receptores GNSS tener especial cuidado al momento en que el receptor móvil emita alertas sonoras ya que esto significa que la medición fue errónea debido a interferencias de diversas causas, ya sean estas por el choque de las ondas de señal con árboles o cables de luz.
- Antes de llevar a cabo levantamientos topográficos empleando receptores GNSS tomar registro del clima y escoger temporadas de verano y horas de la mañana ya que no se presentarán inconvenientes en las conexiones con los satélites debido a obstrucciones de señal por la interferencia de nubes.
- Ubicar el receptor base en la zona más alta y visibilidad franca de la zona de estudio evitando objetos que obstruyan la visibilidad y que puedan causar algún tipo de interferencia ya sea con los satélites o con el receptor móvil.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berné, J., Garrido, N. & Capilla, R. (2019) GNSS: GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU, Fundamentos y métodos de posicionamiento. Editorial Universitat Politècnica de València
- Brandetti, A., & Kemmerer, S. (2011). POSICIONAMIENTO GPS EN TIEMPO REAL UTILIZANDO NTRIP. Características generales y análisis de precisiones. <http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HASHAc4d.dir/doc.pdf>
- Casanova. L. (2002). TOPOGRAFÍA PLANA. Taller de Publicaciones de Ingeniería, ULA.
- Farjas, M. (2006). LA TOPOGRAFÍA Y SUS MÉTODOS, Principios de Investigación. http://ocw.upm.es/pluginfile.php/398/mod_label/intro/Teoria_GPS_Tema_12.pdf
- García Álvarez, D. (2008). Sistema GNSS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM). <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20080125DavidGarcia.pdf>
- González, P. (2015). LEVANTAMIENTO MEDIANTE GPS. <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4651/pfc5890.pdf?sequence=1>
- Ilbáñez, S., Gisbert, J. & Moreno, H. (s.f.). EL SISTEMA DE COORDENADAS UTM. (pag: 2-5)
- Jiménez, W., & Prado, J. (2018). Análisis técnico comparativo entre los métodos topográficos tradicionales y el método de aerofotogrametría con vehículo aéreo no tripulado. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19161/1/CD-8542.pdf>
- Mantilla, F. (2012). Aplicación de nuevas tecnologías en topografía. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/5170/1/CD-4545.pdf>
- Martínez, M. (2005) Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System. <https://silo.tips/download/navigation-signal-timing-and-ranging-global-positioning-system>
- McCormac, J. (2008). TOPOGRAFÍA (1ra Edición). <https://www.libreriaingeniero.com/2021/04/topografia-jack-c-mccormac-1ra-edicion.html>
- Langley, R., (1998). RTK GPS (Pag 2). INNOVATION. <http://www2.unb.ca/gge/Resources/gpsworld.september98.pdf>
- Pachas, R. (2009) El levantamiento topográfico: uso del GPS y estación Total. <http://revencyt.ula.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/academia/v8n16/articulo3.pdf>

- Peñafiel, J., & Zayas, J. (2001). Fundamentos del sistema GPS y Aplicaciones en la topografía. <http://www.rutasnavarra.com/gps/teoria/gpsavanzado.pdf>
- Reyes, M., & Hernández, A. (2003). Tratamiento de errores en levantamientos topográficos. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/380/702825001383/702825001383_1.pdf
- Rincón Villalba, M., Vargas, W. & Gonzáles, C. (2017) TOPOGRAFÍA: CONCEPTOS Y APLICACIONES. ECOE Ediciones. <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2018/02/Topograf%C3%ADa-Conceptos-y-aplicaciones-ebook.pdf>
- SinoGNSS. (2017). T300 GNSS Receiver User Guide. http://cetest01.ufile.ucloud.com.cn/fsite_1802020370/T300_GNSS_Receiver_User_Guide_V1.051561340918843.pdf
- SinoGNSS. (2018). SinoGNSS T300 GNSS Receiver. <https://www.comnavtech.com/T300.html>
- SinoGNSS. (2019). T300 GNSS Surveying System. <https://www.comnavtech.com/T300.html>
- Torres, A., & Villate, E. (2000). TOPOGRAFÍA (4ta Edición). Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. https://www.academia.edu/39249795/Topografia_Alvaro_Torres_Nieto_4ta_Edicion
- Yáñez, A. (2000). El modelo gravimétrico mundial EGM96 en la determinación de cotas ortométricas y su relación con las cotas geométricas de los pilares de nivelación de la Red Geodésica Nacional. IGM. (Pag10-15) <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/24383>

5 ANEXOS

5.1 ANEXO 1. Tabla de datos

5.2 ANEXO 2. Planos de planta de la red principal de riego Porlón – El Socorro – Reservoirio 67

- **PP-1:** Plano de planta – tramo 1 (Zona del Reservoirio y tanque de carga)
- **PP-2:** Plano de planta – tramo 2 (Zona de Válvulas de Compuerta 1, 2, 3)
- **PP-3:** Plano de planta – tramo 3 (Zona de Válvulas de Compuerta 4, 5, 6, 7)
- **PP-4:** Plano de planta – tramo 4 (Zona de Válvulas de Compuerta 8, 9, 10)
- **PP-5:** Plano de planta – tramo 5 (Zona de Válvulas de Compuerta 11-17, tanque rompe presión y Válvulas de Compuerta 20 y 21)
- **PP-6:** Plano de planta – tramo 6 (Zona de Válvulas de Compuerta 19, 18, 22)

5.3 ANEXO 3. Plano de Curvas de Nivel

5.4 ANEXO 4. Planos del perfil longitudinal por tramos de la red principal de riego Porlón – El Socorro – Reservoirio 67

- **PL-1** Perfil longitudinal: tramo 1. Tanque de carga - bifurcación 1
- **PL-2** Perfil longitudinal: tramo 2. Bifurcación 1 - válvula de compuerta 1
- **PL-3** Perfil longitudinal: tramo 3. Bifurcación 1 - válvula de compuerta 4
- **PL-4** Perfil longitudinal: tramo 4. Válvula de compuerta 4 - válvula de compuerta 6
- **PL-5** Perfil longitudinal: tramo 5. Válvula de compuerta 5 - válvula de compuerta 7
- **PL-6** Perfil longitudinal: tramo 6. Bifurcación 2 - válvula de compuerta 8
- **PL-7** Perfil longitudinal: tramo 7. Válvula de compuerta 8 - válvula de compuerta 10
- **PL-8** Perfil longitudinal: tramo 8. Válvula de compuerta 10 - válvula de compuerta 12
- **PL-9** Perfil longitudinal: tramo 9. Tanque rompe presión - válvula de compuerta 16

- **PL-10** Perfil longitudinal: tramo 10. Válvula de compuerta 16 - válvula de compuerta 17
- **PL-11** Perfil longitudinal: tramo 11. Bifurcación 3 - válvula de compuerta 15
- **PL-12** Perfil longitudinal: tramo 12. Bifurcación 5 - válvula de compuerta 21
- **PL-13** Perfil longitudinal: tramo 13. Bifurcación 4 - bifurcación 6
- **PL-14** Perfil longitudinal: tramo 14. Válvula de compuerta 19 - válvula de compuerta 22

5.5 ANEXO 5. Planos de Estructuras hidráulicas relevantes

- **EH-1** Cámara del tanque de carga
- **EH-2** Cámara típica de válvulas de compuerta
- **EH-3** Cámara típica de válvulas de aire
- **EH-4** Cámara del tanque rompe presión

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO
PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO -
RESERVORIO 67

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TABLA DE DATOS

Reservorio			
x	y	Cota	Código
767261.145	9816255.053	2777.919	RB
767261.81	9816255.492	2777.93	RB
767301.743	9816246.212	2777.905	RB
767301.36	9816246.834	2777.893	RB
767300.472	9816248.329	2777.163	ES-A
767310.633	9816295.134	2777.119	ES-A
767312.077	9816296.234	2777.904	RB
767312.678	9816296.637	2777.908	RB
767278.814	9816303.794	2777.888	RB
767279.12	9816304.299	2777.891	RB
767279.171	9816302.213	2777.152	ES-A
767275.05	9816306.959	2777.162	ES-A
767274.578	9816309.518	2777.882	RB
767275.024	9816309.793	2777.869	RB
767268.968	9816307.196	2777.879	RB
767269.413	9816307.411	2777.846	RB
767271.393	9816305.586	2777.182	ES-A
767272.79	9816300.59	2777.141	ES-A
767271.926	9816301.37	2777.866	RB
767271.338	9816301.343	2777.89	RB
767263.567	9816256.413	2777.201	ES-A

Casa de máquinas			
x	y	Cota	Código
767259.467	9816268.529	2777.955	C-V
767260.156	9816271.838	2777.973	C-V
767255.974	9816272.72	2777.967	C-V

767255.276	9816269.474	2777.953	C-V
767254.358	9816265.952	2777.725	C-V
767258.717	9816264.923	2777.844	C-V

Tanque de carga			
x	y	Cota	Código
767255.54	9816271.342	2777.844	L-T
767202.776	9816341.716	2776.64	L-T
767176.902	9816373.103	2771.521	L-T
767176.11	9816376.053	2771.177	C-D
767172.168	9816372.95	2771.525	C-D
767174.126	9816370.199	2771.758	C-D
767178.201	9816373.211	2771.69	C-D
767176.909	9816373.161	2770.605	F-C
767175.318	9816375.439	2771.515	C-D
767175.588	9816375.693	2771.498	C-D
767174.319	9816378.271	2771.494	C-D
767170.475	9816375.222	2771.525	C-D
767171.113	9816374.507	2771.511	C-D
767171.823	9816375.106	2771.506	C-D
767172.361	9816374.817	2771.519	C-D
767173.33	9816373.876	2771.55	C-D
767173.694	9816377.383	2769.862	F-C
767170.958	9816375.012	2769.685	F-C
767174.419	9816376.279	2770.963	F-CA
767174.026	9816376.782	2770.952	F-CA
767173.554	9816374.095	2770.956	F-CA
767172.607	9816374.871	2771.048	F-CA
767171.972	9816375.345	2771.018	F-CA
767174.912	9816372.768	2771.092	F-CA
767174.137	9816371.799	2770.984	F-CA
767174.297	9816373.193	2770.999	F-CA
767170.701	9816374.806	2770.819	L-T

COORDENADAS DEL TRAZADO DE TUBERÍA ORDENADO POR TRAMOS

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 1	Tanque de carga	Bifurcación 1	315 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
767170.973	9816375.027	2770.07	2768.570	Tanque de carga
767136.8	9816376.722	2767.284	2765.784	
767072.394	9816376.154	2766.061	2764.561	
767051.332	9816378.344	2765.597	2764.097	
767028.039	9816379.314	2765.188	2763.688	
766983.385	9816377.759	2765.081	2763.581	
766945.813	9816374.608	2764.133	2762.633	
766924.037	9816372.717	2760.515	2759.015	
766897.317	9816370.904	2756.213	2754.713	
766880.116	9816369.764	2754.758	2753.258	
766861.787	9816368.688	2753.851	2752.351	

766840.013	9816367.127	2752.792	2751.292	
766811.701	9816365.9	2751.065	2749.565	
766780.083	9816364.27	2749.621	2748.121	
766758.05	9816363.405	2748.97	2747.47	
766737.468	9816359.363	2748.739	2747.239	Bifurcación 1

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 2	Bifurcación 1	Bifurcación 2	315 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766737.468	9816359.363	2748.739	2747.239	Bifurcación 1
766736.715	9816359.451	2748.726	2747.226	
766736.457	9816360.883	2748.752	2747.252	
766712.771	9816357.21	2748.485	2746.985	
766683.268	9816355.224	2748.127	2746.627	Bifurcación 2

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 3	Bifurcación 2	válvula de compuerta 1	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766683.268	9816355.224	2748.127	2746.627	Bifurcación 2
766682.663	9816355.097	2748.07	2746.57	
766674.547	9816353.451	2747.778	2746.278	
766657.156	9816348.981	2747.746	2746.246	
766637.671	9816343.685	2747.935	2746.435	
766607.88	9816337.916	2748.08	2746.58	válvula de compuerta 1

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 4	Bifurcación 1	válvula de compuerta 2	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766737.468	9816359.363	2748.739	2747.239	Bifurcación 1
766738.012	9816361.917	2747.103	2745.603	válvula de control 1
766757.82	9816364.988	2747.41	2745.91	
766757.118	9816370.344	2747.507	2746.007	válvula de compuerta 2

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 5	válvula de compuerta 2	válvula de compuerta 3	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766757.118	9816370.344	2747.507	2746.007	válvula de compuerta 2
766760.108	9816365.342	2748.944	2747.444	
766762.215	9816383.19	2747.918	2746.418	
766771.955	9816402.357	2746.807	2745.307	
766783.661	9816427.259	2745.784	2744.284	
766793.742	9816448.735	2745.351	2743.851	
766804.322	9816468.885	2746.386	2744.886	
766813.402	9816488.692	2748.218	2746.718	
766825.11	9816507.937	2749.194	2747.694	
766823.343	9816509.156	2749.894	2748.394	válvula de compuerta 3

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 6	válvula de compuerta 3	válvula de compuerta 4	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción

766823.343	9816509.156	2749.894	2748.394	válvula de compuerta 3
766833.337	9816525.468	2750.607	2749.107	
766840.016	9816537.831	2750.071	2748.571	válvula de aire -1
766841.458	9816541.907	2750.888	2749.388	
766835.472	9816560.351	2748.91	2747.41	
766828.563	9816583.145	2747.304	2745.804	
766820.412	9816606.033	2745.998	2744.498	
766815.764	9816619.476	2745.749	2744.249	
766808.058	9816640.504	2745.009	2743.509	
766800.158	9816663.39	2744.62	2743.12	
766792.92	9816697.5	2744.414	2742.914	
766795.166	9816699.728	2744.393	2742.893	válvula de compuerta 4

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 7	válvula de compuerta 4	trifurcación 1	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766795.166	9816699.728	2744.393	2742.893	válvula de compuerta 4
766776.589	9816712.359	2744.002	2742.502	
766756.559	9816729.367	2743.505	2742.005	
766737.14	9816746.978	2742.703	2741.203	
766718.47	9816763.737	2742.308	2740.808	
766702.129	9816778.849	2742.12	2740.62	
766686.546	9816794.417	2741.727	2740.227	trifurcación 1

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 8	trifurcación 1	válvula de compuerta 5	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766686.546	9816794.417	2741.727	2740.227	trifurcación 1
766707.418	9816812.165	2741.922	2740.422	
766704.631	9816816.372	2742.024	2740.524	válvula de compuerta 5

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 9	trifurcación 1	válvula de compuerta 7	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766686.546	9816794.417	2741.727	2740.227	trifurcación 1
766653.537	9816770.207	2740.921	2739.421	
766621.99	9816740.927	2740.519	2739.019	
766598.82	9816718.06	2740.045	2738.545	
766595.811	9816720.681	2740.119	2738.619	válvula de compuerta 7

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 10	trifurcación 1	válvula de compuerta 6	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766686.546	9816794.417	2741.727	2740.227	trifurcación 1
766675.782	9816811.181	2740.667	2739.167	
766661.776	9816832.83	2737.935	2736.435	
766645.265	9816863.938	2735.058	2733.558	
766629.266	9816890.09	2734.187	2732.687	
766613.392	9816910.658	2734.978	2733.478	

766605.234	9816925.27	2736.28	2734.78	
766600.468	9816941.449	2739	2737.5	
766591.555	9816958.636	2740.973	2739.473	
766592.656	9816961.907	2741.016	2739.516	válvula de compuerta 6

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 11	Bifurcación 2	válvula de compuerta 8	315mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766683.268	9816355.224	2748.127	2746.627	Bifurcación 2
766673.504	9816364.045	2746.64	2745.14	
766658.55	9816383.212	2744.608	2743.108	
766636.764	9816408.514	2742.91	2741.41	
766610.739	9816438.461	2741.719	2740.219	
766584.179	9816469.662	2741.007	2739.507	
766554.132	9816495.469	2740.689	2739.189	
766529.058	9816516.909	2740.674	2739.174	
766514.59	9816543.565	2739.862	2738.362	
766501.984	9816571.47	2739.863	2738.363	
766487.845	9816602.024	2739.963	2738.463	
766486.685	9816618.048	2740.323	2738.823	
766464.561	9816637.257	2738.465	2736.965	
766442.812	9816651.903	2737.099	2735.599	
766431.767	9816661.327	2737.134	2735.634	
766427.794	9816660.195	2736.722	2735.222	válvula de compuerta 8

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 12	válvula de compuerta 8	válvula de compuerta 9	315mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766427.794	9816660.195	2736.722	2735.222	válvula de compuerta 8
766429.49	9816688.512	2736.643	2735.143	
766431.488	9816714.809	2736.606	2735.106	
766437.135	9816740.487	2736.465	2734.965	
766443.643	9816762.333	2736.434	2734.934	
766448.018	9816785.075	2736.161	2734.661	
766426.947	9816788.631	2735.724	2734.224	
766405.284	9816791.952	2735.72	2734.22	
766392.609	9816793.717	2735.633	2734.133	
766389.402	9816791.466	2735.834	2734.334	válvula de compuerta 9

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 13	válvula de compuerta 9	válvula de compuerta 10	315mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766389.402	9816791.466	2735.834	2734.334	válvula de compuerta 9
766381.512	9816807.612	2735.651	2734.151	
766368.345	9816824.851	2735.94	2734.44	
766354.521	9816843.539	2736.029	2734.529	
766344.634	9816856.629	2736.292	2734.792	
766333.803	9816869.78	2735.595	2734.095	Válvula de aire- 2
766320.126	9816887.964	2735.791	2734.291	
766307.865	9816905.473	2735.49	2733.99	

766301.32	9816918.322	2735.542	2734.042	
766299.88	9816916.707	2735.531	2734.031	válvula de compuerta 10

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 14	válvula de compuerta 10	válvula de compuerta 11	315mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766299.88	9816916.707	2735.531	2734.031	válvula de compuerta 10
766307.321	9816929.519	2734.988	2733.488	
766317.098	9816949.075	2734.861	2733.361	
766325.33	9816963.533	2734.623	2733.123	
766338.582	9816985.06	2735.361	2733.861	
766349.135	9817003.016	2735.748	2734.248	
766350.46	9817005.773	2736.081	2734.581	válvula de aire -3
766353.444	9817013.639	2735.518	2734.018	
766352.089	9817014.359	2735.867	2734.367	válvula de compuerta 11

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 15	válvula de compuerta 11	Tanque rompe presión	315mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766352.089	9817014.359	2735.867	2734.367	válvula de compuerta 11
766356.615	9817021.997	2734.92	2733.42	
766357.752	9817042.14	2735.335	2733.835	
766357.847	9817064.243	2735.029	2733.529	Tanque rompe presión

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 16	Tanque rompe presión	válvula de compuerta 12	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766357.847	9817064.243	2735.029	2733.529	Tanque rompe presión
766359.398	9817066.082	2735.057	2733.557	válvula de control 2
766364.33	9817076.405	2732.47	2730.97	
766371.223	9817092.82	2727.291	2725.791	
766378.36	9817109.654	2725.956	2724.456	
766385.582	9817131.4	2727.179	2725.679	
766397.811	9817152.588	2729.962	2728.462	
766412.056	9817179.892	2732.727	2731.127	válvula de aire -4
766409.211	9817185.749	2732.314	2731.014	válvula de compuerta 12

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 17	Tanque rompe presión	válvula de compuerta 13	250 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766357.847	9817064.243	2735.029	2733.529	Tanque rompe presión
766357.287	9817064.755	2735.151	2733.651	
766336.712	9817077.137	2733.55	2732.05	
766311.139	9817090.212	2731.207	2729.707	
766295.653	9817098.951	2729.299	2727.799	
766303.366	9817116.84	2728.551	2727.051	
766289.7	9817121.947	2727.522	2726.022	

766288.063	9817122.843	2727.83	2726.33	válvula de compuerta 13
------------	-------------	---------	---------	-------------------------

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 18	válvula de compuerta 13	Bifurcación 3	250 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766288.063	9817122.843	2727.83	2726.33	válvula de compuerta 13
766312.088	9817126.803	2728.06	2726.56	
766330.816	9817146.658	2728.028	2726.528	
766349.76	9817163.758	2728.589	2727.089	
766352.351	9817169.807	2728.626	2727.126	Bifurcación 3

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL		
tramo 19	Bifurcación 3	válvula de compuerta 14	110 mm		
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción	
766352.351	9817169.807	2728.626	2727.126	Bifurcación 3	
766343.702	9817173.347	2728.077	2726.577		
766333.768	9817180.567	2725.425	2723.925		
766321.698	9817191.734	2721.457	2719.957		
766316.405	9817197.164	2720.75	2719.25		
766310.509	9817202.243	2718.09	2716.59		
766299.37	9817212.823	2716.913	2715.413		
766285.678	9817224.749	2716.054	2714.554		
766269.201	9817240.693	2717.31	2715.81		
766259.16	9817243.28	2717.412	2715.912		
766267.799	9817253.617	2718.94	2717.44		válvula de compuerta 14

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 20	válvula de compuerta 14	válvula de compuerta 15	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766267.799	9817253.617	2718.94	2717.44	válvula de compuerta 14
766240.892	9817258.166	2717.157	2715.657	
766236.15	9817280.558	2716.036	2714.536	
766228.375	9817309.168	2714.803	2713.303	
766209.324	9817324.691	2712.166	2710.666	
766178.357	9817344.638	2712.266	2710.766	

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 21	Bifurcación 3	válvula de compuerta 16	250 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766352.351	9817169.807	2728.626	2727.126	Bifurcación 3
766364.427	9817184.414	2727.7	2726.2	
766378.321	9817198.103	2728.387	2726.887	
766390.734	9817209.599	2728.14	2726.64	
766389.041	9817211.718	2727.937	2726.437	

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 22	válvula de compuerta 16	Bifurcación 4	250 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766389.041	9817211.718	2727.937	2726.437	válvula de compuerta 16
766408.096	9817225.678	2727.795	2726.295	

766421.058	9817235.811	2727.305	2725.805	
766433.075	9817249.884	2727.642	2726.142	Bifurcación 4

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 23	Bifurcación 4	Bifurcación 5	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766433.075	9817249.884	2727.642	2726.142	Bifurcación 4
766440.065	9817264.354	2726.417	2724.917	
766454.845	9817285.447	2726.32	2724.82	
766467.304	9817303.635	2723.919	2722.419	Bifurcación 5

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 24	Bifurcación 5	válvula de compuerta 17	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766467.304	9817303.635	2723.919	2722.419	Bifurcación 5
766493.194	9817315.769	2721.501	2720.001	
766506.95	9817322.856	2720.557	2719.057	
766526.129	9817331.221	2719.069	2717.569	
766549.142	9817339.089	2716.515	2715.015	
766550.884	9817337.304	2716.815	2715.315	válvula de compuerta 17

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 25	Bifurcación 5	válvula de compuerta 20	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766467.304	9817303.635	2723.919	2722.419	Bifurcación 5
766463.997	9817308.24	2722.86	2721.36	
766465.187	9817308.629	2722.937	2721.437	válvula de compuerta 20

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 26	válvula de compuerta 20	válvula de compuerta 21	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766465.187	9817308.629	2722.937	2721.437	válvula de compuerta 20
766461.452	9817323.078	2721.189	2719.689	
766458.111	9817347.972	2718.736	2717.236	
766454.278	9817368.598	2715.962	2714.462	
766451.374	9817387.928	2714.277	2712.977	válvula de compuerta 21

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 27	Bifurcación 4	Bifurcación 6	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766433.075	9817249.884	2727.642	2726.142	Bifurcación 4
766404.163	9817267.976	2722.793	2721.293	
766391.921	9817289.552	2720.676	2719.176	
766381.506	9817308.011	2719.485	2717.985	
766372.828	9817314.862	2717.821	2716.321	
766362.646	9817329.349	2715.769	2714.269	
766328.404	9817367.42	2706.365	2704.865	
766311.302	9817380.02	2701.317	2699.817	

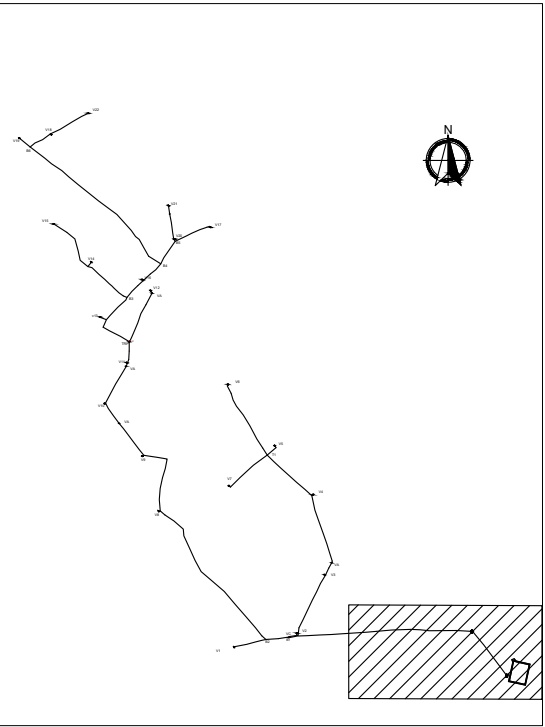
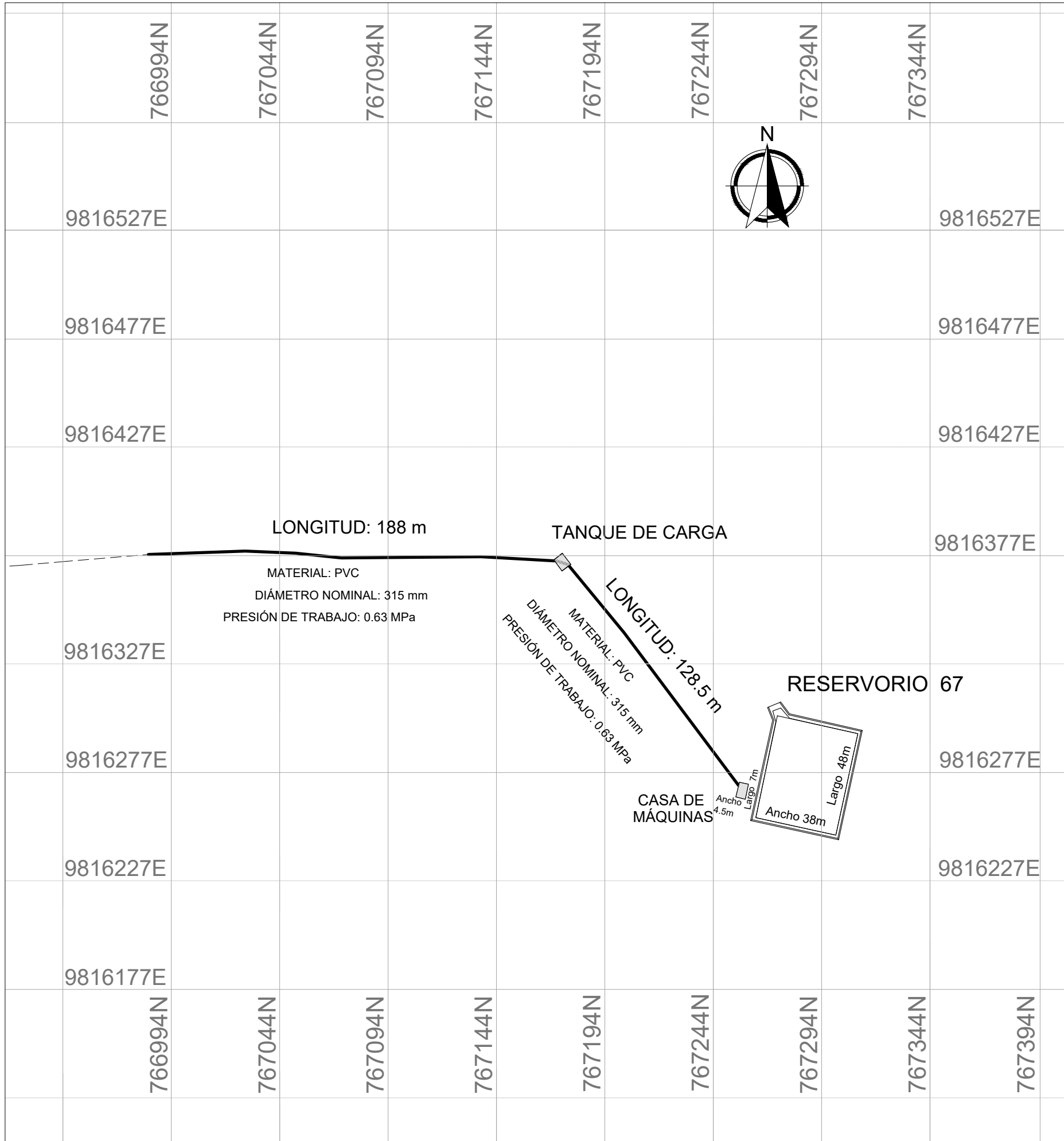
766284.684	9817399.654	2698.244	2696.744	
766261.712	9817418.193	2696.227	2694.727	
766236.347	9817438.269	2695.195	2693.695	
766213.119	9817457.536	2695.314	2693.814	
766197.337	9817471.918	2696.283	2694.783	
766172.692	9817488.161	2700.344	2698.844	
766156.524	9817501.665	2705.95	2704.45	
766121.795	9817528.012	2709.891	2708.391	Bifurcación 6

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 28	Bifurcación 6	válvula de compuerta 19	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766121.795	9817528.012	2709.891	2708.391	Bifurcación 6
766098.43	9817547.289	2716.034	2714.534	
766096.558	9817548.75	2716.35	2714.85	válvula de compuerta 19

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 29	Bifurcación 6	válvula de compuerta 18	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766121.795	9817528.012	2709.891	2708.391	Bifurcación 6
766133.27	9817537.597	2710.68	2709.18	
766151.643	9817545.633	2709.753	2708.253	
766170.062	9817559.29	2709.795	2708.295	
766171.456	9817558.276	2709.82	2708.32	válvula de compuerta 18

TRAMO	INICIO	FIN	DIAMETRO NOMINAL	
tramo 30	válvula de compuerta 18	válvula de compuerta 22	110 mm	
x	y	cota terreno	cota proyecto	descripción
766171.456	9817558.276	2709.82	2708.32	válvula de compuerta 18
766193.207	9817570.249	2707.953	2706.453	
766222.675	9817588.29	2707.082	2705.582	
766244.737	9817600.991	2705.861	2704.361	
766259.769	9817608.253	2705.881	2704.381	válvula de compuerta 22

Datos de Calicatas				
Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior (mm)	Espesor de Pared (mm)	Presión de trabajo (MPa)	
315	299.6	7.7	0.63	
110	104.6	2.7	0.63	
250	237.6	6.2	0.63	



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA

- VC-1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- ▲ VA-1 VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN
- TUBERÍA 315 mm
- TUBERÍA 250 mm
- TUBERÍA 110 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:
 DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
 PLANTA RED PRINCIPAL DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO TRAMO 1

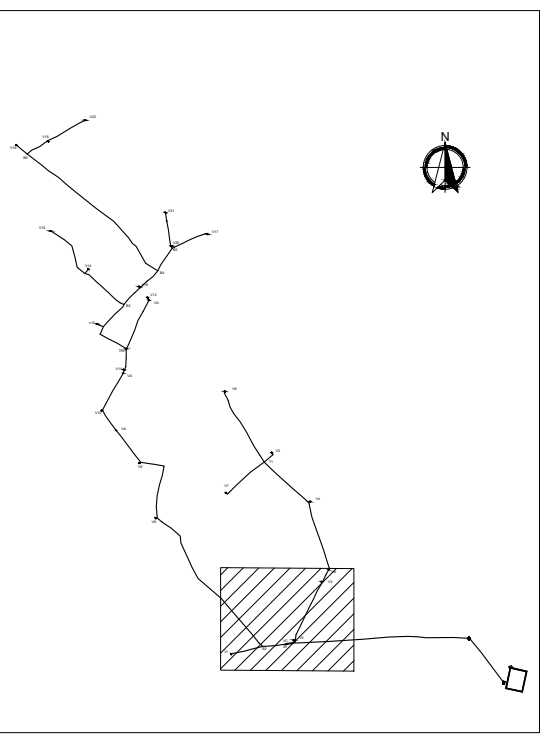
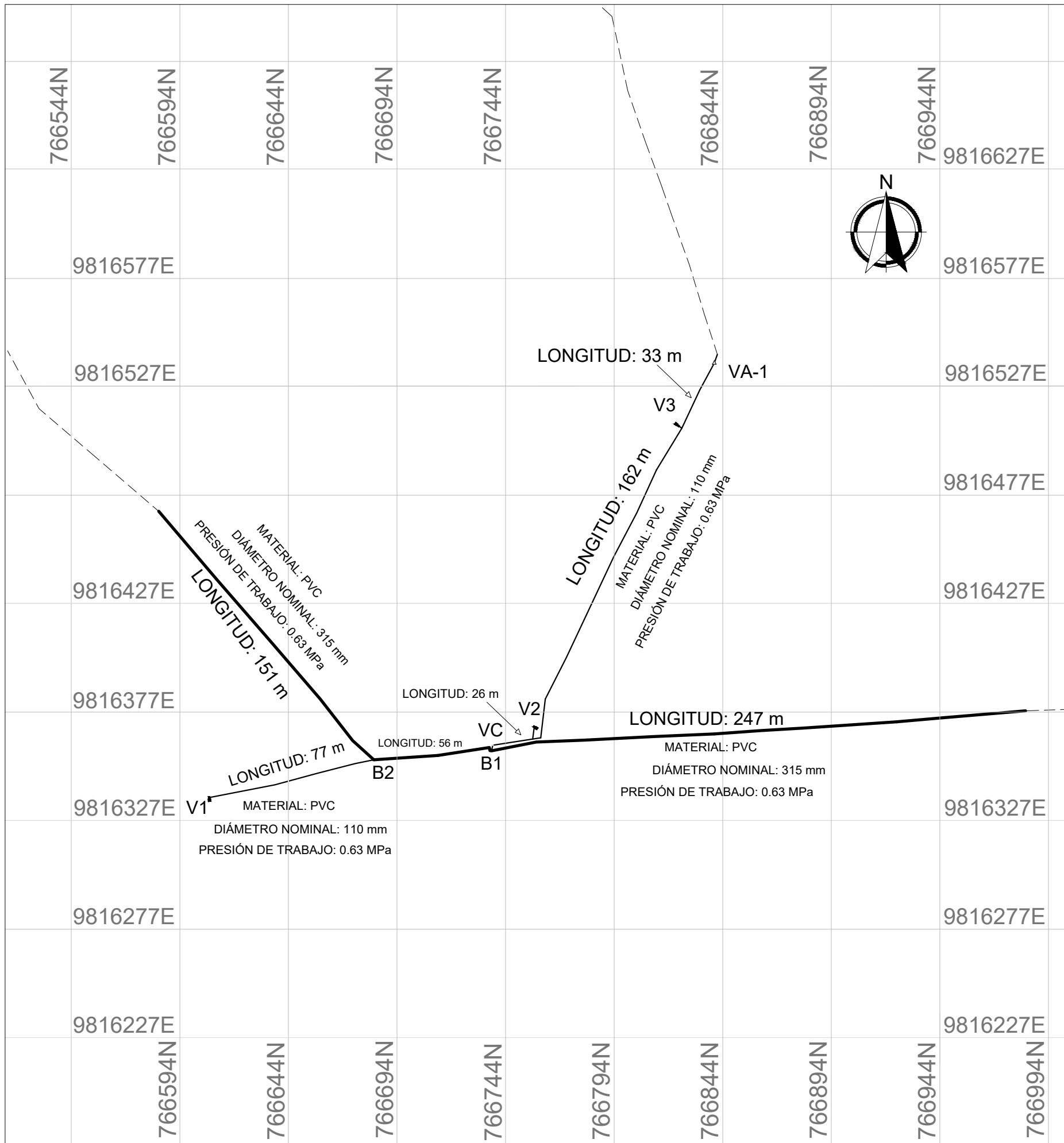
PROYECTISTA:
 CARLOS BERMEO

TUTOR:
 Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: 1:2000

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
 PP-1



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA	
■	V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
▲	VA-1 VÁLVULA DE AIRE
●	VC VÁLVULA DE CONTROL
■	TRP TANQUE ROMPE PRESIONES
B1	BIFURCACIÓN
T1	TRIFURCACIÓN
— (thick)	TUBERÍA 315 mm
— (medium)	TUBERÍA 250 mm
— (thin)	TUBERÍA 110 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:
 DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
 PLANTA RED PRINCIPAL DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - TRAMO 2

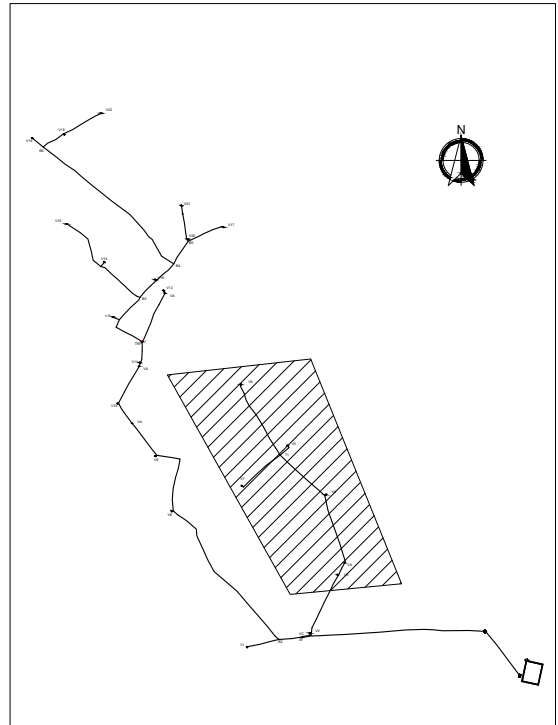
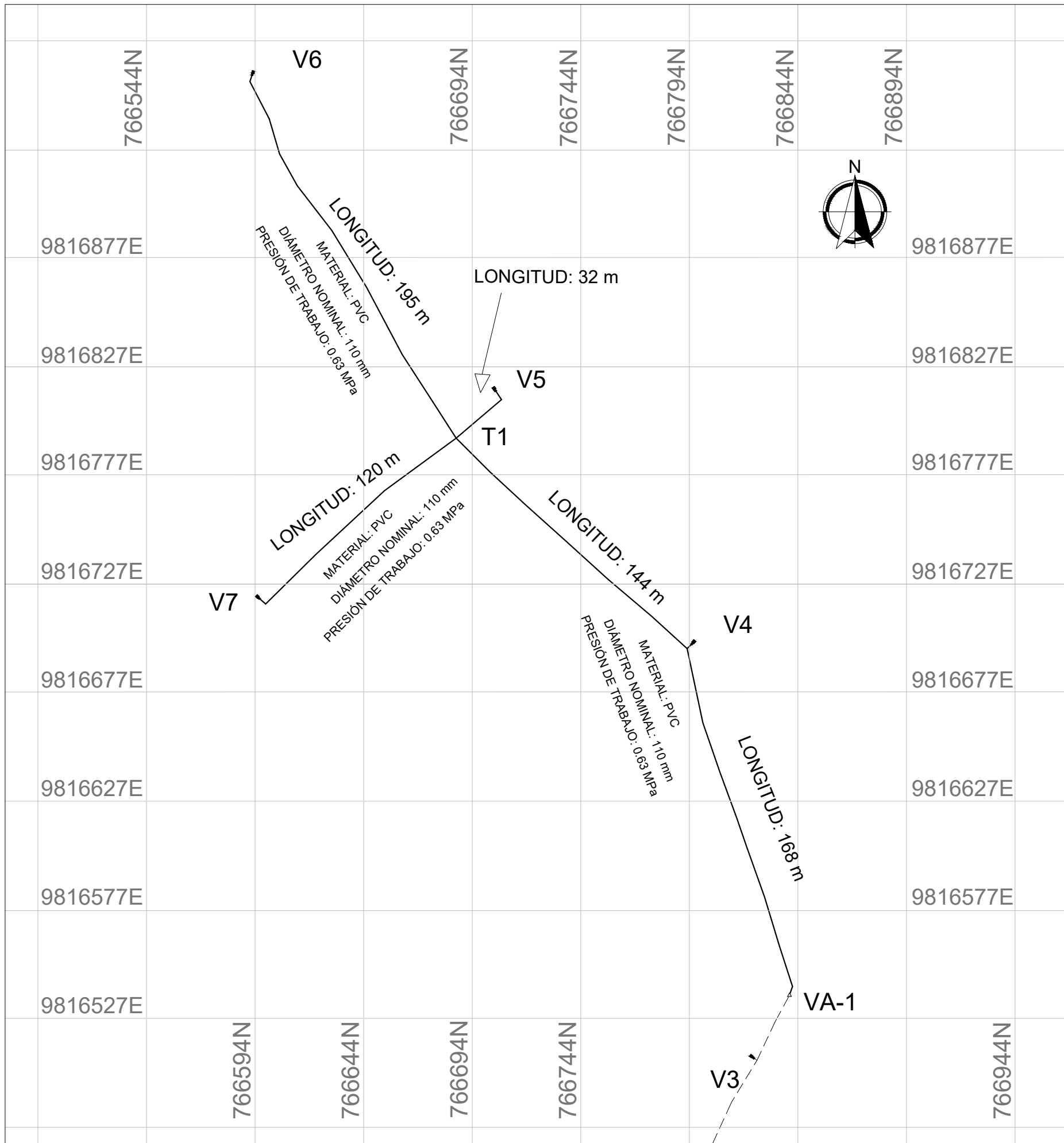
PROYECTISTA:
 CARLOS BERMEO

TUTOR:
 Ing. M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: 1:2000

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
PP- 2



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA	
■ V1	VÁLVULA DE COMPUERTA
▲ VA-1	VÁLVULA DE AIRE
● VC	VÁLVULA DE CONTROL
■ TRP	TANQUE ROMPE PRESIONES
B1	BIFURCACIÓN
T1	TRIFURCACIÓN
— (thick)	TUBERÍA 315 mm
— (medium)	TUBERÍA 250 mm
— (thin)	TUBERÍA 110 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:

PLANTA RED PRINCIPAL DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO TRAMO 3

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

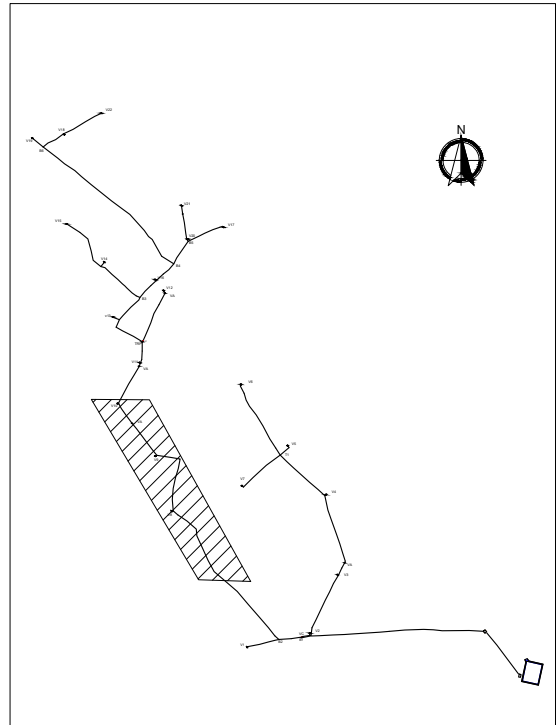
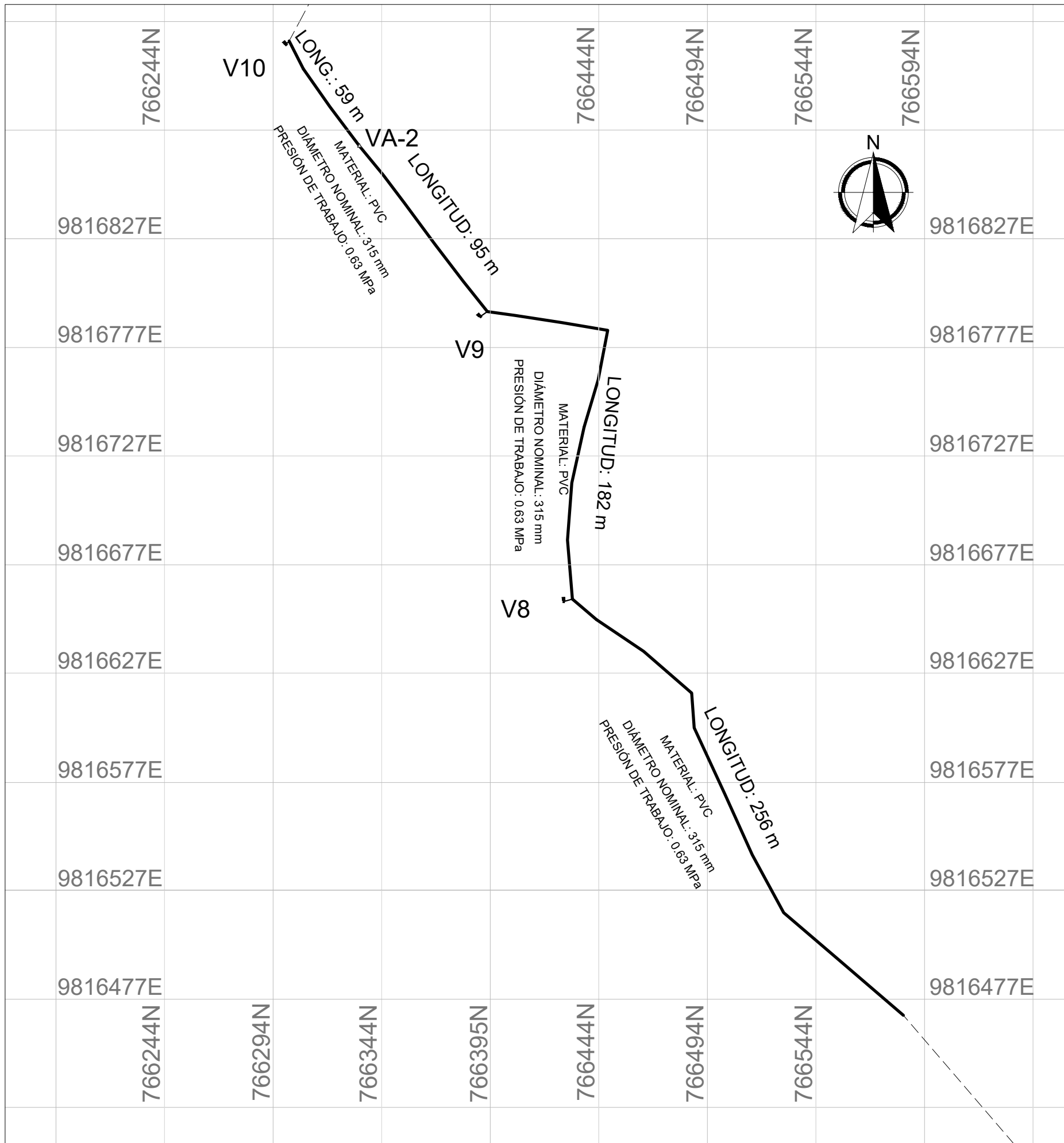
Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: 1:2000

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°

PP- 3



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- ▲ VA-1 VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIONES
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN
- TUBERÍA 315 mm
- TUBERÍA 250 mm
- TUBERÍA 110 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
PLANTA RED PRINCIPAL DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO TRAMO 4

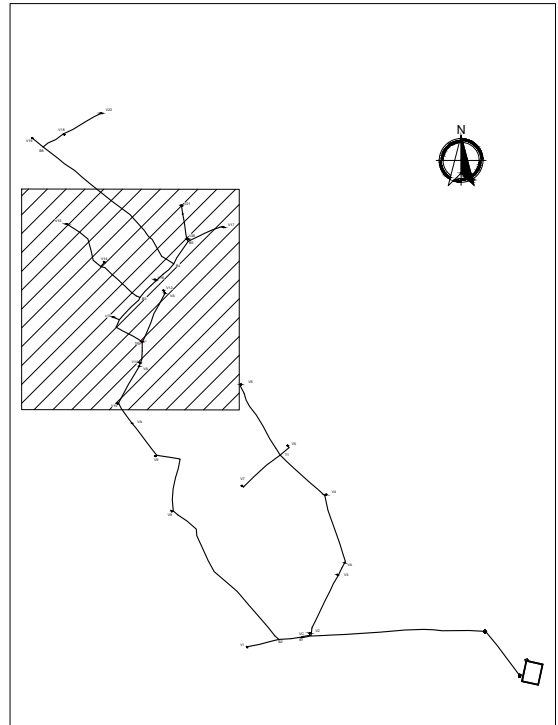
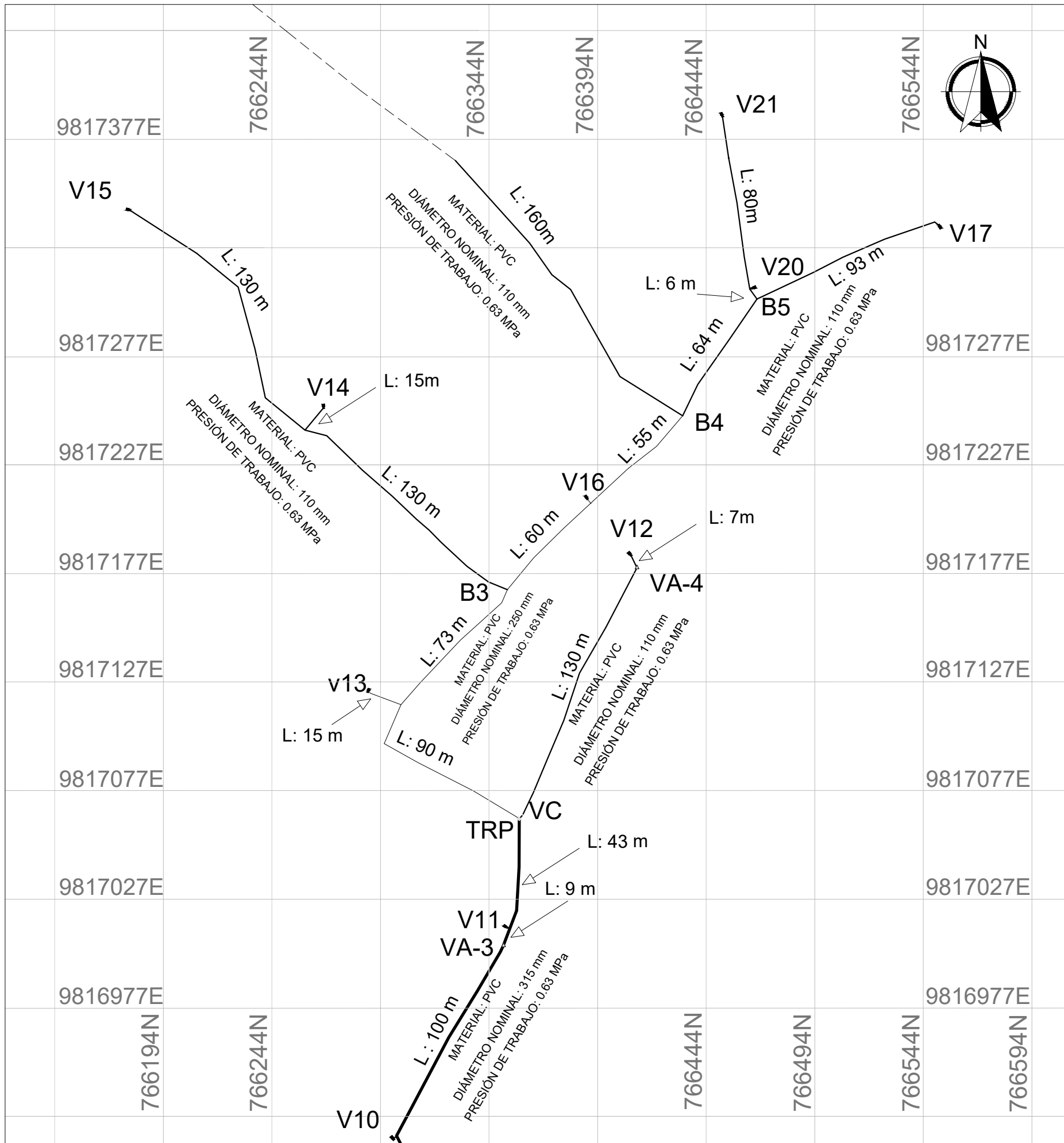
PROYECTISTA:
CARLOS BERMEO

TUTOR:
Ing. M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: 1:2000

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
PP- 4



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- ▲ VA-1 VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIONES
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN
- TUBERÍA 315 mm
- TUBERÍA 250 mm
- TUBERÍA 110 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
PLANTA RED PRINCIPAL DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - TRAMO 5

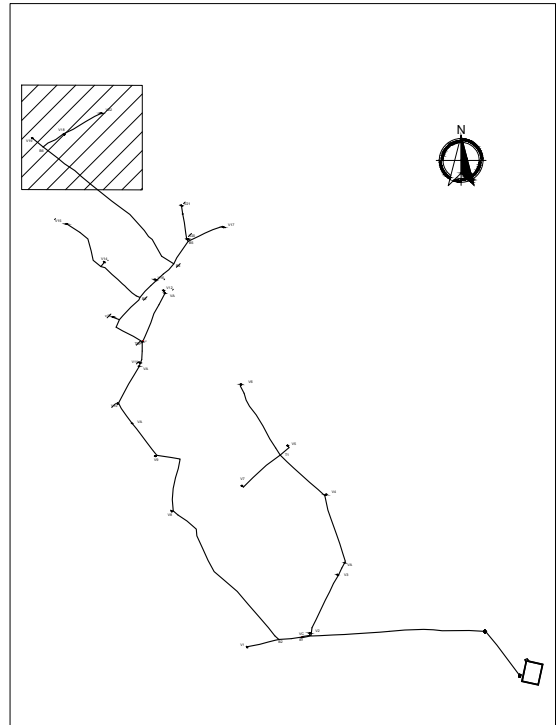
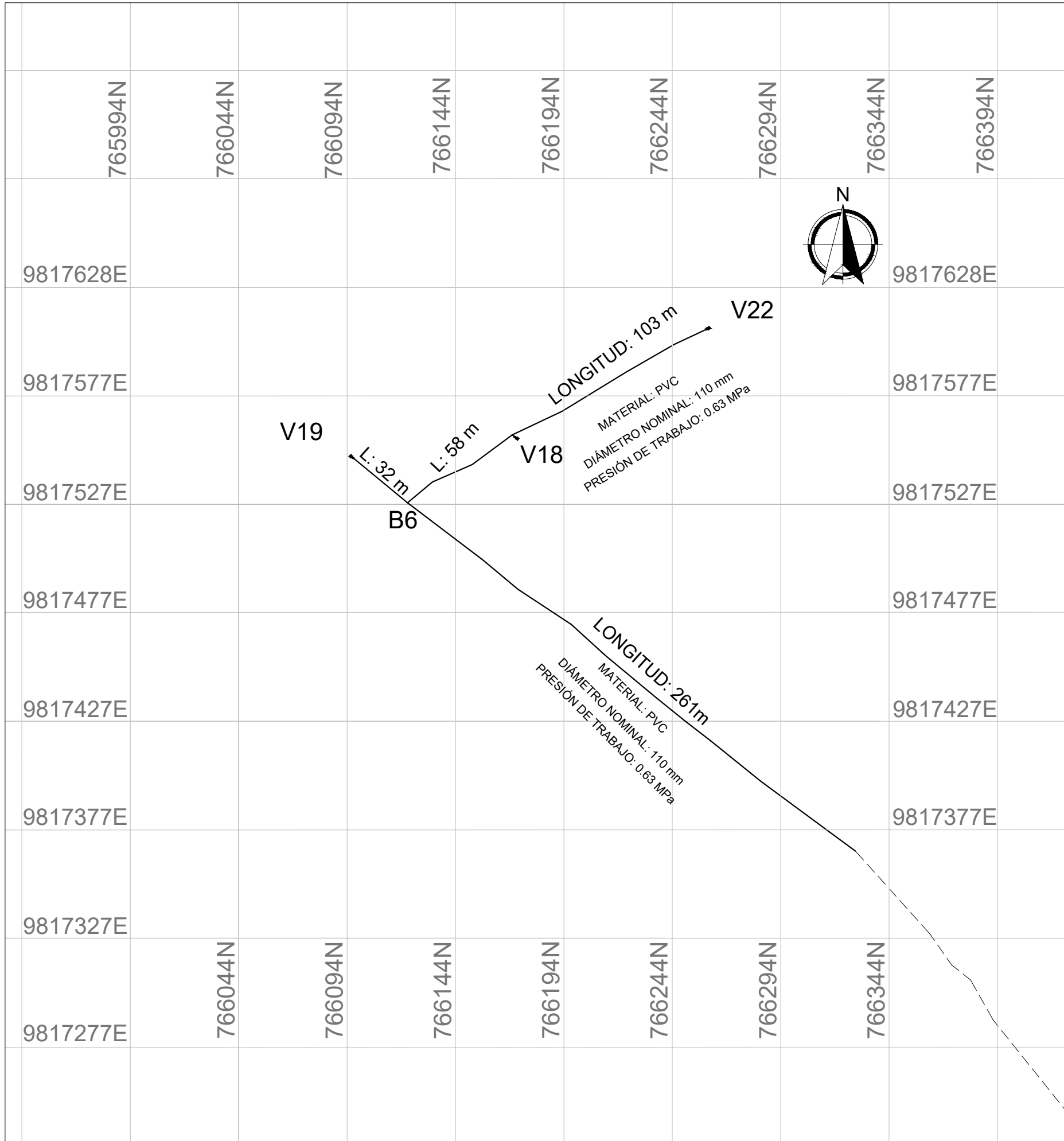
PROYECTISTA:
CARLOS BERMEO

TUTOR:
Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: 1:2000

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
PP - 5



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- ▲ VA-1 VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIONES
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN
- TUBERÍA 315 mm
- TUBERÍA 250 mm
- TUBERÍA 110 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
PLANTA RED PRINCIPAL DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - TRAMO 6

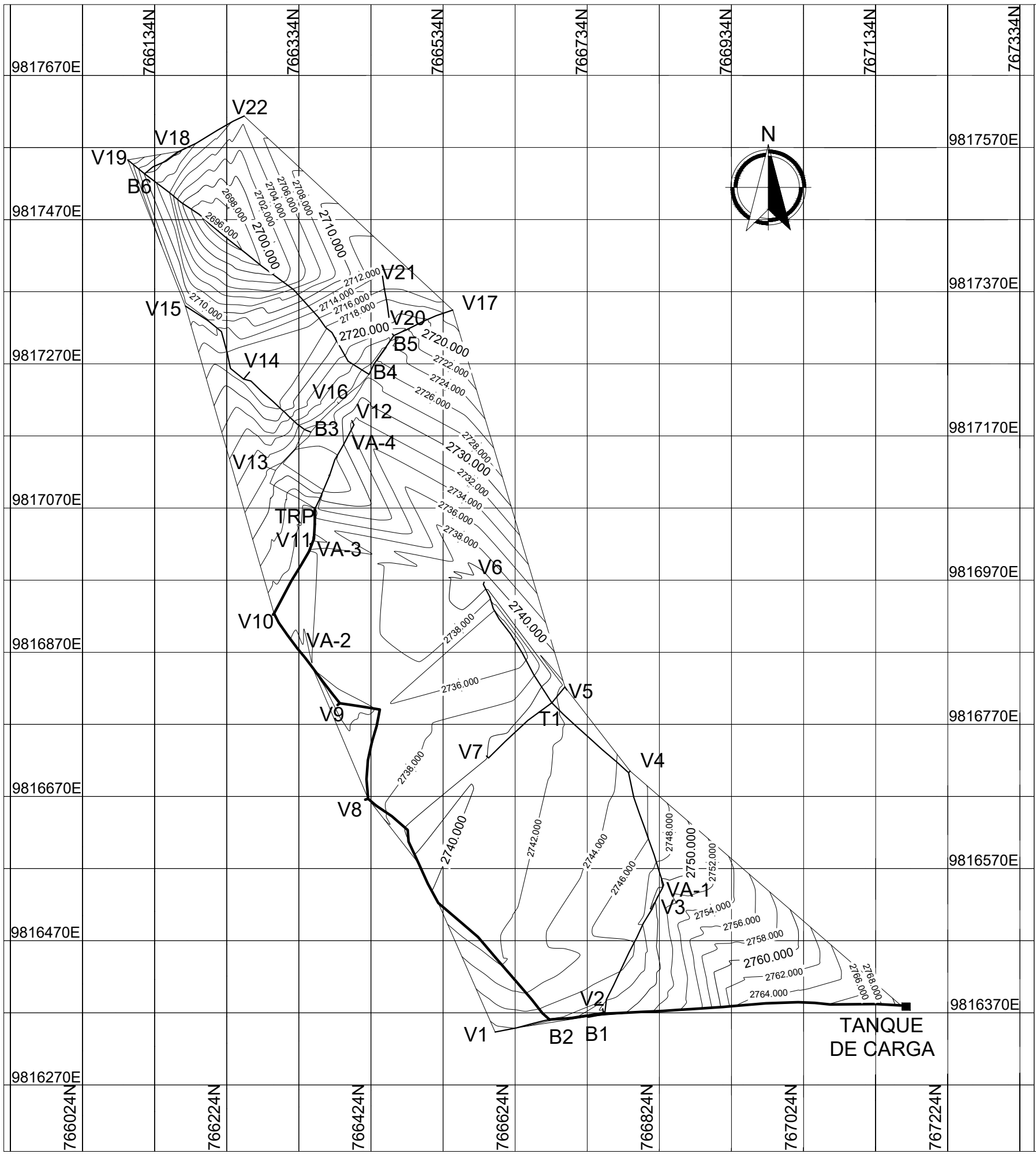
PROYECTISTA:
CARLOS BERMEO




TUTOR:
Ing.M.Sc LUÍS RÍOS

ESCALA: 1:2000

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
PP- 6



SIMBOLOGÍA	
V1	VÁLVULA DE COMPUERTA
VA-1	VÁLVULA DE AIRE
TRP	TANQUE ROMPE PRESION
B1	BIFURCACIÓN
T1	TRIFURCACIÓN
	TUBERÍA 315 mm
	TUBERÍA 250 mm
	TUBERÍA 110 mm

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO
 PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:

CURVAS DE NIVEL

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

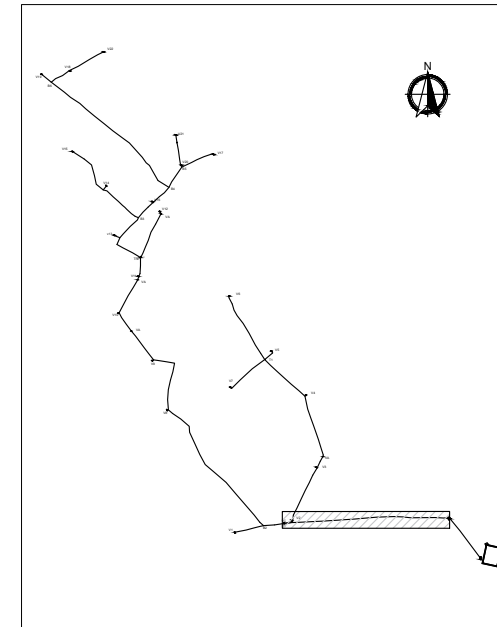
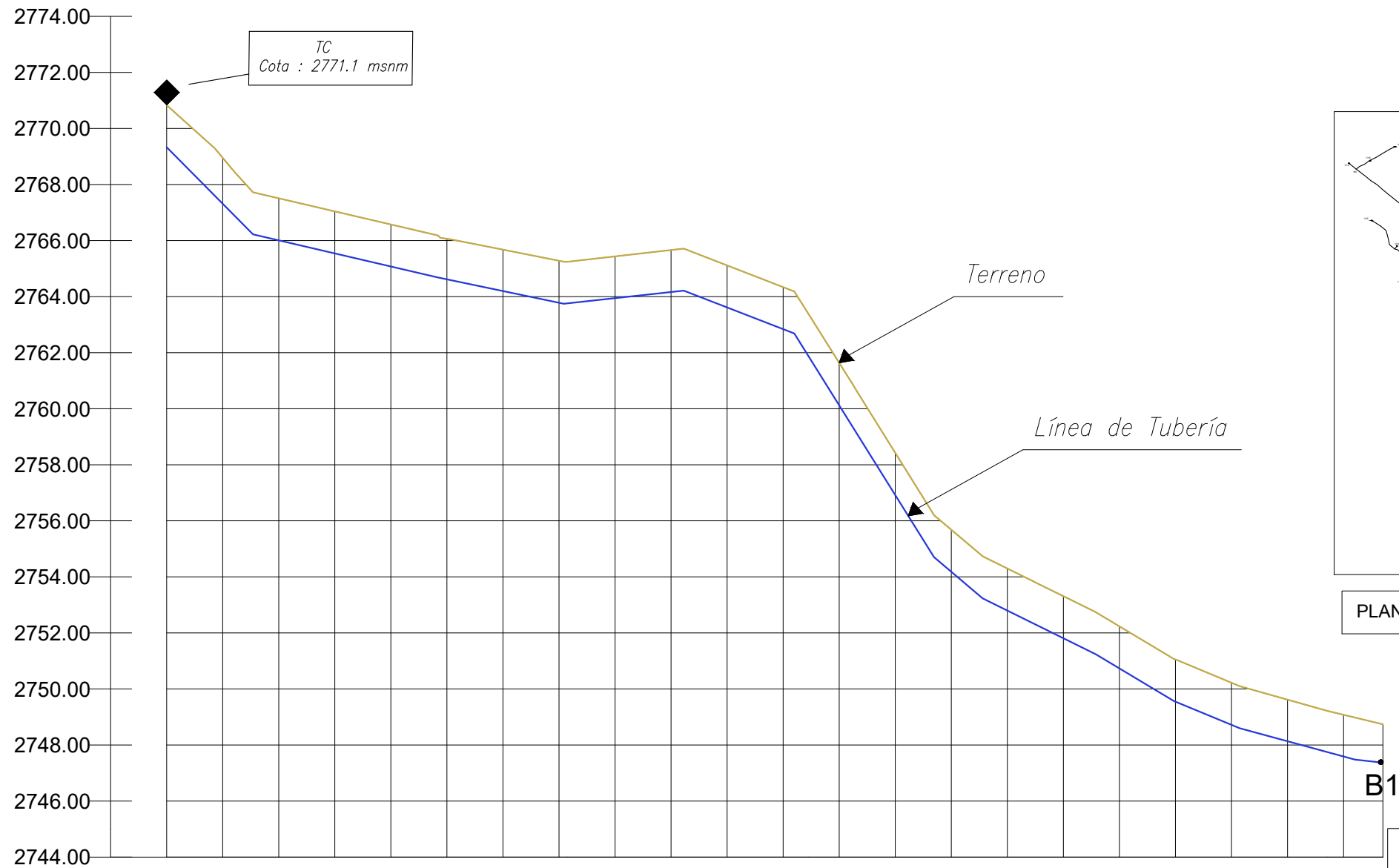
ESCALA: 1:6000

N°

FECHA: 07 / 09 / 2022

CN

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 1. TANQUE DE CARGA - BIFURCACIÓN 1



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:

PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 1. TANQUE DE CARGA - BIFURCACIÓN 1

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

Ing. M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°

PL - 1

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- ØD DIÁMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

DATOS HIDRÁULICOS

MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL : 315 mm PRESIÓN DE TRABAJO : 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 434 m

COTA TERRENO (m)

-2771.07	-2768.95	-2767.51	-2767.04	-2766.58	-2766.06	-2765.68	-2765.28	-2765.44	-2765.66	-2765.11	-2764.34	-2761.64	-2758.43	-2755.68	-2754.30	-2753.31	-2752.23	-2751.05	-2750.22	-2749.62	-2749.08
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

COTA PROYECTO (m)

-2769.32	-2767.31	-2766.01	-2765.54	-2765.08	-2764.62	-2764.20	-2763.78	-2763.95	-2764.16	-2763.61	-2762.84	-2760.12	-2756.92	-2754.18	-2752.80	-2751.81	-2750.73	-2749.55	-2748.72	-2748.13	-2747.59
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

ALTURA CORTE (m)

-1.50	-1.64	-1.50	-1.50	-1.50	-1.45	-1.48	-1.50	-1.49	-1.50	-1.50	-1.50	-1.52	-1.51	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.48	-1.49
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

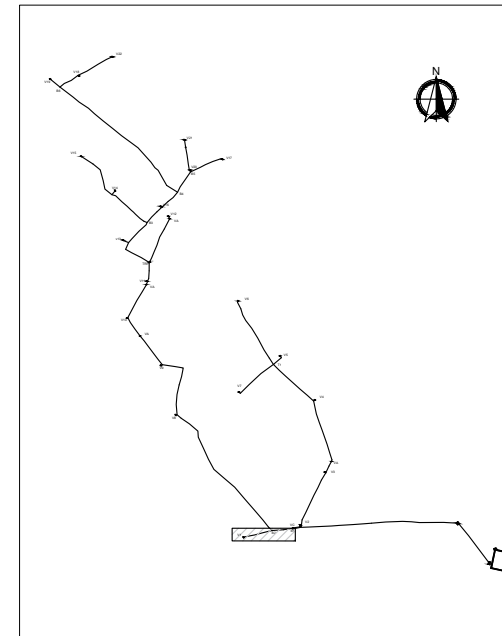
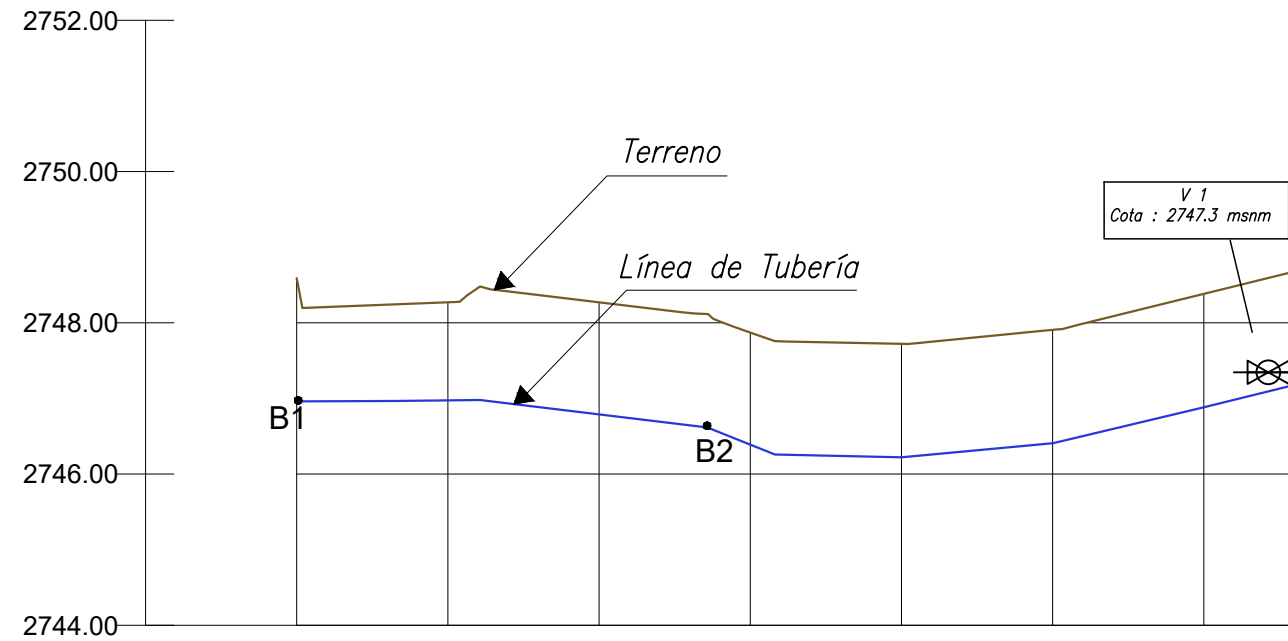
ALTURA RELLENO (m)

-1.50	-1.64	-1.50	-1.50	-1.50	-1.45	-1.48	-1.50	-1.49	-1.50	-1.50	-1.50	-1.52	-1.51	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.50	-1.48	-1.49
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ABSCISA (m)

0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00	2+00.00	2+20.00	2+40.00	2+60.00	2+80.00	3+00.00	3+20.00	3+40.00	3+60.00	3+80.00	4+00.00	4+20.00
---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 2. BIFURCACIÓN 1 - VÁLVULA DE COMPUERTA 1



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- \varnothing D DIÁMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL : 315 mm		MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL : 110 mm				
	PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa		PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa				
COTA TERRENO (m)	2748.80	2748.27	2748.27	2747.87	2747.72	2747.91	2748.38
COTA PROYECTO (m)	2747.30	2746.97	2746.79	2746.39	2746.22	2746.41	2746.90
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.30	1.48	1.48	1.50	1.50	1.50
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.30	1.48	1.48	1.50	1.50	1.50
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:

PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO 2 BIFURCACIÓN 1 -
VÁLVULA DE COMPUERTA 1

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

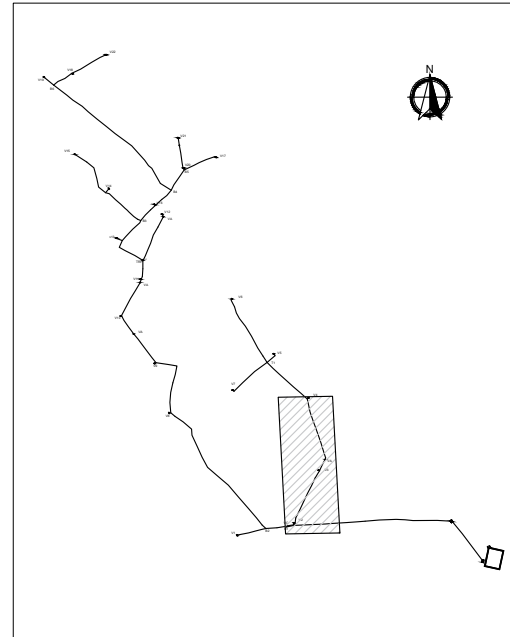
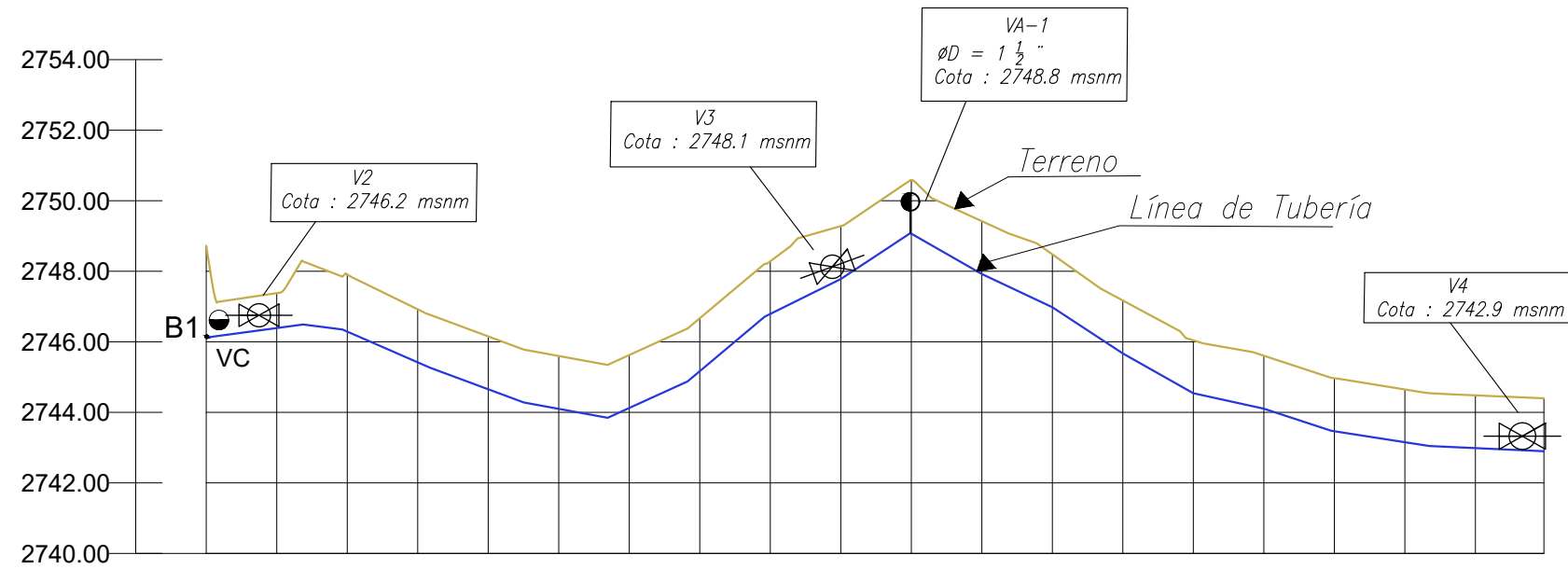
ESCALA: H: 1:1000
V: 1:100

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°

PL -2

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 3. BIFURCACIÓN 1 - VÁLVULA DE COMPUERTA 4



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL : 110 mm PRESIÓN DE TRABAJO : 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 380 m																		
COTA TERRENO (m)	2748.72	2747.38	2747.91	2746.92	2746.15	2745.60	2745.63	2746.67	2748.28	2749.28	2750.59	2749.42	2748.48	2747.17	2746.04	2745.60	2744.97	2744.65	2744.48
COTA PROYECTO (m)	2747.24	2746.39	2746.29	2745.42	2744.65	2744.10	2744.12	2745.17	2746.79	2747.78	2749.07	2747.92	2746.98	2745.67	2744.54	2744.10	2743.46	2743.15	2742.99
ALTURA CORTE (m)	1.50	0.99	1.62	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.49	1.50	1.52	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
ALTURA RELLENO (m)	1.50	0.99	1.62	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.49	1.50	1.52	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00	2+00.00	2+20.00	2+40.00	2+60.00	2+80.00	3+00.00	3+20.00	3+40.00	3+60.00

SIMBOLOGÍA	
	V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
	VA VÁLVULA DE AIRE
	VC VÁLVULA DE CONTROL
	TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
	TC TANQUE DE CARGA
$\emptyset D$	DIÁMETRO DE VÁLVULA
B1	BIFURCACIÓN
T1	TRIFURCACIÓN

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 3. BIFURCACIÓN 1 - VÁLVULA DE COMPUERTA 4

PROYECTISTA:
CARLOS BERMEO

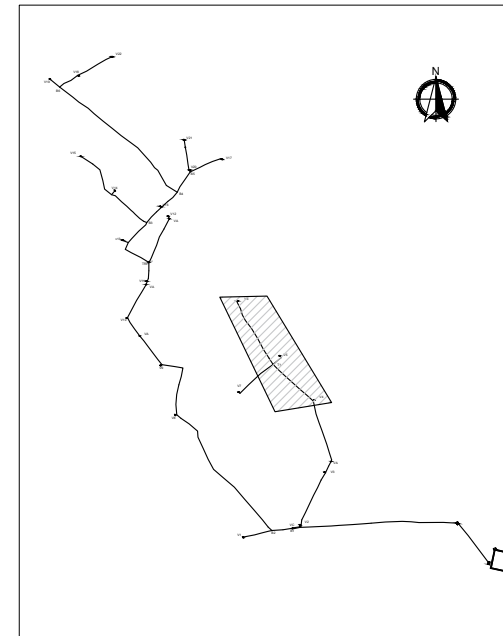
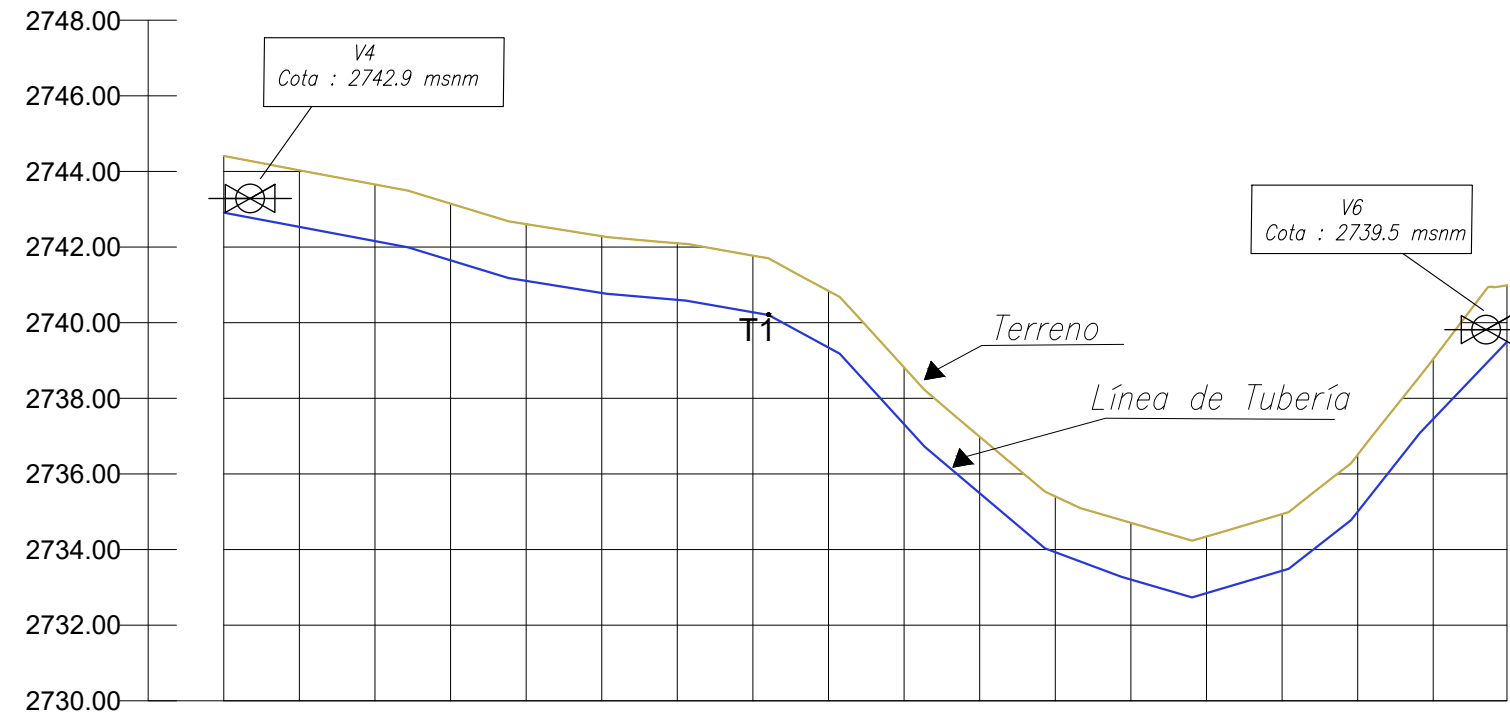
TUTOR:
Ing. M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
PL - 3

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 4. VÁLVULA DE COMPUERTA 4 - VÁLVULA DE COMPUERTA 6



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO 4. VÁLVULA DE COMPUERTA 4 - VÁLVULA DE COMPUERTA 6

PROYECTISTA:
CARLOS BERMEO

TUTOR:
Ing. M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

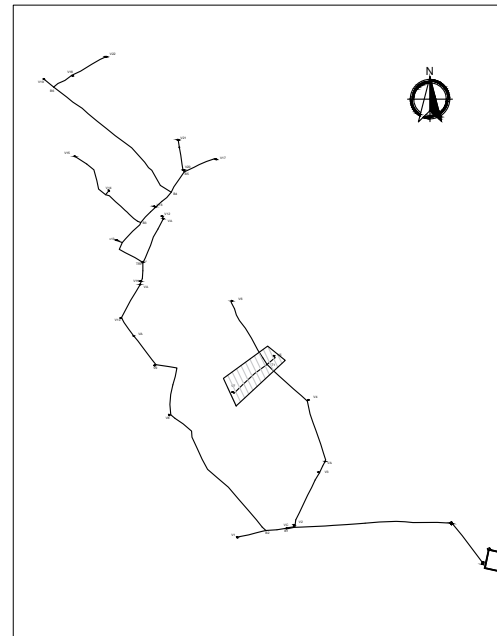
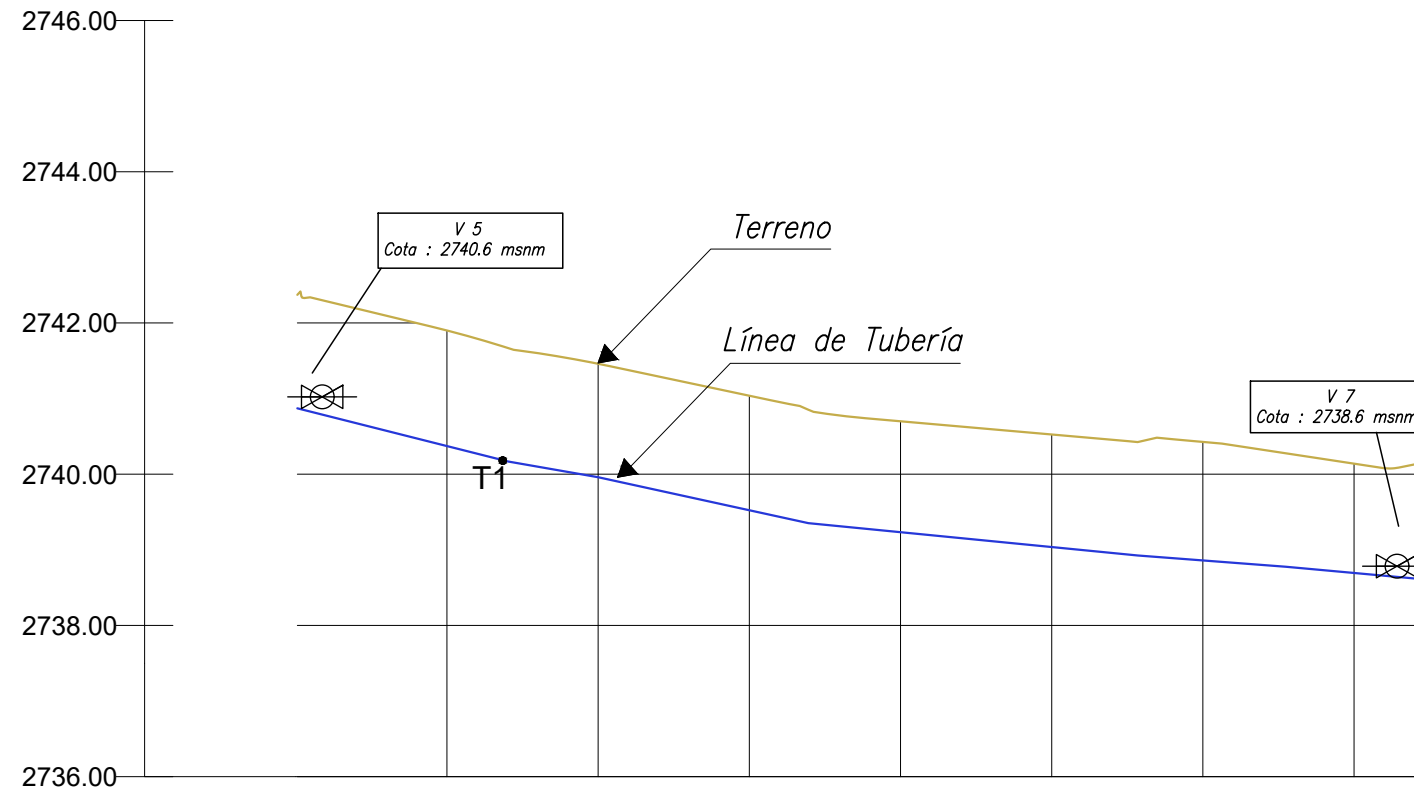
N°
PL - 4

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL : 110 mm PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 339 m																
COTA TERRENO (m)	2744.36	2744.03	2743.66	2743.15	2742.61	2742.29	2742.10	2741.77	2740.84	2738.82	2736.98	2735.41	2734.71	2734.34	2734.94	2736.51	2739.04
COTA PROYECTO (m)	2742.86	2742.53	2742.16	2741.65	2741.11	2740.79	2740.60	2740.28	2739.34	2737.31	2735.49	2733.93	2733.21	2732.85	2733.44	2735.00	2737.45
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.49	1.47	1.50	1.50	1.50	1.51	1.58
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.49	1.47	1.50	1.50	1.50	1.51	1.58
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00	2+00.00	2+20.00	2+40.00	2+60.00	2+80.00	3+00.00	3+20.00

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- ØD DIÁMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 5. VÁLVULA DE COMPUERTA 5 - VÁLVULA DE COMPUERTA 7



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL:110 mm PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa LONGITUD:148.6 m							
COTA TERRENO (m)	2742.02	2741.90	2741.46	2741.04	2740.70	2740.53	2740.43	2740.14
COTA PROYECTO (m)	2740.60	2740.37	2739.96	2739.52	2739.23	2739.04	2738.86	2738.69
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.53	1.50	1.51	1.47	1.49	1.57	1.45
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.53	1.50	1.51	1.47	1.49	1.57	1.45
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- \emptyset D DIÁMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:

PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 5. VÁLVULA DE COMPUERTA 5 - VÁLVULA DE COMPUERTA 7

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

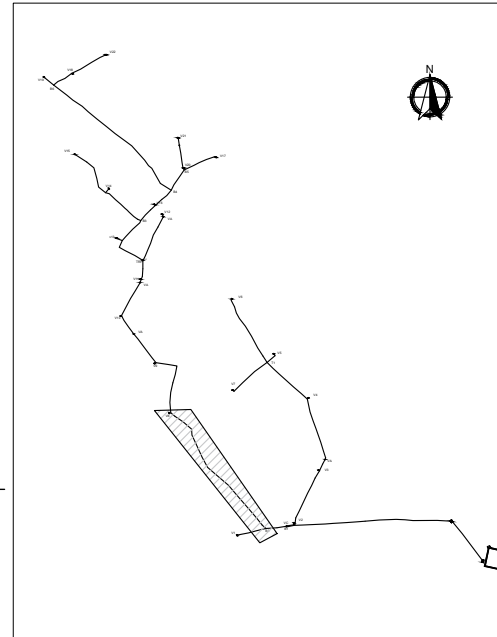
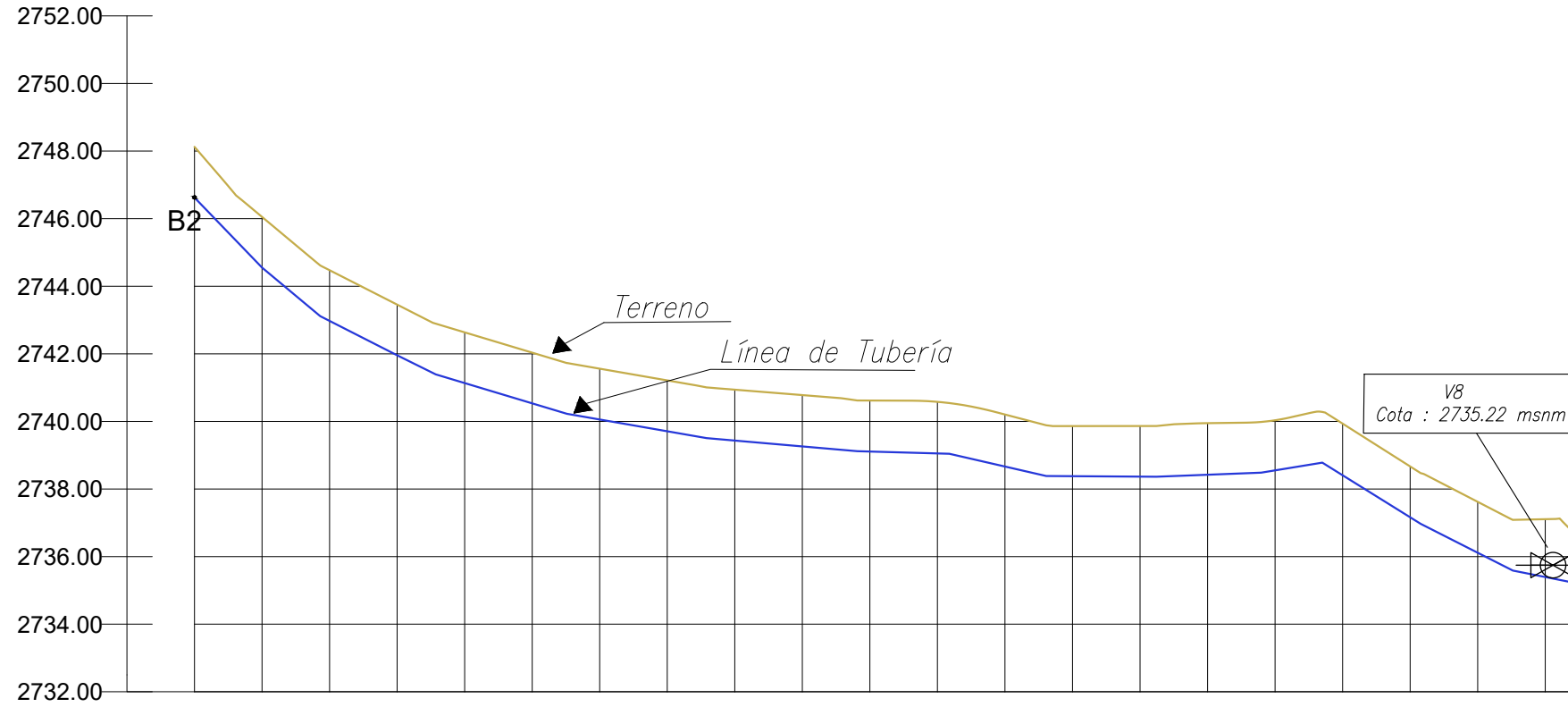
ESCALA: H: 1:1000
V: 1:100

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°

PL -5

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 6. BIFURCACIÓN 2 - VÁLVULA DE COMPUERTA 8



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL : 315 mm PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 408 m																				
COTA TERRENO (m)	2748.72	2746.05	2744.47	2743.46	2742.63	2742.03	2741.56	2741.21	2740.94	2740.78	2740.62	2740.58	2740.20	2739.86	2739.86	2739.95	2740.03	2739.93	2738.67	2737.62	2737.11
COTA PROYECTO (m)	2746.62	2744.55	2742.97	2741.96	2741.13	2740.53	2740.06	2739.71	2739.43	2739.26	2739.11	2739.05	2738.67	2738.38	2738.37	2738.42	2738.55	2738.41	2737.16	2736.11	2735.39
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.51	1.51	1.52	1.51	1.53	1.54	1.48	1.50	1.53	1.48	1.53	1.50	1.51	1.71
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.51	1.51	1.52	1.51	1.53	1.54	1.48	1.50	1.53	1.48	1.53	1.50	1.51	1.71
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00	2+00.00	2+20.00	2+40.00	2+60.00	2+80.00	3+00.00	3+20.00	3+40.00	3+60.00	3+80.00	4+00.00

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- \varnothing D DÍAMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO 6. BIFURCACIÓN 2 - VÁLVULA DE COMPUERTA 8

PROYECTISTA:
CARLOS BERMEO

TUTOR:
Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
PL - 6

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 7. VÁLVULA DE COMPUERTA 8 - VÁLVULA DE COMPUERTA 10

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

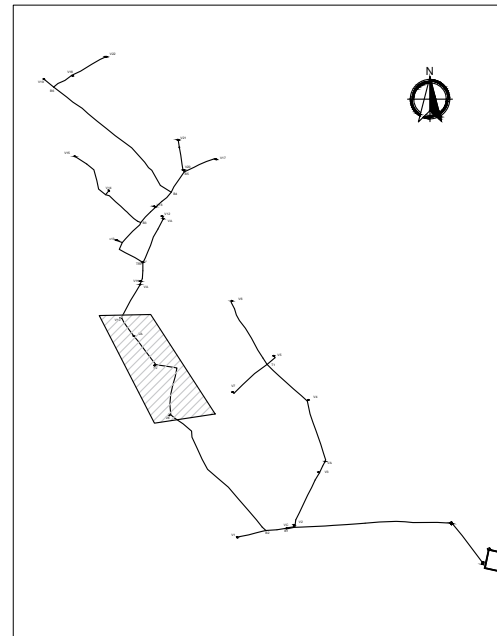
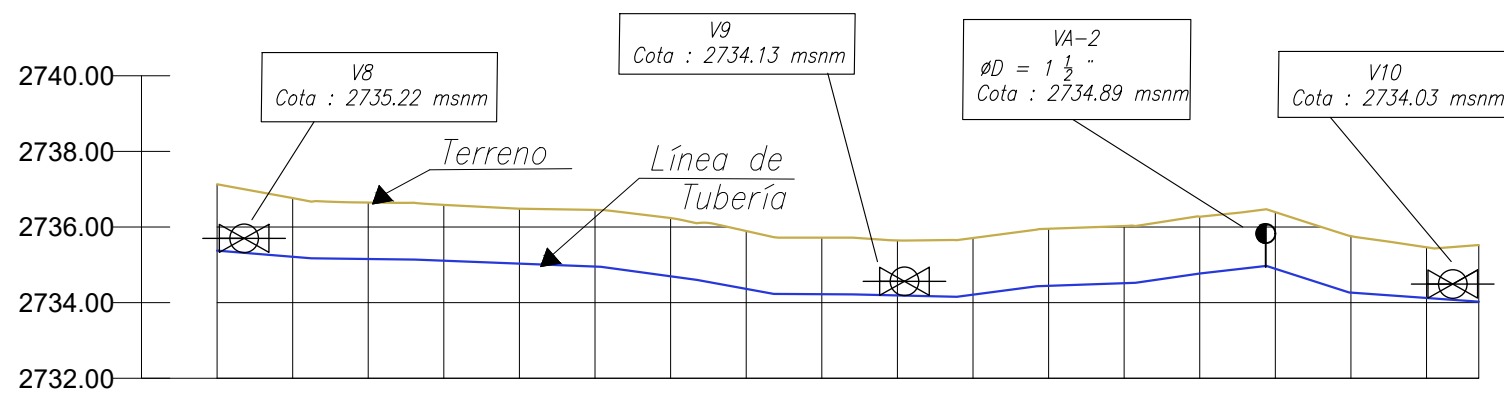
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

PLANO:
PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO 7. VÁLVULA DE COMPUERTA 8
- VÁLVULA DE COMPUERTA 10

PROYECTISTA:
CARLOS BERMEO

TUTOR:
Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

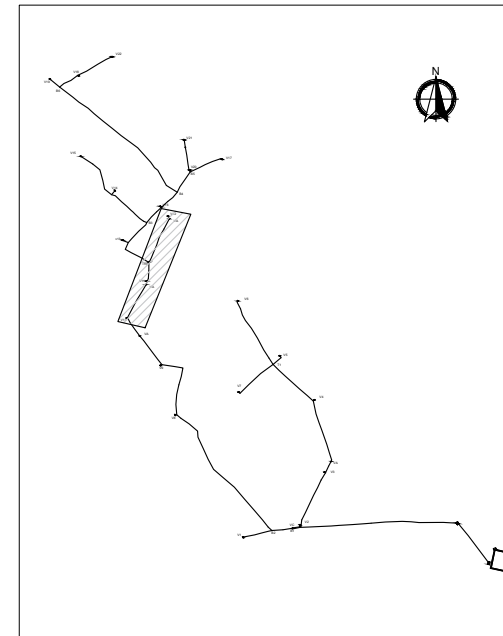
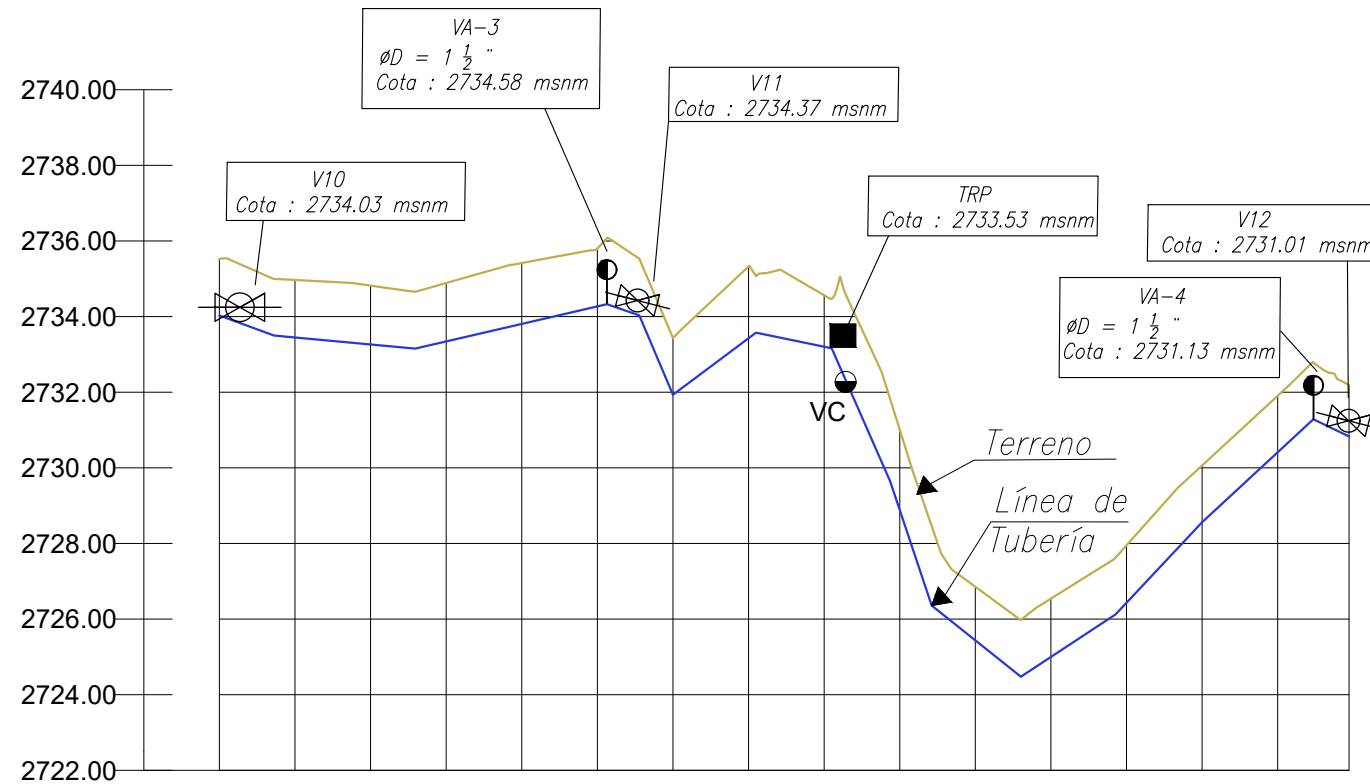
N°
PL - 7

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- ∅D DIÁMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL: 315 mm PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 336m																
COTA TERRENO (m)	2736.78	2736.77	2736.65	2736.59	2736.48	2736.45	2736.24	2735.89	2735.72	2735.64	2735.71	2735.95	2736.03	2736.27	2736.39	2735.76	2735.46
COTA PROYECTO (m)	2735.22	2735.21	2735.15	2735.11	2735.03	2734.95	2734.70	2734.36	2734.22	2734.19	2734.21	2734.44	2734.51	2734.77	2734.89	2734.26	2734.12
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.55	1.49	1.48	1.45	1.50	1.54	1.53	1.50	1.45	1.50	1.51	1.51	1.50	1.50	1.50	1.34
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.55	1.49	1.48	1.45	1.50	1.54	1.53	1.50	1.45	1.50	1.51	1.51	1.50	1.50	1.50	1.34
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00	2+00.00	2+20.00	2+40.00	2+60.00	2+80.00	3+00.00	3+20.00

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 8. VÁLVULA DE COMPUERTA 10 - VÁLVULA DE COMPUERTA 12



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL: 315 mm					MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL: 110 mm									
	PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 164 m					PRESIÓN DE TRA.: 0.63 MPa LONGITUD T.: 134 m									
COTA TERRENO (m)	2735.53	2734.97	2734.82	2734.89	2735.42	2735.80	2733.43	2735.33	2734.56	2731.01	2726.85	2726.54	2727.95	2730.06	2731.91
COTA PROYECTO (m)	2734.03	2733.45	2733.26	2733.34	2733.81	2734.27	2731.93	2733.43	2733.20	2728.89	2725.44	2725.00	2726.43	2728.56	2730.41
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.52	1.56	1.54	1.61	1.53	1.50	1.90	1.36	2.12	1.42	1.54	1.52	1.50	1.50
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.52	1.56	1.54	1.61	1.53	1.50	1.90	1.36	2.12	1.42	1.54	1.52	1.50	1.50
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00	2+00.00	2+20.00	2+40.00	2+60.00	2+80.00

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- $\varnothing D$ DIÁMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:

PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 8. VÁLVULA DE COMPUERTA 10 - VÁLVULA DE COMPUERTA 12

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

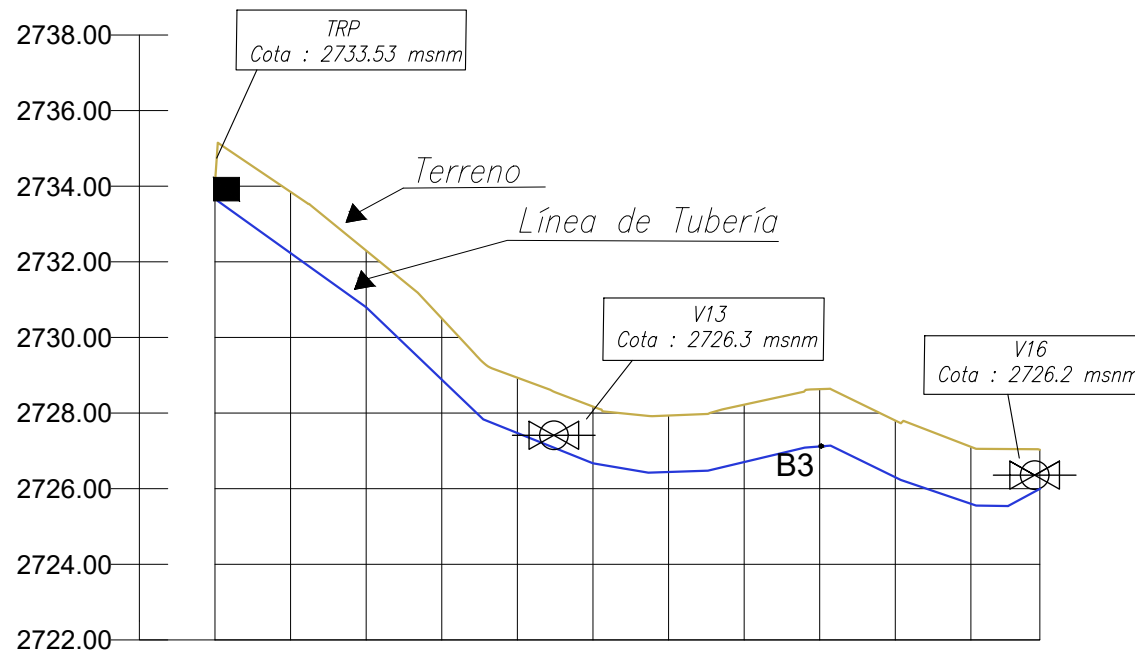
ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

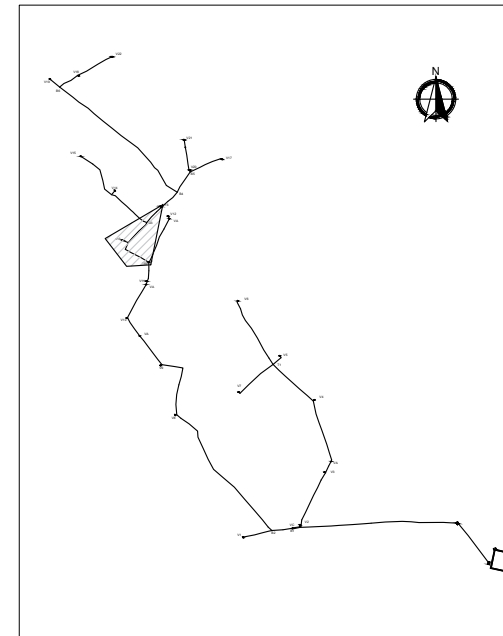
N°

PL - 8

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 9. TANQUE ROMPE PRESIÓN - VÁLVULA DE COMPUERTA 16



DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL: 250 mm PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 218 m										
COTA TERRENO (m)	2735.03	2733.85	2732.30	2730.50	2728.94	2728.17	2727.93	2728.22	2728.63	2727.80	2727.11
COTA PROYECTO (m)	2733.53	2732.23	2730.80	2728.89	2727.47	2726.67	2726.44	2726.70	2727.12	2726.30	2725.60
ALTURA CORTE (m)	-1.50	-1.62	-1.50	-1.62	-1.46	-1.50	-1.49	-1.52	-1.52	-1.50	-1.51
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.62	1.50	1.62	1.46	1.50	1.49	1.52	1.52	1.50	1.51
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00	2+00.00



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- ØD DIÁMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:

PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO 9. TANQUE ROMPE PRESIÓN - VÁLVULA DE COMPUERTA 16

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

Ing. M.Sc. LUÍS RÍOS

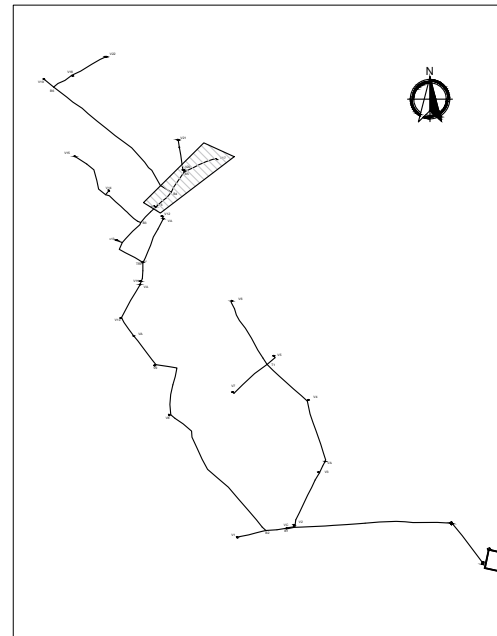
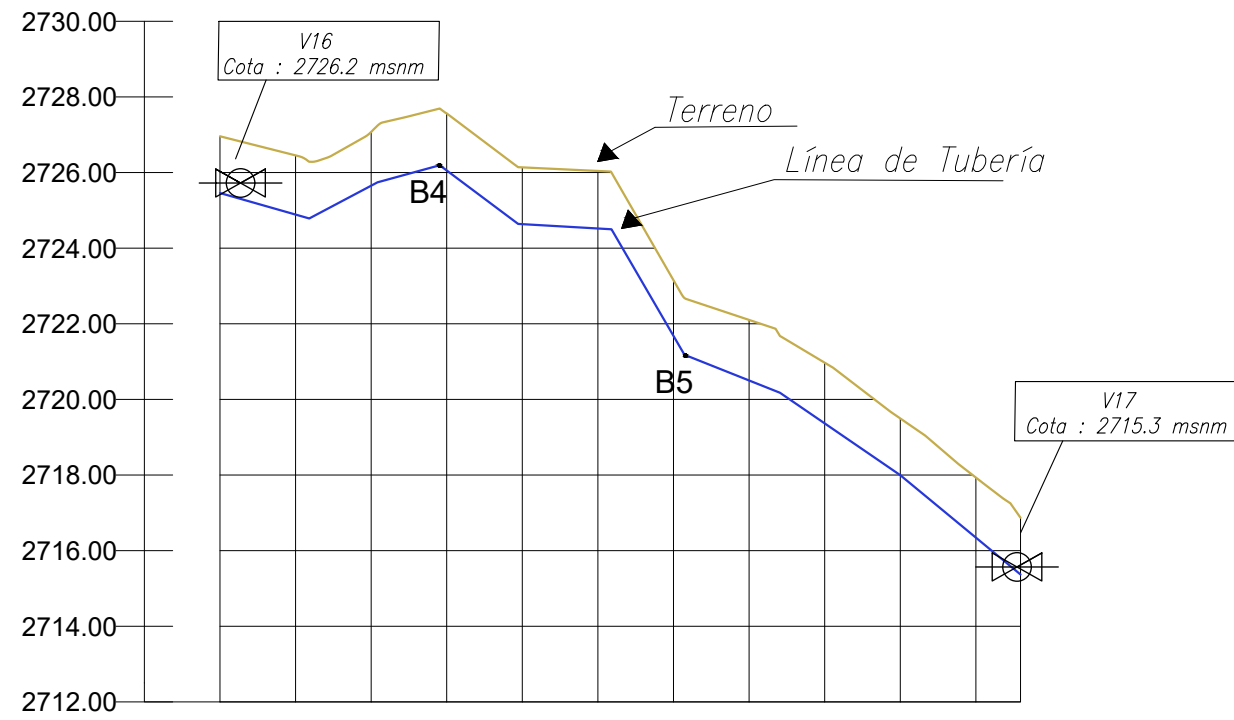
ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°

PL - 9

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 10. VÁLVULA DE COMPUERTA 16 - VÁLVULA DE COMPUERTA 17



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL: 250 mm PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 58 m	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL: 110 mm PRESIÓN DE TRABAJO: 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 153 m									
COTA TERRENO (m)	2727.70	2726.45	2727.07	2727.56	2726.14	2726.04	2723.15	2722.10	2720.97	2719.50	2717.93
COTA PROYECTO (m)	2726.20	2724.89	2725.65	2726.06	2724.64	2724.52	2721.68	2720.50	2719.37	2718.00	2716.34
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.56	1.42	1.51	1.50	1.52	1.47	1.60	1.61	1.50	1.59
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.56	1.42	1.51	1.50	1.52	1.47	1.60	1.61	1.50	1.59
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00	2+00.00

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- ØD DIÁMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:

PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO 10. VÁLVULA DE COMPUERTA 16 - VÁLVULA DE COMPUERTA 17

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

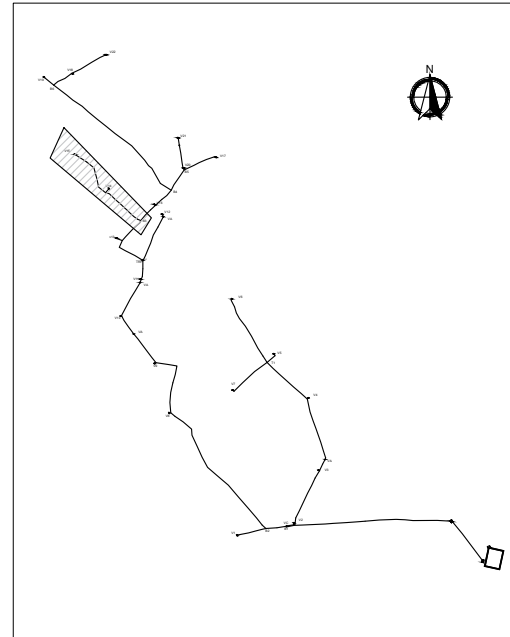
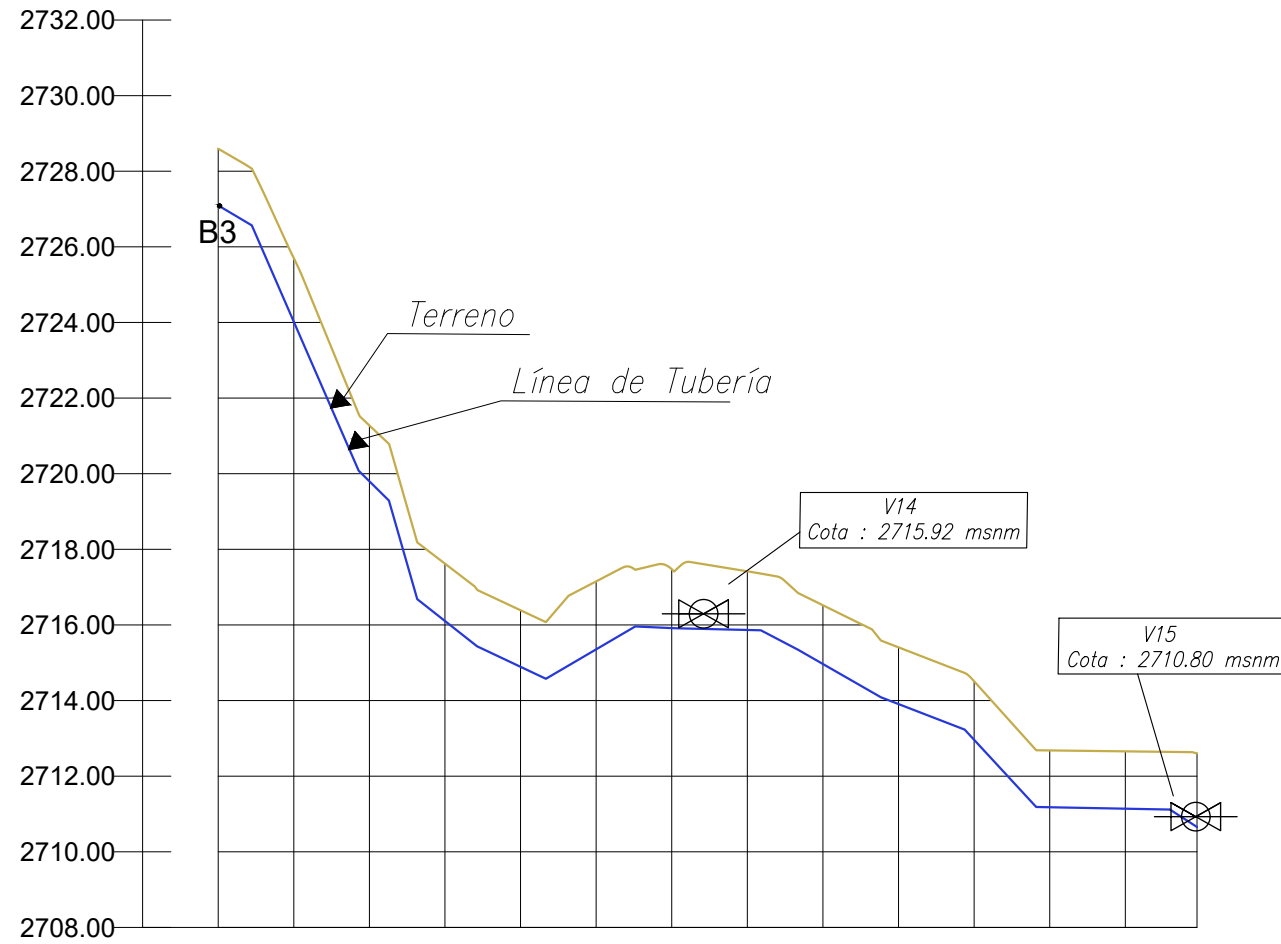
ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°

PL - 10

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 11. BIFURCACIÓN 3 - VÁLVULA DE COMPUERTA 15



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA	
	V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
	VA VÁLVULA DE AIRE
	VC VÁLVULA DE CONTROL
	TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
	TC TANQUE DE CARGA
\varnothing D	DÍAMETRO DE VÁLVULA
B1	BIFURCACIÓN
T1	TRIFURCACIÓN

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL: 110 mm PRESIÓN NOMINAL: 0.63 MPa LONGITUD TOTAL: 259 m												
COTA TERRENO (m)	2728.63	2725.70	2721.28	2717.62	2716.39	2717.15	2717.47	2717.42	2716.52	2715.41	2714.51	2712.68	2712.66
COTA PROYECTO (m)	2727.13	2724.02	2719.80	2716.10	2714.89	2715.35	2715.92	2715.87	2714.97	2713.91	2712.96	2711.18	2711.14
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.68	1.48	1.52	1.50	1.80	1.56	1.55	1.55	1.50	1.55	1.50	1.52
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.68	1.48	1.52	1.50	1.80	1.56	1.55	1.55	1.50	1.55	1.50	1.52
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00	2+00.00	2+20.00	2+40.00

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:
 DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
 PERFIL LONGITUDINAL TRAMO 11. BIFURCACIÓN 3 - VÁLVULA DE COMPUERTA 15

PROYECTISTA:
 CARLOS BERMEO

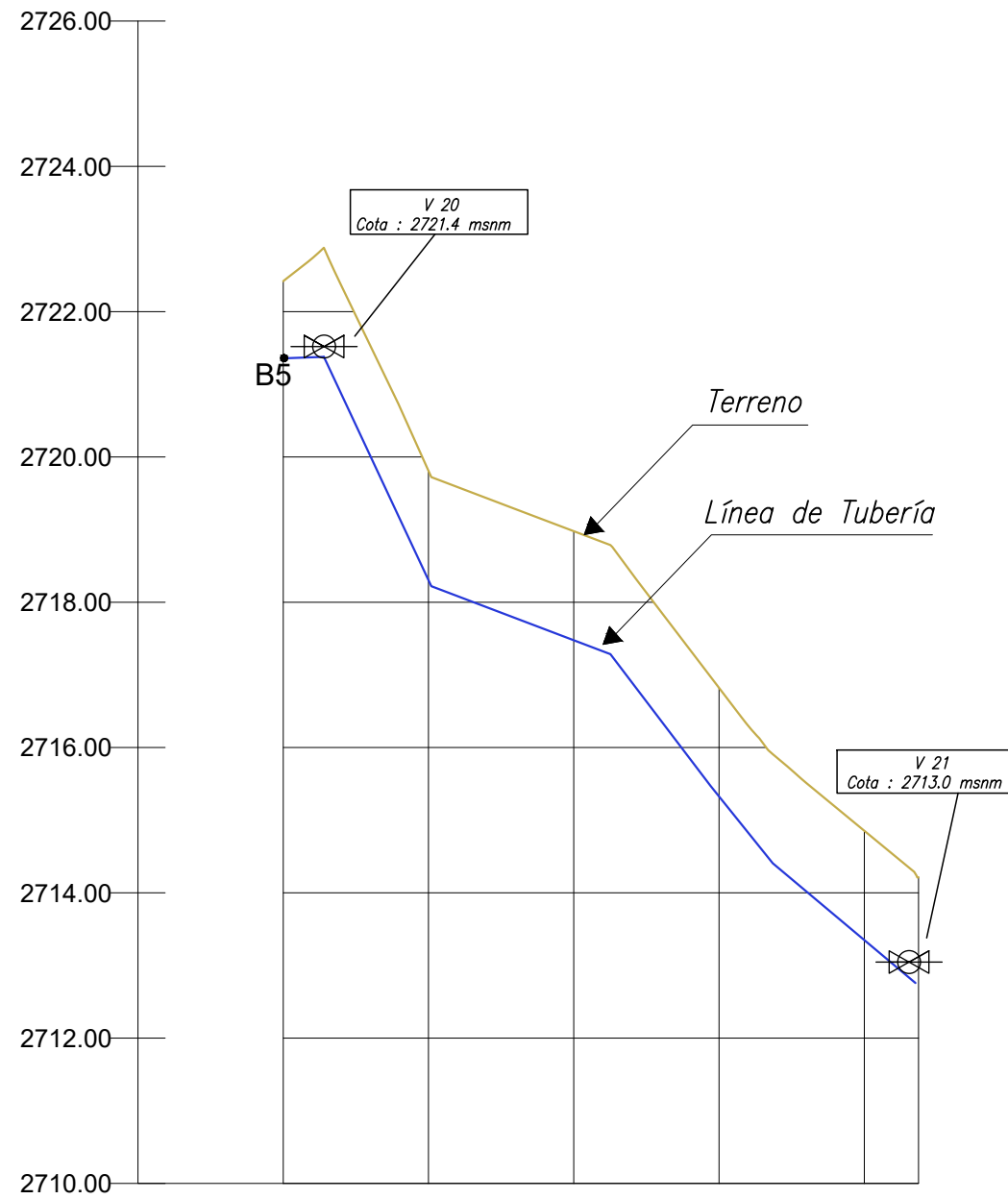
TUTOR:
 Ing. M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: H: 1:2000
 V: 1:200

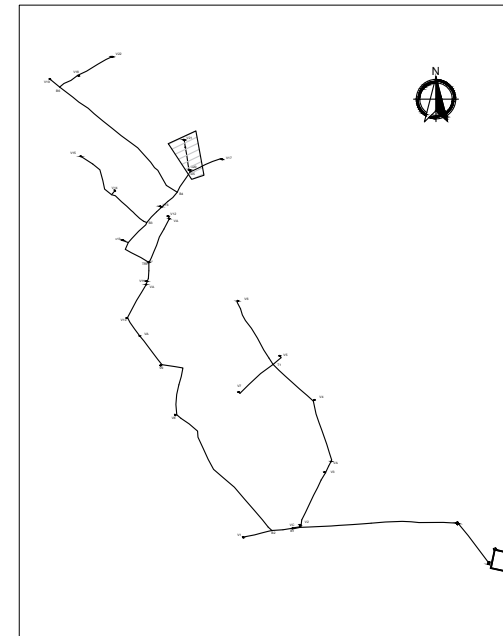
FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
PL -11

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 12. BIFURCACIÓN 5 - VÁLVULA DE COMPUERTA 21



DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL: 110 mm PRESIÓN DE TRAB.: 0.63 MPa LONGITUD: 87 m				
COTA TERRENO (m)	2722.94	2719.81	2718.98	2716.82	2714.85
COTA PROYECTO (m)	2721.43	2718.30	2717.48	2715.33	2713.35
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.51	1.50	1.49	1.50
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.51	1.50	1.49	1.50
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

SIMBOLOGÍA	
	V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
	VA VÁLVULA DE AIRE
	VC VÁLVULA DE CONTROL
	TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
	TC TANQUE DE CARGA
\varnothing D	DÍAMETRO DE VÁLVULA
B1	BIFURCACIÓN
T1	TRIFURCACIÓN

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:
PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO 12. BIFURCACIÓN 5 - VÁLVULA DE COMPUERTA 21

PROYECTISTA:
CARLOS BERMEO

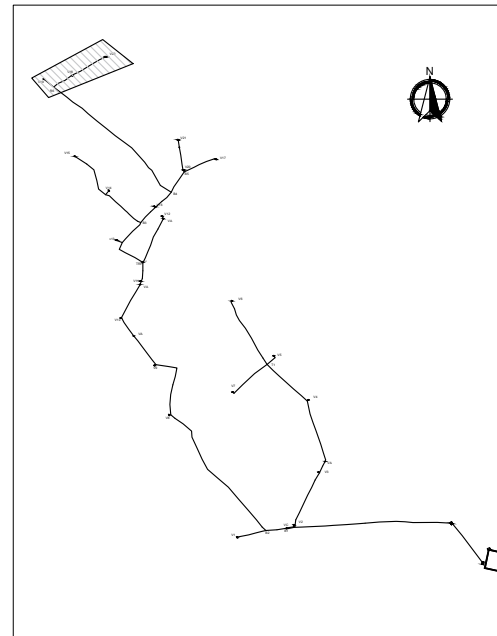
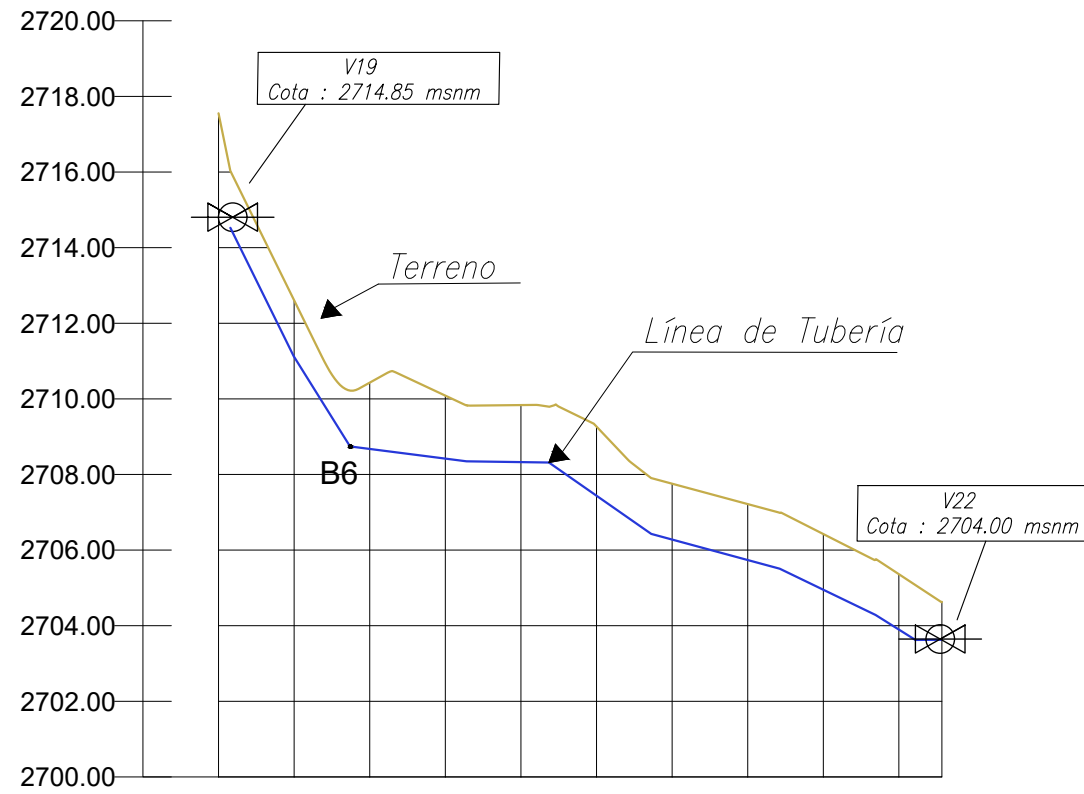
TUTOR:
Ing. M.Sc. LUÍS RÍOS

ESCALA: H: 1:1000
V: 1:100

FECHA: 07 / 09 / 2022

N°
PL -12

PERFIL LONGITUDINAL: TRAMO 14. VÁLVULA DE COMPUERTA 19 - VÁLVULA DE COMPUERTA 22



PLANO DE UBICACIÓN Esc: 1:20000

DATOS HIDRÁULICOS	MATERIAL: PVC DIÁMETRO NOMINAL : 110 mm PRESIÓN DE TRAB.: 0.63MPa LONGITUD TOTAL: 193 m									
COTA TERRENO (m)	2716.35	2712.61	2710.43	2710.09	2709.84	2709.27	2707.76	2707.22	2706.43	2705.36
COTA PROYECTO (m)	2714.85	2711.11	2708.68	2708.42	2708.33	2707.44	2706.28	2705.74	2704.95	2703.90
ALTURA CORTE (m)	1.50	1.50	1.75	1.67	1.51	1.83	1.48	1.48	1.47	1.47
ALTURA RELLENO (m)	1.50	1.50	1.75	1.67	1.51	1.83	1.48	1.48	1.47	1.47
ABSCISA (m)	0+00.00	0+20.00	0+40.00	0+60.00	0+80.00	1+00.00	1+20.00	1+40.00	1+60.00	1+80.00

SIMBOLOGÍA

- V1 VÁLVULA DE COMPUERTA
- VA VÁLVULA DE AIRE
- VC VÁLVULA DE CONTROL
- TRP TANQUE ROMPE PRESIÓN
- TC TANQUE DE CARGA
- ØD DIÁMETRO DE VÁLVULA
- B1 BIFURCACIÓN
- T1 TRIFURCACIÓN

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67 Y PROPUESTA PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO - RESERVORIO 67

PLANO:

PERFIL LONGITUDINAL
TRAMO 14. VÁLVULA DE COMPUERTA 19 - VÁLVULA DE COMPUERTA 22

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

Ing.M.Sc. LUÍS RÍOS

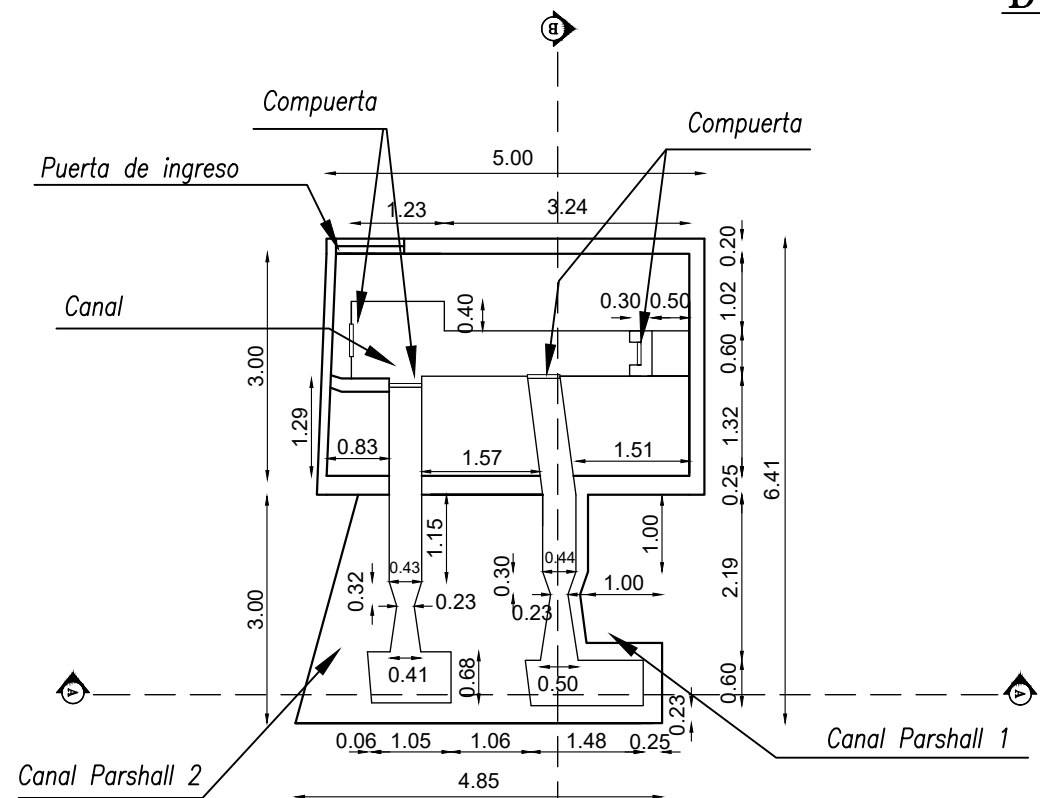
ESCALA: H: 1:2000
V: 1:200

FECHA: 07 / 09 / 2022

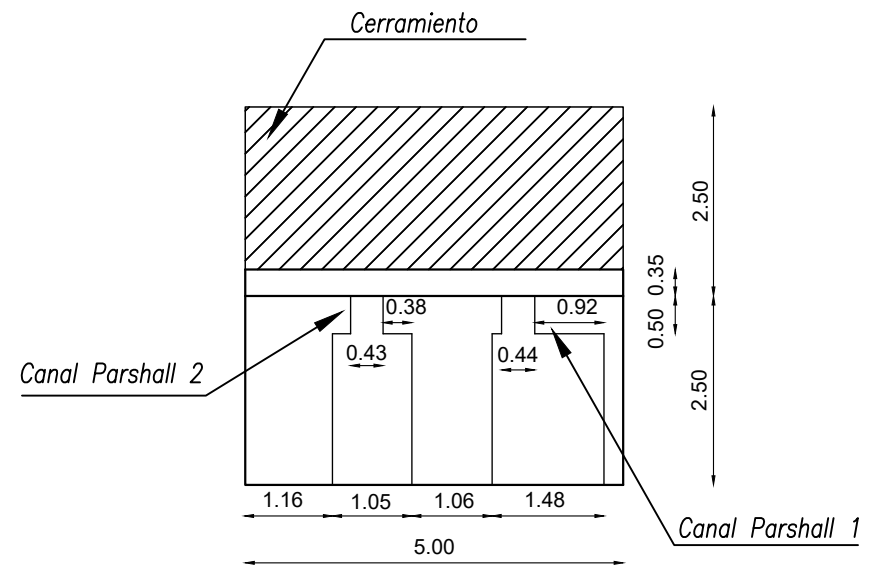
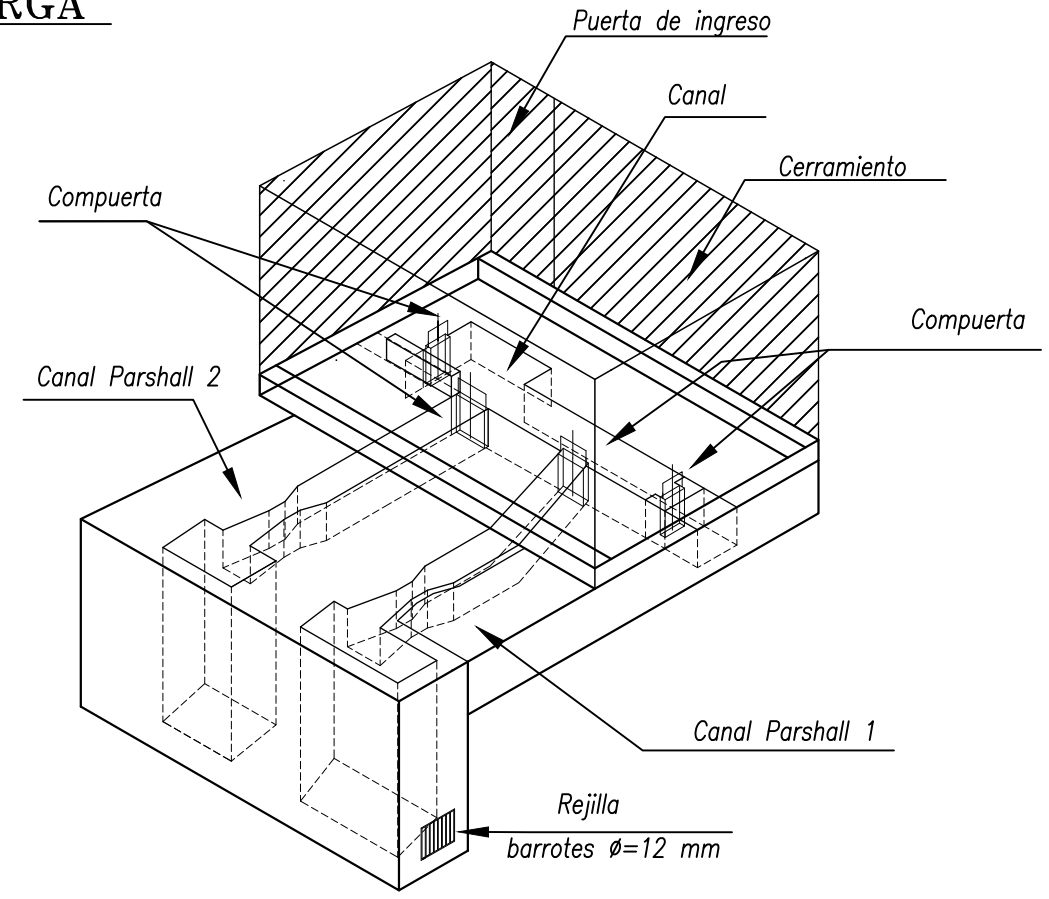
N°

PL -14

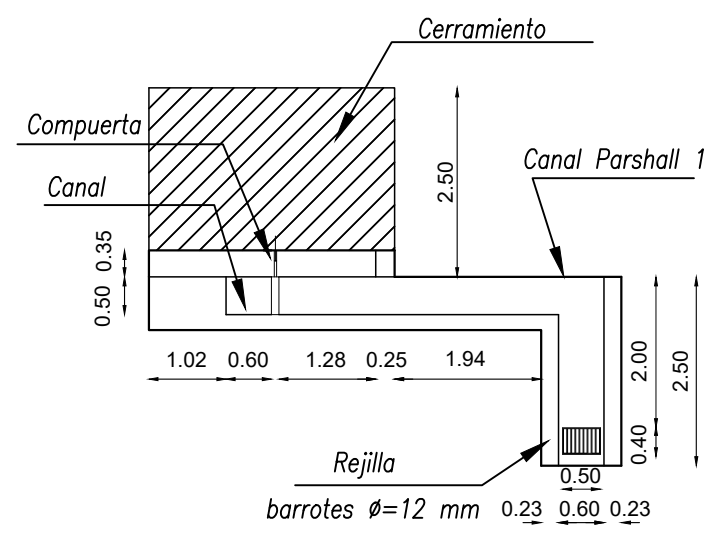
CÁMARA DEL TANQUE DE CARGA



PLANTA
ESCALA: 1:100



CORTE A-A
ESCALA: 1:100



CORTE B-B
ESCALA: 1:100

IMAGEN REFERENCIAL



**ESCUELA POLITECNICA
NACIONAL**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO
HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO
PORLÓN - EL SOCORRO -
RESERVORIO 67 Y PROPUESTA
PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO DE LA RED DE
RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO -
RESERVORIO 67

PLANO:

ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS -
CÁMARA DEL TANQUE
DE CARGA

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

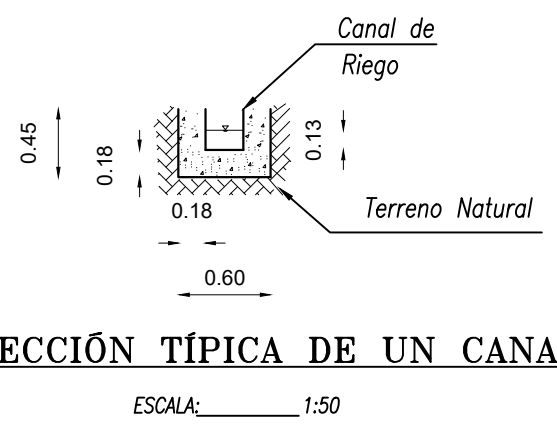
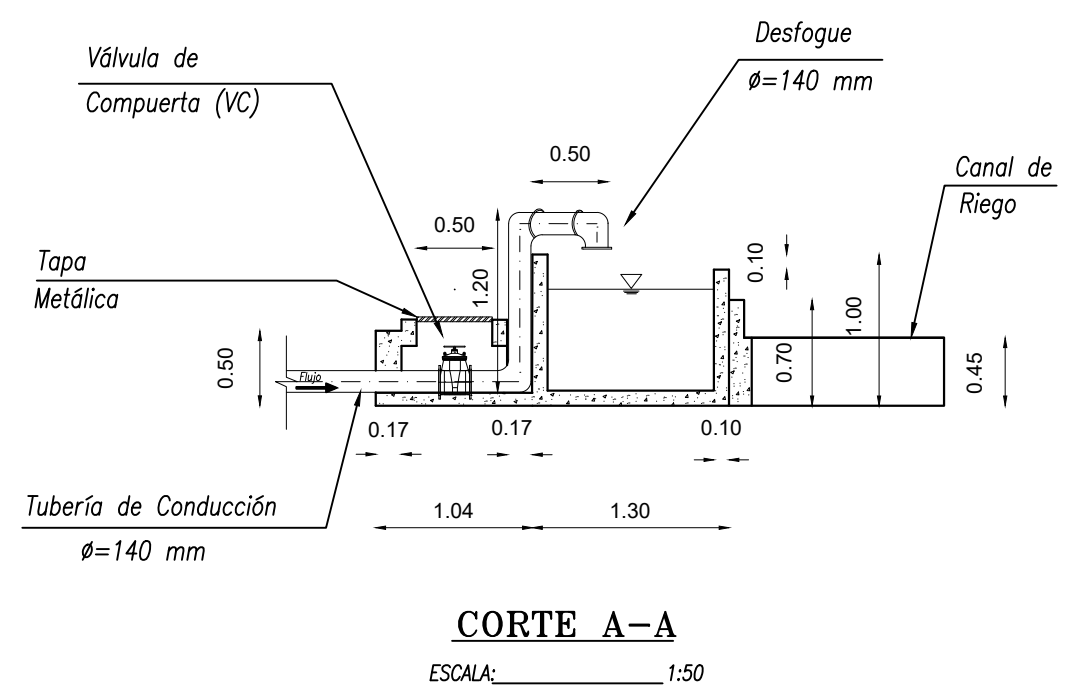
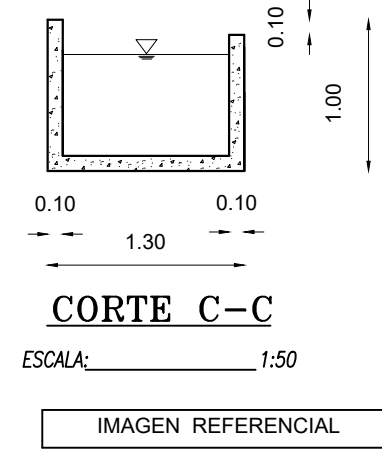
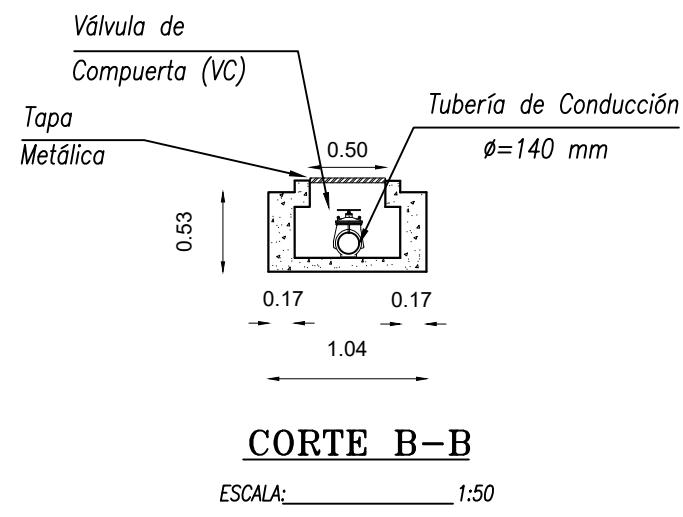
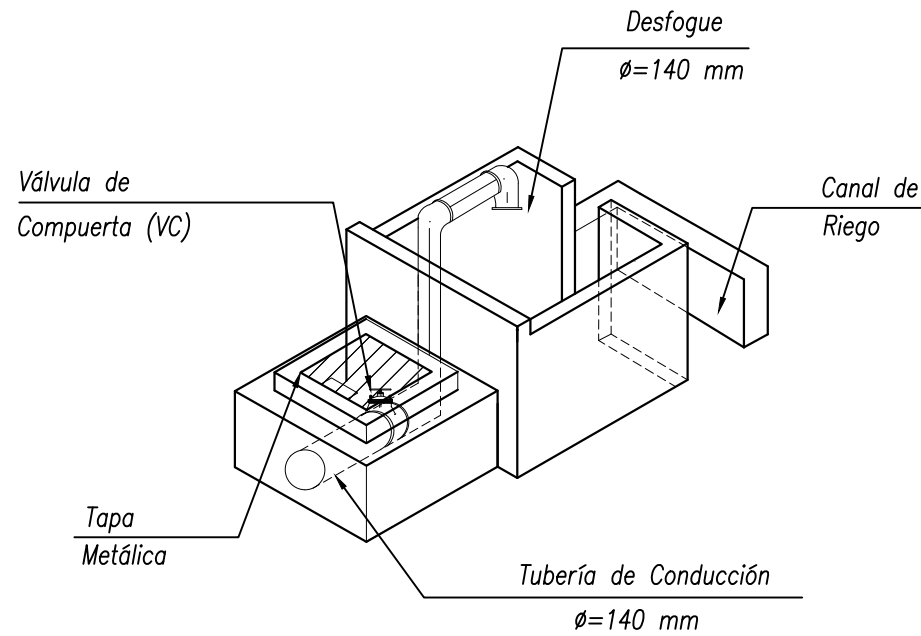
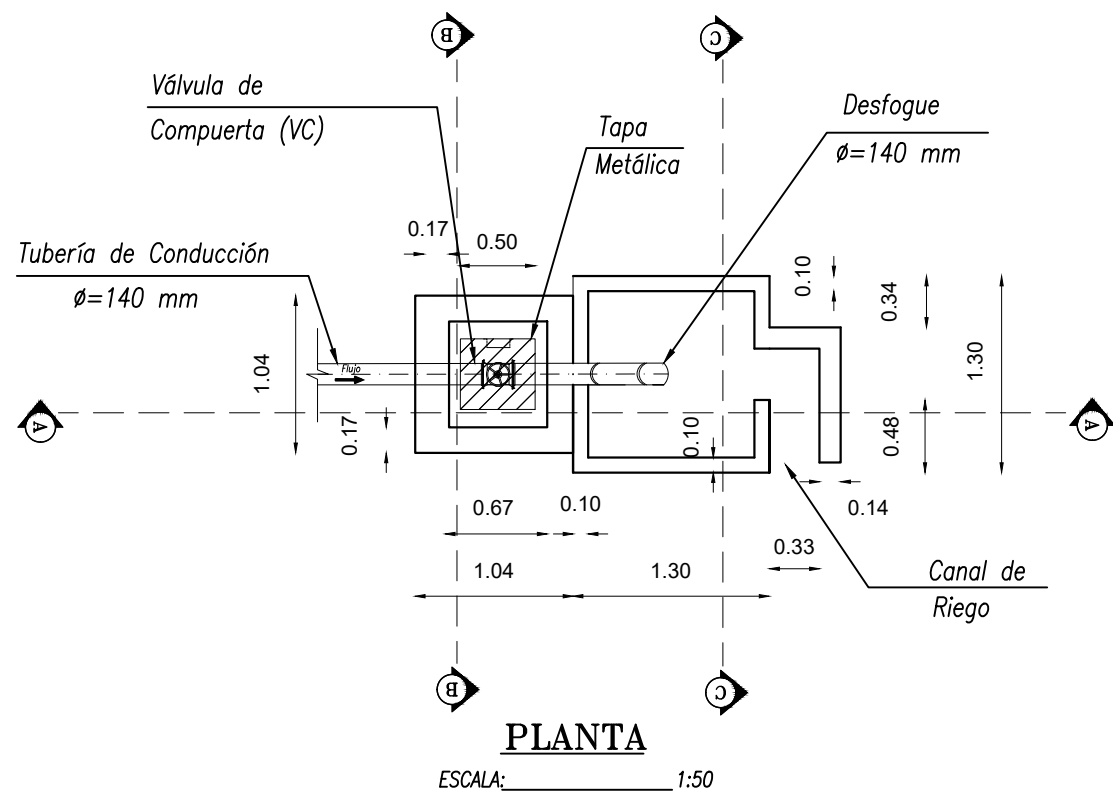
ING. LUÍS RÍOS

ESCALA: 1:100

FECHA: 22 / 08 / 2022

N°
EH - 1

CÁMARA TÍPICA DE VÁLVULAS DE COMPUERTA



**ESCUELA POLITECNICA
NACIONAL**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO
HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO
PORLÓN - EL SOCORRO -
RESERVORIO 67 Y PROPUESTA
PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO DE LA RED DE
RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO -
RESERVORIO 67

PLANO: **ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS -
CÁMARA TÍPICA DE VÁLVULAS
DE COMPUERTA**

PROYECTISTA: **CARLOS BERMEO**

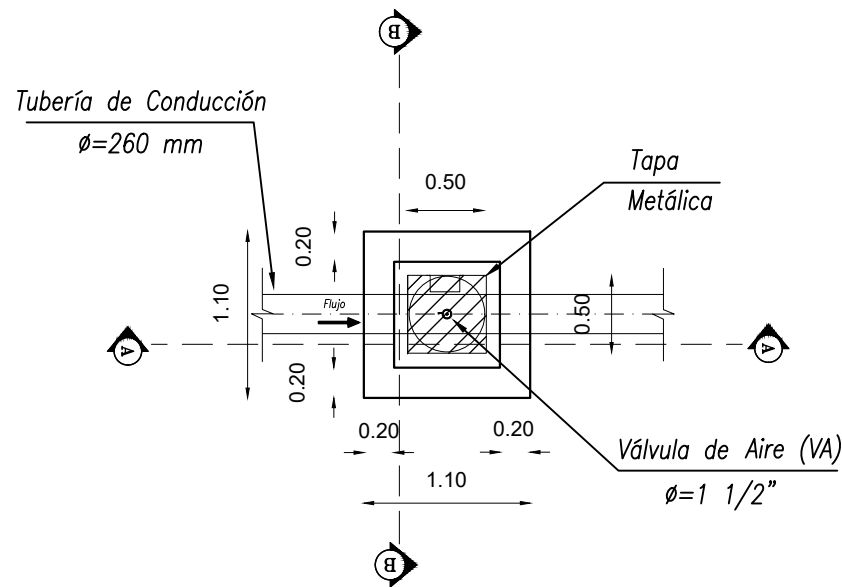
TUTOR: **ING. LUÍS RÍOS**

ESCALA: 1:50

FECHA: 22 / 08 / 2022

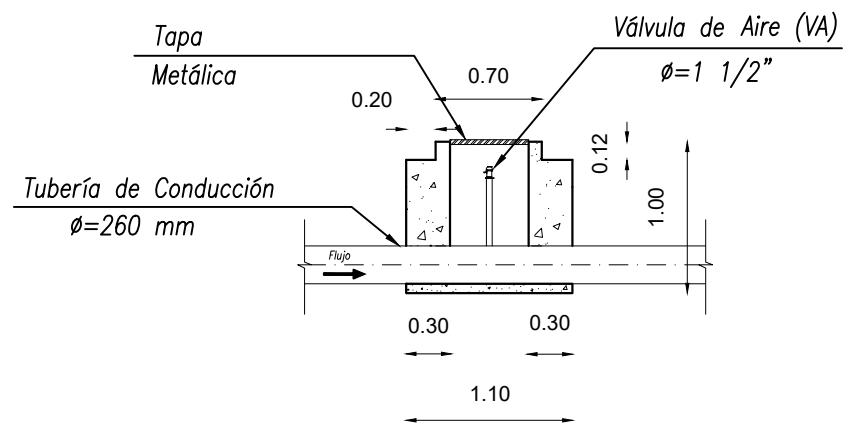
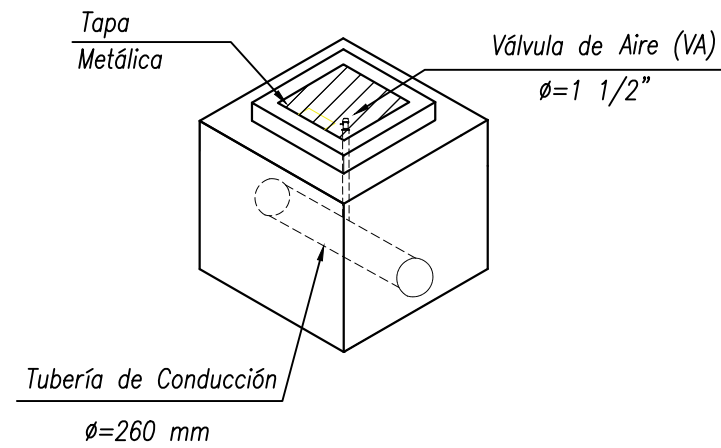
N°
EH -2

CÁMARA TÍPICA DE VÁLVULAS DE AIRE



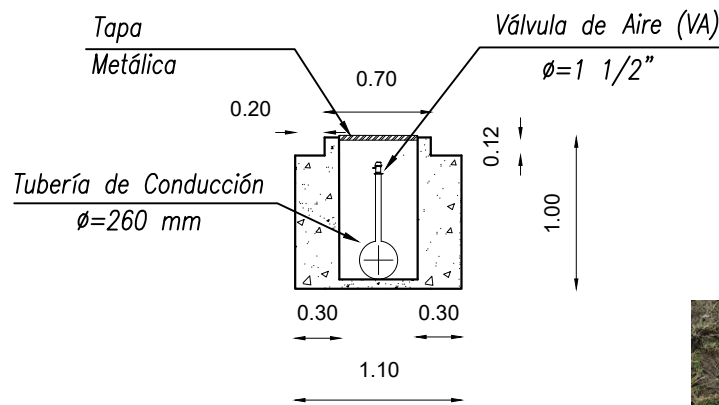
PLANTA

ESCALA: 1:50



CORTE A-A

ESCALA: 1:50



CORTE B-B

ESCALA: 1:50

IMAGEN REFERENCIAL



**ESCUELA POLITECNICA
NACIONAL**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO
HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO
PORLÓN - EL SOCORRO -
RESERVORIO 67 Y PROPUESTA
PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO DE LA RED DE
RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO -
RESERVORIO 67

PLANO:

ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS -
CÁMARA TÍPICA DE VÁLVULAS DE AIRE

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

ING. LUÍS RÍOS

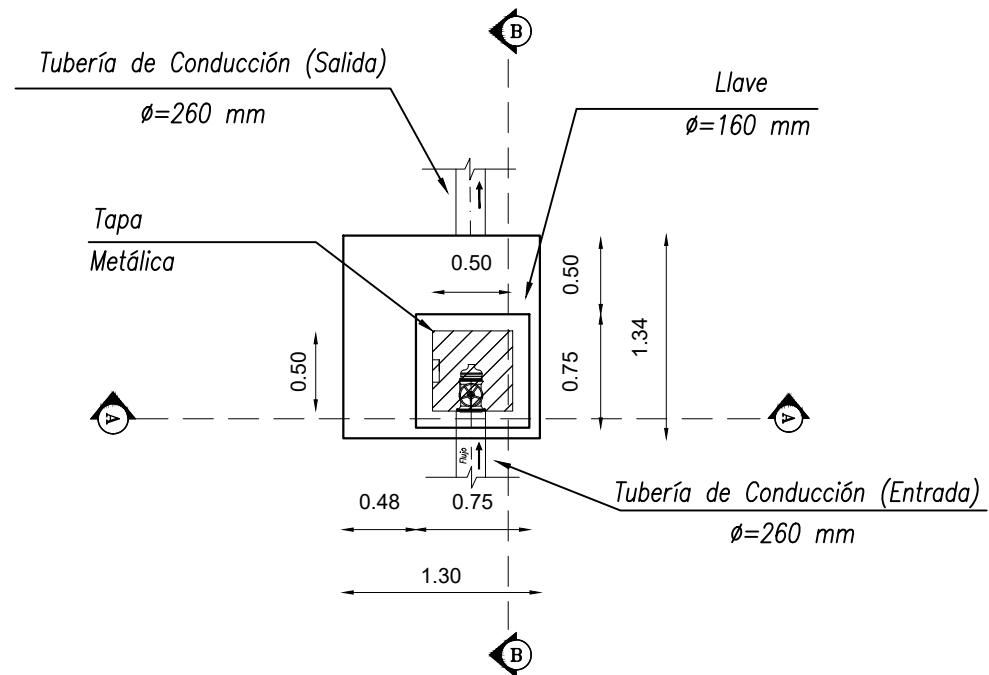
ESCALA: 1:50

FECHA: 22 / 08 / 2022

N°

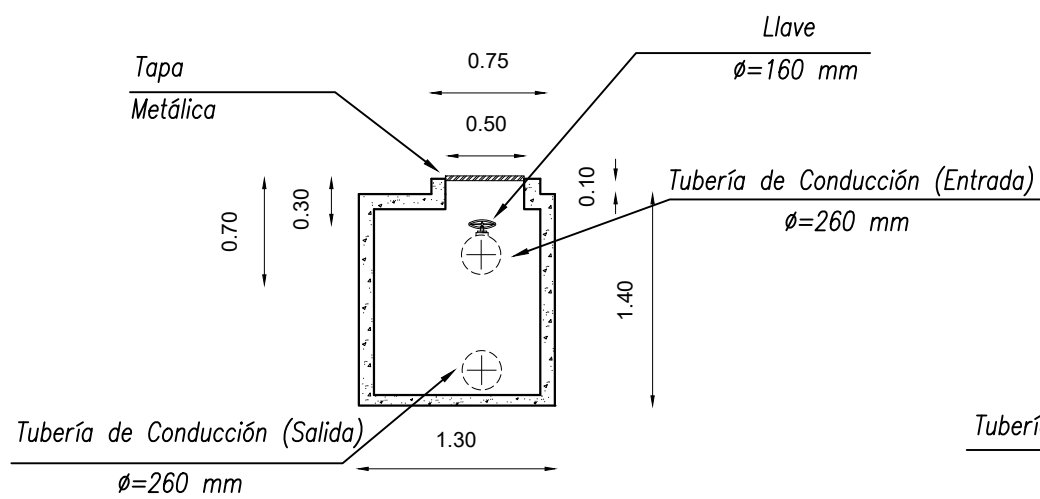
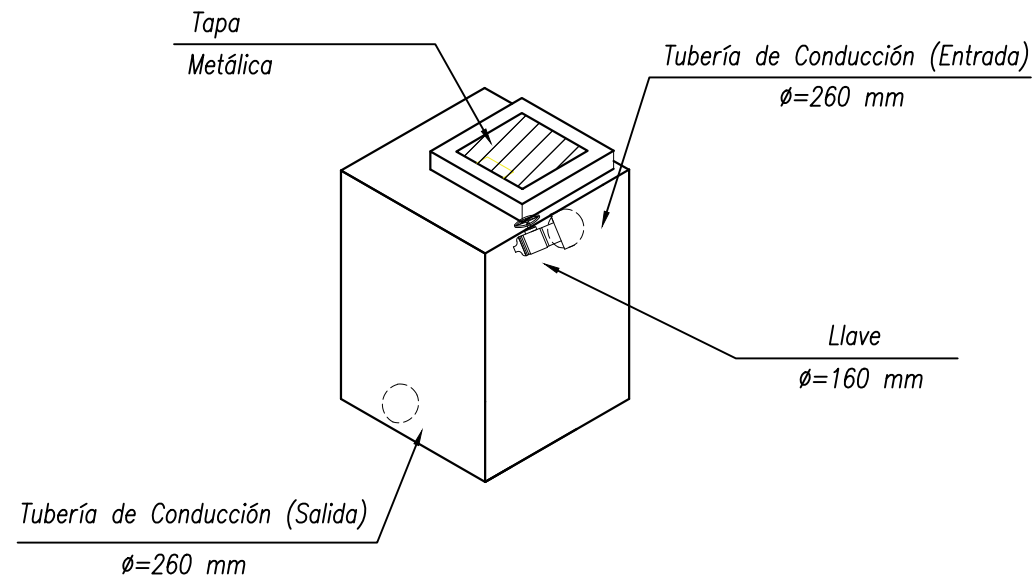
EH -3

CÁMARA DEL TANQUE ROMPE PRESIÓN



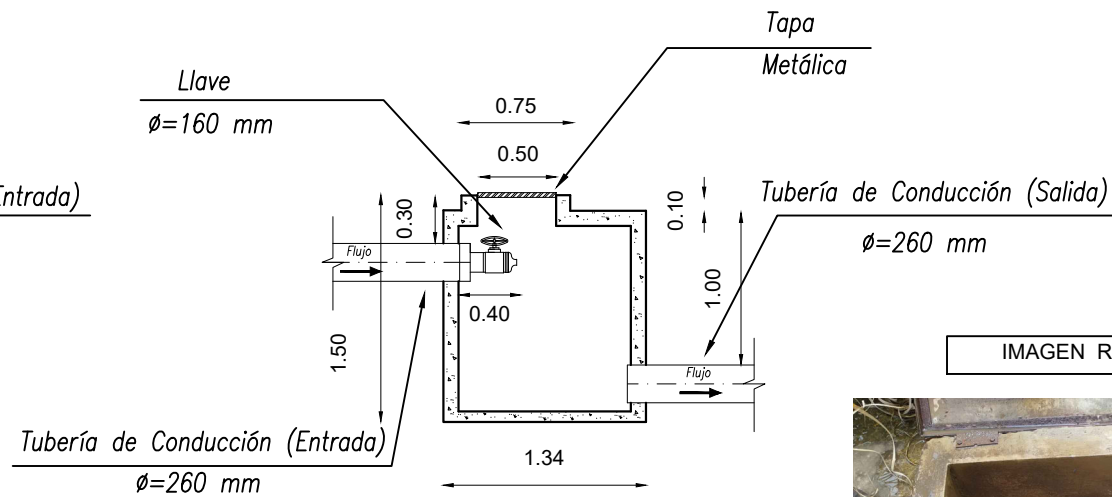
PLANTA

ESCALA: 1:50



CORTE A-A

ESCALA: 1:50



CORTE B-B

ESCALA: 1:50

IMAGEN REFERENCIAL



**ESCUELA POLITECNICA
NACIONAL**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Y AMBIENTAL

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO TITDH1:

DIAGNÓSTICO DEL FUNCIONAMIENTO
HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE RIEGO
PORLÓN - EL SOCORRO -
RESERVORIO 67 Y PROPUESTA
PARA SU ADECUADA OPERACIÓN

COMPONENTE LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO DE LA RED DE
RIEGO PORLÓN - EL SOCORRO -
RESERVORIO 67

PLANO:

ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS -
CÁMARA DEL TANQUE ROMPE PRESIÓN

PROYECTISTA:

CARLOS BERMEO

TUTOR:

ING. LUÍS RÍOS

ESCALA: 1:50

FECHA: 22 / 08 / 2022

N°

EH -4