



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL
BARRIO MARVIN MARÍN DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO
MANAGUA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Silcia Yalena López Navarro

Tutor

M. sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, enero 2021

Dedicatoria

A mis padres, Silvio López y Yalena Navarro.

Silcia Yalena López Navarro.

Agradecimiento

Por el apoyo recibido para la conclusión de la presente, agradezco, primeramente, a la ENACAL, por brindarme la oportunidad de desarrollar el tema monográfico. Retribuyo, sobre todo, a la Ingeniera Loyda Mendieta, jefa del departamento de alcantarillado sanitario de la ENACAL, y al Ingeniero Peter Miranda, ingeniero técnico perteneciente al mismo departamento, por su disponibilidad, aval, y supervisión.

Gratifico a los líderes comunitarios (Domingo Sotelo, Brenda Téllez Rodríguez, María Milagros Treminio, Verónica Cuadras, Olga Murillo, Juan Carlos Hernández, María Elizabeth Medrano y Sergio Ramón Dávila), con especial mención al Sr. Domingo Sotelo; y a la población en general del Barrio Marvin Marín, por su inigualable colaboración y disponibilidad.

Reconozco, igualmente, al M. sc. Ing. Ricardo Fajardo, tutor de la presente, por su soporte, disposición y asiduidad en ambas facetas que hicieron posible esta entrega: Protocolo y monografía.

Finalmente, pero no menos importante, entrego las más sinceras muestras de gratitud a mis padres, Silvio López y Yalena Navarro; y a mi hermana, Silvia López; quienes fueron, sobre todo, los pilares económicos y motivacionales durante la realización de este trabajo monográfico.

A mi padre, por su indiscutible asesoramiento y amparo. A mi hermana, por su empatía, disponibilidad y notable preocupación. Y a mi madre, por su indescriptible esfuerzo, paciencia, apoyo y sugerencias. ¡Muchas gracias!

Silcia Yalena López Navarro.

Resumen del tema

El presente estudio corresponde al diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario para el Barrio Marvin Marín, barrio perteneciente al Distrito III de la ciudad de Managua. El diseño se realizó utilizando el software de modelación hidráulica destinado a sistemas sanitarios, SewerCAD, y el software de hojas de cálculo, Microsoft Excel, con el propósito de comparar sus respectivos resultados; y se centra en los cálculos de generación de caudales de aguas residuales, dimensionamiento hidráulico y control topográfico del sistema.

En el diseño se hizo especial hincapié en mantener el tránsito de los flujos a gravedad hacia el sitio de vertido establecido, utilizando pendientes mínimas, evitando un sobre dimensionamiento, y salvando obstáculos donde se requiriese, así como el cumplimiento de los criterios de diseño permitidos por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, ente regulador, sobre todo al cumplimiento del criterio de la fuerza tractiva mínima.

De ello resultó, en ambas herramientas empleadas, un entramado nuevo de 3,255.40 m de tubería PVC de 150 mm de diámetro, y 212.12 m de tubería PVC de 200 mm de diámetro a rehabilitar; además de pozos de visita sanitarios cuyas profundidades varían desde 1.40 m hasta 6.75 m, de los cuales: 60 pozos de visita sanitarios serán nuevos, dos pozos de visita sanitarios existentes se destruirán, dos existentes se reemplazarán; y uno existente funcionará como sitio de conexión a la red de alcantarillado sanitario existente de la ENACAL, por lo que, para la construcción de dicho sistema se requerirá un total de US \$ 1,193,696.92 (un millón ciento noventa tres mil seiscientos noventa y seis con noventa y dos centavos, dólares estadounidenses).

Cabe señalar que, por su grado de confiabilidad, precisión, utilidad y rapidez, se recomienda diseñar los sistemas de alcantarillado sanitario haciendo uso del software SewerCAD, sobre los comunes dimensionamientos en Microsoft Excel.

Palabras clave: Disposición de aguas residuales, cobertura al servicio de alcantarillado sanitario, dimensionamiento hidráulico, Barrio Marvin Marín, Managua.

Índice de contenido

Capítulo I. Introducción	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	4
1.3. Justificación.....	8
1.4. Objetivos	10
1.4.1. Objetivo general	10
1.4.2. Objetivos específicos.....	10
Capítulo II. Marco teórico	12
2.1. Aguas residuales urbanas	12
2.1.1. Definiciones.....	12
2.1.2. Generación, procedencia y contaminantes	13
2.1.3. Caracterización de las aguas residuales urbanas.....	15
2.1.3.1. Caudales de las aguas residuales urbanas	15
2.1.4. Problemática de las aguas residuales urbanas.....	17
2.2. Sistemas de recolección y evacuación de las aguas residuales urbanas ...	17
2.2.1. Definición de alcantarillado.....	17
2.2.2. Clasificación de los sistemas de alcantarillado	18
2.2.2.1. Sistemas convencionales	18
2.2.2.2. Sistemas no convencionales	19
2.3. Sistemas de alcantarillado sanitario	20
2.3.1. Definición y función	20
2.3.2. Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario	20
2.3.2.1. Tuberías.....	21
2.3.2.2. Pozos de visita sanitario (PVS).....	23
2.4. Estudios básicos de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario	24
2.4.1. Estudio socioeconómico	24
2.4.2. Estudio del consumo de agua potable	25
2.4.3. Estudio topográfico	25

2.5. Parámetros básicos de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario ...	26
2.5.1. Período de diseño	26
2.5.2. Población del proyecto	27
2.5.3. Dotaciones	28
2.5.4. Contribuciones de aguas residuales	29
2.5.4.1. Gasto medio doméstico	29
2.5.4.2. Gastos de descarga concentrada	29
2.5.4.3. Gasto de infiltración	30
2.5.4.4. Gasto mínimo doméstico	30
2.5.4.5. Gasto máximo doméstico	31
2.5.4.6. Gasto de diseño	31
2.6. Consideraciones para el diseño hidráulico del sistema.....	31
2.6.1. Velocidades.....	32
2.6.2. Pendientes	32
2.6.3. Fuerza tractiva.....	33
2.6.4. Diámetros	33
2.6.5. Profundidades de zanjas	33
2.7. Software de modelación hidráulica	33
2.7.1. Generalidades de la modelación hidráulica	33
2.7.2. Software de modelación: SewerCAD.....	34
Capítulo III. Diseño metodológico.....	36
3.1. Metodología: Plan de trabajo.....	36
3.1.1. Primera fase: Levantamiento de información primaria	36
3.1.2. Segunda fase: Procesamiento y análisis de la información obtenida.....	38
3.1.3. Tercera fase: Diseño hidráulico del sistema	40
3.1.4. Cuarta fase: Estimación del presupuesto para la ejecución de la obra	40
3.2. Criterios de diseño	40
3.2.1. Parámetros básicos de diseño	41
3.2.1.1. Tipo de sistema de recolección	41
3.2.1.2. Período de diseño	41

3.2.1.3. Áreas de proyecto	41
3.2.1.4. Población de diseño	41
3.2.1.5. Dotaciones	42
3.2.1.5.1. Dotaciones de agua potable	42
3.2.1.5.2. Dotación de aguas residuales.....	44
3.2.1.6. Contribuciones de aguas residuales	44
3.2.1.6.1. Gasto medio doméstico de aguas residuales	44
3.2.1.6.2. Gasto de descarga concentrada de aguas residuales	45
3.2.1.6.3. Gasto de infiltración	45
3.2.1.6.4. Gasto mínimo doméstico de aguas residuales	45
3.2.1.6.5. Gasto máximo doméstico de aguas residuales.....	46
3.2.1.6.6. Gasto de diseño	46
3.2.2. Hidráulica de las alcantarillas	47
3.2.2.1. Coeficiente de rugosidad	47
3.2.2.2. Diámetros	47
3.2.2.3. Pendientes	47
3.2.2.4. Velocidades.....	48
3.2.2.5. Pérdidas de carga adicional	48
3.2.2.6. Tirantes	48
3.2.2.7. Cambio de diámetro y relación de calados	49
3.2.2.8. Ángulo entre tuberías	49
3.2.2.9. Cobertura sobre tuberías.....	49
3.2.2.10. Ubicación de las alcantarillas.....	50
3.2.3. Pozos de visita sanitarios (PVS).....	50
3.2.3.1. Ubicación.....	50
3.2.3.2. Distancia máxima entre pozos de visita.....	50
3.2.3.3. Estructuras de pozos de visita con caída.....	50
Capítulo IV. Descripción del área de estudio: Barrio Marvin Marín	51
4.1. Información general del barrio	51
4.1.1. Localización.....	51

4.1.2. Clima y precipitación	54
4.1.3. Distribución interna del barrio	55
4.1.4. Infraestructura del abastecimiento de agua potable	55
4.1.5. Características del saneamiento básico	55
4.1.6. Otros servicios públicos	56
4.2. Características socioeconómicas	57
4.2.1. Agrupación de los bienes inmuebles del barrio.....	57
4.2.2. Características de los bienes inmuebles.....	58
4.2.3. Economía familiar.....	58
4.2.4. Problemas de saneamiento y enfermedades en el barrio	59
Capítulo V. Análisis y presentación de resultados	61
5.1. Estudio de población	61
5.1.1. Población actual	61
5.1.2. Crecimiento poblacional del Barrio Marvin Marín.....	62
5.1.3. Población futura	64
5.1.3.1. Proyección de población.....	65
5.1.3.2. Población de saturación	65
5.1.3.3. Población de diseño seleccionada.....	67
5.2. Generación de aguas residuales	68
5.2.1. Dotaciones	68
5.2.2. Gasto medio doméstico de aguas residuales	68
5.2.3. Gasto de descarga concentrada de aguas residuales	68
5.2.4. Gasto de infiltración.....	69
5.2.5. Gasto mínimo doméstico	69
5.2.6. Gasto máximo doméstico de aguas residuales.....	69
5.2.7. Gasto de diseño de aguas residuales.....	69
5.3. Trazado de la red de alcantarillado sanitario	71
5.4. Aforo de aguas residuales	71
5.5. Capacidad hidráulica del sitio de conexión	72
5.6. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario	72

5.6.1. Diseño hidráulico del sistema utilizando el modelo hidráulico.....	73
5.6.2. Diseño hidráulico utilizando hojas Microsoft Excel.....	80
5.6.3. Comparación de resultados obtenidos en ambas herramientas	93
5.7. Estimación del presupuesto.....	95
Conclusiones.....	97
Recomendaciones.....	100
Referencias	101

Índice de tablas

Tabla 1 Dotación doméstica de agua potable para la ciudad de Managua	43
Tabla 2 Dotación de descarga concentrada de agua potable para la ciudad de Managua	44
Tabla 3 Coeficiente de rugosidad de Manning.....	47
Tabla 4 Separación máxima entre PVS en función del diámetro	50
Tabla 5 Población conocida	62
Tabla 6 Crecimiento poblacional del Barrio Marvin Marín.....	63
Tabla 7 Crecimiento poblacional de la ciudad de Managua.....	64
Tabla 8 Población proyectada	65
Tabla 9 Población posible a vivir	66
Tabla 10 Población de saturación	67
Tabla 11 Generación de aguas residuales en el Barrio Marvin Marín.....	70
Tabla 12 Análisis hidráulico en SewerCAD: Tuberías.....	75
Tabla 13 Análisis hidráulico en SewerCAD: PVS	77
Tabla 14 Análisis hidráulico en Microsoft Excel: Cálculo de caudales	81
Tabla 15 Análisis hidráulico en Microsoft Excel: Dimensionamiento hidráulico .	83
Tabla 16 Análisis hidráulico en Microsoft Excel: Control topográfico	85
Tabla 17 Análisis hidráulico en Microsoft Excel, verificación a $Q = 1.5$ lps: Cálculo de caudales.....	87
Tabla 18 Análisis hidráulico en Microsoft Excel, verificación a $Q = 1.5$ lps: Dimensionamiento hidráulico	89

Tabla 19 Análisis hidráulico en Microsoft Excel, verificación a Q = 1.5 lps: Control topográfico	91
Tabla 20 Comparación de los resultados obtenidos de ambas herramientas ...	94
Tabla 21 Resumen de cálculo del monto de inversión requerido	96

Índice de figuras

Figura 1 Macro localización del Barrio Marvin Marín	52
Figura 2 Micro localización del Barrio Marvin Marín	53
Figura 3 Crecimiento demográfico del Barrio Marvin Marín	63

Índice de anexos

Anexo A. Antecedentes: Cartas de solicitud de aprobación del “Proyecto de Aguas Servidas del Barrio Marvin Marín”.	A:I
Anexo B. Ayuda memorias de reuniones.....	B:I
Anexo C. Boleta catastral aplicada para el conteo de viviendas, proporcionada por la ENACAL.....	C:I
Anexo D. Formulario de la encuesta socioeconómica aplicada, proporcionada por la ENACAL.....	D:I
Anexo E. Resultados de la boleta catastral	E:I
Anexo F. Resultados de la encuesta socioeconómica.....	F:I
Anexo G. Levantamiento topográfico	G:I
Anexo H. Aforo de aguas residuales	H:I
Anexo I. Tabla de la “Curva del Banano”	I:I
Anexo J. Presupuesto de obras.....	J:I
Anexo K. Juego de planos constructivos	K:I

Capítulo I. Introducción

1.1. Introducción

En el 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció que el acceso al agua potable y al saneamiento es un derecho humano, al ser imprescindibles para el desarrollo socioeconómico, los ecosistemas saludables y la supervivencia del ser humano (Organización de las Naciones Unidas [ONU], s.f.a). Esto conllevó que, a nivel mundial, la red de alcantarillado sanitario fuese considerada un servicio básico.

Como consecuencia de lo anterior, la cobertura urbana de alcantarillado sanitario en Nicaragua aumentó considerablemente de un 30% a aproximadamente 47% entre los años 2007 y 2019 (Rojas, 2019). En particular, en la ciudad de Managua se destaca el proyecto de saneamiento del agua del Lago Xolotlán; proyecto mediante el cual se rehabilitaron y ampliaron los sistemas de alcantarillado sanitario de la capital, que transportan y vierten sus aguas residuales en el Lago Xolotlán, con el fin de brindarles tratamiento en condiciones ecológicas e higiénicas (RobBlandon, 2008). Ello ha permitido que, desde el año 2009, la ciudad de Managua disponga de la primera planta de tratamiento de aguas residuales (conocida como “Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Augusto C. Sandino”, “planta Managua” o “PTAR Managua”) a nivel centroamericano (RobBlandon, 2008).

Cabe añadir que, recientemente, la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados [ENACAL], junto a la colaboración del Banco Alemán de Desarrollo (KfW, por sus siglas en alemán), a través del Proyecto Managua Metropolitana, ejecuta un plan mediante el cual se incrementará la cobertura de alcantarillado sanitario en la capital, así como la capacidad de la planta de tratamiento de aguas servidas “Augusto C. Sandino” de 182,000 m³/día a 240,000 m³/día (Gurdián Sacasa, 2017). Estas ampliaciones conllevarán a que, para el año 2021,

Nicaragua cuenta con 70% de cobertura de alcantarillado sanitario y tratamiento, lo que a su vez mejorará la calidad de vida de los habitantes (Sandino, 2018).

Al respecto, los esfuerzos de la ENACAL de incrementar la capacidad de la PTAR Managua y con ello, la cobertura de alcantarillado sanitario, están dirigidos a los núcleos poblacionales que habitan en los barrios populares de la ciudad, entre ellos, el Barrio Marvin Marín, ubicado en el Distrito 3 de la ciudad de Managua. Debido a que actualmente este sector no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, sus pobladores recurren frecuentemente a métodos alternativos para la disposición de sus excretas y aguas residuales¹, afectando su salud y calidad de vida. Ante esta problemática, el objetivo principal del presente trabajo consiste en desarrollar el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario de esta localidad.

El presente documento se ha estructurado en cinco capítulos. En el Capítulo I, se describen los antecedentes generales del alcantarillado sanitario, abordando particularidades de Nicaragua, y antecedentes de proyectos de alcantarillado sanitario del Barrio Marvin Marín; los motivos que impulsan la elaboración del presente estudio; y los objetivos, general y específicos, del mismo.

Posteriormente, en el Capítulo II “Marco teórico” se efectúan algunas precisiones teóricas y conceptuales de los términos que permitan comprender el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario. Análogamente, en el Capítulo III “Diseño metodológico”, se desglosa la metodología, instrumentos y herramientas que fueron empleadas para el desarrollo del trabajo monográfico; y se plantean los criterios utilizados para el diseño del sistema de recolección de las aguas residuales del barrio en estudio, considerando las normas y guías nicaragüenses propias de esta área de la ingeniería, así como bibliografía especializada en el tema.

¹ Ver Anexo B, págs. B:I-B:VIII, B:XIII.

Por otro lado, en el Capítulo IV “Descripción del área de estudio: Barrio Marvin Marín”, se realiza una breve descripción del barrio objeto de estudio y de las características socioeconómicas actuales de la población.

Finalmente, en el Capítulo V “Análisis y presentación de resultados”, se exponen los resultados de los cálculos efectuados relativos al estudio poblacional y generación de caudales de aguas residuales del Barrio Marvin Marín. Asimismo, se describen las consideraciones y hallazgos más significativos del trazado de la red de alcantarillado sanitario efectuado, y se analiza la información recopilada del aforo de aguas residuales para la valoración de la capacidad hidráulica del sitio de conexión al sistema actual de alcantarillado sanitario de la ENACAL, previo a la presentación de los resultados propios al diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario propuesto y de la estimación del presupuesto de las obras.

1.2. Antecedentes

Aunque las primeras redes de alcantarillado de las que se tienen registros datan en torno al año 3,750 a.C., en la antigua ciudad sumeria de Mesopotamia, Nippur (Irak) (Alcantarillado, 2020), fue hasta en el siglo XIX que se empezaron a evacuar las excretas humanas y las aguas residuales ante los múltiples episodios de cólera, generados durante la Revolución Industrial por las penosas condiciones sanitarias resultantes del crecimiento poblacional entorno a los centros de producción; y que dieron a conocer la conexión entre el estado sanitario del agua de consumo y el desarrollo de enfermedades (Sección 1: Las aguas residuales, s.f.).

Como consecuencia de estos episodios de cólera, en el año 1842, el reformista social inglés Sir Edwin Chadwick publicó la reforma social más importante del siglo XIX (UK Parliament, s.f.), titulada Report on the Sanitary Condition of the Labouring Population of Great Britain [Informe sobre la Condición Sanitaria de la Población Obrera de Gran Bretaña]; en la cual, tras haber evidenciado las condiciones sanitarias en las que vivían y trabajaban la clase obrera de Gran Bretaña, manifestó la necesidad de recoger las aguas residuales a través de un sistema específico de alcantarillado que fuese independiente del sistema utilizado para la recolección de las aguas pluviales; estableciéndose, de esta forma, las bases modernas del saneamiento (Sección 1: Las aguas residuales, s.f.).

Paralelamente en el mismo año, como respuesta a los múltiples problemas sanitarios y epidemiológicos generados por la deficiente evacuación de las aguas fecales (Neteges Escobar, 2019), nace en la ciudad de Hamburgo, Alemania, el primer sistema moderno de alcantarillado “diseñado a partir de las más modernas teorías de la época, teniendo en cuenta las condiciones topográficas y las necesidades reales de la comunidad” (Alcantarillado, 2020). Sin embargo, no fue sino a partir del año 1885 que el alcantarillado sanitario se empezó a adaptar de

manera generalizada alrededor del mundo, empezando por las ciudades europeas de Londres y París (Neteges Escobar, 2019).

En Nicaragua, los primeros servicios básicos de los cascos urbanos de las principales ciudades del país, y, sobre todo, en la capital, Managua, fueron instalados en torno al año 1990. De esta forma, en 1902, se inauguró el servicio de energía eléctrica (pública y domiciliar) y se construyeron acueductos y alcantarillados en el centro de la capital (Kinloch Tijerino, 2005).

En la actualidad, según información proporcionada por la Gerencia Ambiental de la ENACAL, Nicaragua cuenta con 30 ciudades que poseen un sistema completo de aguas residuales que incluye su transporte y tratamiento, siendo estas: Jalapa; Ocotal; San Rafael del Norte; Jinotega; Somoto; Estelí; El Viejo; Chinandega; Chichigalpa; León; La Paz Centro; Nagarote; Tipitapa; Ciudad Sandino; Managua; San Rafael del Sur; Sébaco; Matagalpa; Ciudad Darío; Boaco; Camoapa; Masaya; Masatepe; San Marcos; Jinotepe; Diriomo; Granada; Rivas; San Juan del Sur; y San Carlos (Gobierno de la República de Nicaragua, 2017).

En lo que respecta a la ciudad de Managua, la ENACAL (s.f.) enfatiza que únicamente el 60% de la población urbana hace uso del sistema de alcantarillado sanitario; mientras que el 40% restante utiliza diferentes medios de disposición de aguas residuales “que van desde letrinas y fosas sépticas hasta soluciones individuales con altos riesgos para la salud” (ENACAL, s.f.).

Pese a que la anterior situación planteada por la ENACAL se remonta previo a la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales Augusto C. Sandino, dentro de la población urbana capitalina que actualmente carece del servicio de alcantarillado sanitario municipal, se encuentra el Barrio Marvin Marín, que, por más de 30 años ha hecho uso de letrinas y sumideros, así como evacuación a las vías públicas, como alternativas a la disposición de sus aguas residuales.

No obstante, desde el año 2015, sus pobladores, a través de diferentes representantes internos del barrio, tales como el Gabinete de la Familia, Comunidad y Vida del Barrio Marvin Marín, la Estructura Política del Barrio Marvin Marín, la Comunidad del Barrio Marvin Marín y Sector Los Rodríguez, el Tendido Político del Barrio Marvin Marín, y la Asamblea de Pobladores en el Barrio Marvin Marín; han tratado de conseguir, mediante solicitudes dirigidas a la institución prestadora del servicio de alcantarillado sanitario, ENACAL, y al Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres, SINAPRED, con copia al Secretario Político del Distrito III, la cobertura al servicio de alcantarillado sanitario².

A propósito, el primero de noviembre del año 2015, el Gabinete de la Familia, Comunidad y Vida del Barrio Marvin Marín, la Estructura Política del Barrio Marvin Marín, y la Comunidad del Barrio Marvin Marín y Sector Los Rodríguez, solicitaron de forma escrita al Ing. Ervin Enrique Barreda, Presidente Ejecutivo de la ENACAL, ser integrados a los proyectos de aguas residuales, específicamente al servicio del alcantarillado sanitario, programados para el año 2016, debido a la carencia de este servicio en la localidad.

En dicho escrito, los antes suscritos, respaldados por 375 firmas de la comunidad, conocida como la Asamblea de Pobladores, describen que el barrio cuenta con un aproximado de 551 viviendas, las cuales no disponen de espacio adicional para la creación suplementaria de letrinas o sumideros, dado el crecimiento de las familias y del tamaño de los lotes de los terrenos³. No obstante, este dato de la cantidad de viviendas fue ratificado el 14 de diciembre del 2016 por los líderes comunales, al informar a la ENACAL sobre la configuración interna del barrio, siendo este conformado por 740 familias, 369 viviendas, y 2,800 habitantes, entre ellos niños, adolescentes, adultos y ancianos⁴.

² Ver Anexo A.

³ Ver Anexo B, p. B:X.

⁴ Ver Anexo A, carta con fecha 04 de octubre del 2017 (p. A:XXIII)

Posteriormente a la primera solicitud enviada, el 20 de enero del 2016, el Gabinete de la Familia, Comunidad y Vida del Barrio Marvin Marín, solicitó apoyo al Dr. Guillermo González, co-director del SINAPRED, con una inspección a la comunidad, con el propósito de encontrar una solución al peligro que enfrentan cada una de las viviendas debido a la construcción de sumideros y letrinas en zonas anidadas de zompopos, como consecuencia de la falta de cobertura del alcantarillado sanitario en el barrio. Ante esta inquietud, entre el 27 y el 28 de enero de ese mismo año, la comunidad fue visitada por esta institución, quienes detectaron, dadas las condiciones, problemática y peligro que enfrenta la comunidad, la necesidad del “proyecto de aguas servidas” solicitado a la ENACAL.

Ante esta resolución, el Gabinete de la Familia, Comunidad y Vida del Barrio Marvin Marín y Sector Los Rodríguez comunicó, el 14 de marzo del 2016, a la ENACAL la respuesta recibida por parte del SINAPRED; y solicitó, asimismo, conocer la resolución a la solicitud planteada en el 2015, proponiendo delegación de un funcionario de esta institución para la revisión de dicha solicitud. Sin embargo, no obtuvieron respuesta.

Similarmente a las cartas anteriores, las solicitudes de respuestas emitidas durante el 2017 y el 2018, por parte del Gabinete de la Familia, Comunidad y Vida del Barrio Marvin Marín y Sector Los Rodríguez, y el Tendido Político del Barrio Marvin Marín, con el propósito de conocer la aprobación o refutación del proyecto, no han sido, hasta la fecha, atendidas.

1.3. Justificación

La baja cobertura de la población con acceso a sistemas de recolección y disposición de aguas residuales en el país, es consecuencia que Nicaragua se sitúe en un nivel inferior al promedio de cobertura en comparación con otros países de América Latina y el Caribe (Programa de Agua y Saneamiento [WSP], 2013, págs. 6, 9).

Esta falta de infraestructura sanitaria propicia un círculo vicioso de enfermedades, como el cólera, la diarrea, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019)⁵. Estas enfermedades ocasionan graves efectos en el desarrollo social y económico de Nicaragua, lo que genera dificultad para superar las metas de desarrollo (WSP, 2013, pp. 10-20).

El presente trabajo monográfico surge de la necesidad de dotar un sistema de alcantarillado sanitario al Barrio Marvin Marín, ubicado en el Distrito 3 de la ciudad de Managua, que mejorará la calidad de vida de sus habitantes; por lo que, se precisa desarrollar un diseño hidráulico del mismo, como paso previo a la cristalización de esta meta, siendo este el objetivo del presente estudio.

Como beneficios directos de la implementación de este sistema, se eliminarán los comunes vertidos de aguas grises en calles, cauces y terrenos, y se disminuirá la cantidad de vectores por la mejora en las condiciones higiénicas de las viviendas, lo que posibilita la reducción de enfermedades, aumenta la plusvalía de las propiedades y conlleva a mejoras en el aspecto físico y estético del barrio de este entorno de la ciudad.

⁵ Se omite la presentación de estadísticas del sistema nacional de salud, por cuenta durante el desarrollo del estudio, no fue posible disponer tener acceso a esta información.

Adicionalmente, este trabajo monográfico contribuye al avance del país en lo que respecta al cumplimiento de las metas del Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU con fecha plazo al año 2030 (ONU, s.f.c), en particular a la meta 2, en la cual se expresa: “lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad” (ONU, s.f.b).

Desde el punto de vista académico, los resultados pueden servir como guía a otros estudiantes que pretendan desarrollar un estudio similar en otro barrio de la capital o del resto del país.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el Barrio Marvin Marín, del municipio de Managua, departamento de Managua.

1.4.2. Objetivos específicos

- Elaborar un estudio socioeconómico de la población del Barrio Marvin Marín a través de la aplicación de boleta catastral y encuesta socioeconómica según formato de la ENACAL.
- Efectuar el levantamiento topográfico del barrio en estudio, para la determinación de las características planialtimétricas requeridas para el trazado del sistema.
- Realizar el trazado de la red de alcantarillado sanitario del barrio para identificar la trayectoria que garantice el desalojo de las aguas residuales hacia su sitio de vertido en la red existente de la ENACAL; ya sea mediante el emplazamiento de una estación de bombeo o por medio de la gravedad en caso de su posible conexión con la red existente.
- Efectuar un aforo de aguas residuales en el sitio de conexión identificado, para determinar su capacidad hidráulica.
- Estimar la capacidad hidráulica del sitio de conexión seleccionado para recibir y transportar los caudales mínimo, medio y máximo de aguas residuales generados por los pobladores del barrio objeto de estudio, haciendo uso de hojas de cálculo Excel o del software HCanales.

- Realizar la modelación hidráulica de la red sanitaria proyectada utilizando el software SewerCAD.
- Efectuar un análisis hidráulico, a través de hojas de cálculo Excel, de la red sanitaria proyectada, a fin de comparar resultados de cálculo obtenidos de la modelación hidráulica con SewerCAD.
- Elaborar el presupuesto de las obras en base a los planos realizados del modelo hidráulico.

Capítulo II. Marco teórico

En este capítulo se presentan las teorías y conceptos reconocidos por academias, instituciones, entidades internacionales y nacionales en lo que respecta al diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario, destacándose: Las aguas residuales urbanas, los sistemas de recolección y evacuación de estas, los fundamentos generales de los sistemas de alcantarillado sanitario, los estudios básicos requeridos para el diseño, los parámetros básicos de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, las consideraciones para el diseño hidráulico, e información general sobre el software de modelación hidráulica utilizado en el diseño.

2.1. Aguas residuales urbanas

2.1.1. Definiciones

El Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas, a través del Artículo 2 a, define las *aguas residuales urbanas* como “aguas residuales domésticas o mezclas de estas con aguas residuales industriales o con aguas de escorrentía pluvial” (Real Academia Española [RAE] y Consejo General del Poder Judicial [CGPJ], s.f.c).

Similarmente, la RAE y el CGPJ (s.f.a, s.f.b) ofrece las siguientes definiciones para las aguas residuales domésticas e industriales, considerando los Artículos 2 b y 2 c del Real Decreto previamente mencionado:

Aguas residuales domésticas: “Aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas”. (s.f.a)

Aguas residuales industriales: “Aguas residuales vertidas desde locales utilizados para cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial”. (s.f.b)

De esta forma, el concepto de aguas residuales urbanas es utilizado para referirse al conjunto de aguas residuales⁶ generadas por el metabolismo humano y/o por la influencia antropogénica presente a través de las actividades domésticas, comerciales e industriales, así como de cualquier incidencia de escorrentía pluvial, dadas en una aglomeración urbana.

2.1.2. Generación, procedencia y contaminantes

La Alianza por el Agua, con colaboración del Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua [CENTA], (2008) sugiere que las aguas residuales se generan al alterar las propiedades físicas, químicas y biológicas de las aguas de partida como una “consecuencia inevitable de las actividades humanas”, conllevando, de esta forma, a su contaminación, y consiguiente descalificación para un posterior uso (p. 15).

Debido a las diferentes procedencias de aguas residuales urbanas, los contaminantes presentes en cada uno de los componentes de estas varían. Así, Lozano-Rivas (2012) explica que las aguas residuales domésticas tienen su origen en las viviendas o zonas residenciales (p. 27), y en términos generales, la Alianza por el Agua (2008) indica que están constituidas por *aguas negras*⁷ y *aguas grises*⁸ (p. 17). De esta forma, los contaminantes presentes en las aguas negras están compuestos principalmente por sólidos, materia orgánica,

⁶ *Aguas residuales*: Desechos líquidos generados por el metabolismo humano y las actividades humanas a través del hogar, la industria, el comercio y los servicios (Lozano-Rivas, W.A., 2012, p.26).

⁷ *Aguas negras*: Aguas que transportan heces y orina; generalmente provenientes de inodoros (Lozano-Rivas, W.A., 2012, p.27).

⁸ *Aguas grises*: Cualquiera de las otras aguas que no sean aguas negras; transportan principalmente sustancias saponáceas, y grasas; provenientes de lavaderos, lavadoras, pantries, duchas, tinas y lavamanos (Lozano-Rivas, W.A., 2012, p.27).

nutrientes, sales y organismos patógenos; y en las aguas grises por sólidos, materia orgánica, grasas y sales, detergentes, nutrientes, jabones, geles y champús (Alianza por el Agua, 2008, p. 17).

Análogamente, la Alianza por el Agua (2008) explica que las aguas residuales industriales son “resultantes de actividades industriales que descargan sus vertidos a la red de alcantarillado municipal” y “presentan una composición muy variable dependiendo de cada tipo de industria” (p. 17).

En cambio, las aguas de escorrentía pluvial presentes en las aguas residuales urbanas proceden de su recolección a través de los sistemas de alcantarillado unitarios o combinado⁹ empleados; o por las infiltraciones de las lluvias en el alcantarillado separativo¹⁰ utilizado. Estas aguas se caracterizan por “grandes aportaciones intermitentes de caudal y por una importante contaminación en los primeros 15-30 minutos del inicio de las lluvias”; contaminación proveniente de la atmósfera y de los arrastres de la suciedad depositada en viales, tejados, etc. (Alianza por el Agua, 2008, p. 18).

Basado en lo anterior, la Alianza por el Agua (2008) afirma que, dentro de los componentes de las aguas residuales urbanas:

- 1) Las aguas residuales domésticas siempre estarán presentes;
- 2) La incidencia de las aguas residuales industriales dependerá del grado de industrialización de la aglomeración urbana y de la cantidad y características de los vertidos que las industrias realicen a la red de colectores municipales; y
- 3) Las aguas de escorrentía pluvial tendrán su influencia en las aglomeraciones de redes de saneamiento unitarias (...) y en los momentos en que se registren lluvias. (p. 17)

⁹ Alcantarillado unitario o combinado: Ver Sección 2.2.2.1.

¹⁰ Alcantarillado separativo o separado: Ver Sección 2.2.2.1.

2.1.3. Caracterización de las aguas residuales urbanas

De acuerdo con la Alianza por el Agua (2008):

Cada agua residual es única en sus características, aunque en función del tamaño de la población, del sistema de alcantarillado empleado, del grado de industrialización y de la incidencia de la pluviometría, pueden establecerse unos rangos de variación habituales, tanto para los caudales como para las características fisicoquímicas de estos vertidos. (p. 18)

La declaración anterior elaborada por la Alianza por el Agua plantea que el término *características de las aguas residuales urbanas* es empleado para referirse a los caudales generados por las actividades humanas, y a las propiedades fisicoquímicas presentes en estos vertidos, por lo que, el conocimiento de estas características es crucial para la elaboración de un adecuado diseño de los sistemas que permitan la recolección, transportación, depuración y evacuación de estas aguas (Alianza por el Agua, 2008, p. 18).

Para un mayor entendimiento de estas características, a continuación, se desarrollan los conceptos y teorías relacionadas a los caudales de las aguas residuales urbanas. Sin embargo, no se abarca ningún concepto ni teoría relacionada a las características físicas, químicas y biológicas (conocidas como calidad) de las aguas residuales ni a los fundamentos de su depuración, debido a que el alcance del presente estudio no abarca el diseño del sistema de tratamiento de estas.

2.1.3.1. Caudales de las aguas residuales urbanas

De acuerdo con la Alianza por el Agua (2008), el principal factor relacionado con la cantidad de aguas residuales generadas en una aglomeración urbana se encuentra “en proporción directa” con el consumo de agua de abastecimiento utilizado para la realización de las diferentes actividades humanas; consumo que

a su vez está asociado con el grado de desarrollo económico y social de la población (p. 18).

Las dos anteriores vinculaciones son ratificadas por la Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] (2009) al expresar que los servicios básicos de una localidad urbana en desarrollo inician con un “precario abastecimiento de agua potable” y posteriormente satisfacen sus necesidades “con base en obras escalonadas en bien de su economía” (p. 1); y por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado [INAA] (s.f.) al considerar que aproximadamente el 80% del agua de abastecimiento consumida se transforma en aguas residuales (p. 9).

Sin embargo, los caudales de las aguas residuales no permanecen constantes todo el tiempo, y suelen cambiar en función de la hora, del día o del año, debido a las características y variaciones en las descargas de las aguas residuales a la red de saneamiento, al tipo de alcantarillado empleado, a las diferencias en las costumbres de la comunidad aportante, a las normativas de operación de las industrias servidas, al clima, etc. (Alianza por el Agua, 2008, p. 19).

En lo referente al tema, la Alianza por el Agua (2008) describe que los caudales de las aguas residuales “siguen una variación diaria que es fiel reflejo” de las actividades humanas que se van desarrollando a lo largo del día por la población del lugar (p. 19). De esta forma, la Alianza por el Agua (2008) y Y.M. Navarro (comunicación personal, 18 de junio del 2020) afirman que, a media noche y en la madrugada, los caudales de las aguas residuales son mínimos al existir cuasi ningún consumo de agua, por lo que las aportaciones son debidas a aguas infiltradas y a pequeñas cantidades de aguas residuales domésticas provenientes de baños e inodoros; en cambio, los caudales máximos de aguas residuales aparecen cuando llegan a la planta de tratamiento las aguas correspondientes al máximo consumo de agua de abastecimiento (de las 6 a las 8 horas, al medio día, y de las 18 a 19 horas).

A raíz de estas variaciones diarias, el diseño hidráulico de las redes de alcantarillado¹¹ y de las instalaciones de tratamiento se ven sumamente afectadas (Alianza por el Agua, 2008, p. 20).

2.1.4. Problemática de las aguas residuales urbanas

La CONAGUA (2009) alude que, como consecuencia del desarrollo de las localidades urbanas, se presenta el problema del desalojo de sus aguas residuales; por lo que “se requiere así la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario¹² para conducir las aguas residuales que produce una población, incluyendo el comercio, los servicios y a la industria a su destino final” (p. 1).

Sin embargo, debido a la naturaleza de las aguas residuales urbanas, y sobre todo a sus propiedades físicas, químicas y biológicas, su vertido a este denominado “destino final”, que puede ser desde un cuerpo receptor hasta el reúso o recarga de acuíferos (CONAGUA, 2009, p. 1), no debe realizarse sin previo tratamiento, puesto que “ocasiona daños, en ocasiones irreversibles al medio ambiente” y “supone riesgos para la salud pública” (Alianza por el Agua, 2008, p. 15).

2.2. Sistemas de recolección y evacuación de las aguas residuales urbanas

2.2.1. Definición de alcantarillado

De acuerdo con la Alianza por el Agua (2008), la recolección y conducción de las aguas residuales urbanas, desde donde se generan hasta la estación destinada para su respectivo tratamiento, se realiza a través de una “compleja red de tuberías” denominada alcantarillado (p. 26).

¹¹ Red de alcantarillado: Ver Sección 2.2.

¹² Sistema de alcantarillado sanitario: Ver Sección 2.3.

En relación con lo anterior, el Viceministerio de Servicios Básicos (2007) define *alcantarillado* como el “conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de aguas residuales o aguas pluviales” (p. 27).

2.2.2. Clasificación de los sistemas de alcantarillado

La CONAGUA (2009) identifica dos tipos de sistemas de alcantarillado, cuya selección dependerá, principalmente, de las características del tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto; siendo estos los sistemas de alcantarillado convencionales y los sistemas de alcantarillado no convencionales (p. 5).

2.2.2.1. Sistemas convencionales

Según el Viceministerio de Servicios Básicos (2007), *los sistemas de alcantarillado convencionales* son “los sistemas tradicionales utilizados para la recolección y transporte de aguas residuales o pluviales hasta los sitios de disposición final” (p. 38).

De acuerdo con el tipo de agua que conduzcan, estos sistemas se subclasifican en *alcantarillado separado* y *alcantarillado combinado*. En el primero, las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas pluviales son recolectadas y transportadas por sistemas independientes; es decir, a través del alcantarillado sanitario¹³ y del alcantarillado pluvial, respectivamente. Por el contrario, en el tipo combinado, ambas aguas residuales y pluviales son recolectadas y transportadas por el mismo sistema (CONAGUA, 2009, p. 5).

Referente al tema, resulta importante mencionar que, como alcance del presente estudio, las aguas residuales urbanas generadas por la población del barrio objeto de estudio, que se recolectarán y transportarán a través de un sistema de

¹³ Alcantarillado sanitario: Ver Sección 2.3.

alcantarillado, estarán conformadas por aguas residuales domésticas, industriales, comerciales y públicas¹⁴; por lo que el sistema de alcantarillado diseñado corresponde a un sistema de alcantarillado sanitario¹⁵.

2.2.2.2. Sistemas no convencionales

En lo que respecta a los *sistemas no convencionales*, el Viceministerio de Servicios Básicos (2007) refiere que estos son “sistemas de menor costo basados en consideraciones de diseño adicionales y en una tecnología disponible para su operación y mantenimiento” (p. 38). Por su parte, CONAGUA (2009) alude que estos sistemas surgen como una alternativa de saneamiento básico de aglomeraciones de bajos recursos económicos, y como consecuencia, se caracterizan por ser:

Sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control en los parámetros de diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que estos pueden tener. (p. 5)

Dentro de estos denominados sistemas alternativos se encuentran los alcantarillados simplificados, los alcantarillados condominales, y los alcantarillados sin arrastre de sólidos, limitándose todos ellos, por lo general, a la evacuación de las aguas residuales (CONAGUA, 2009, p. 5), y diferenciándose de la siguiente forma:

- 1) En los *sistemas de alcantarillados simplificados (SAS)*, el diseño se realiza “con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional, pero teniendo en cuenta la posibilidad de reducir diámetros y distancias entre pozos al disponer de mejores equipos de mantenimiento” (CONAGUA, 2009, p. 5).

¹⁴ Ver Capítulo V.

¹⁵ Ver Capítulo V.

- 2) En los *sistemas de alcantarillados sanitarios condominales (SACS)*, se recogen las aguas residuales de “un conjunto de viviendas que normalmente están ubicadas en un área inferior a 1 ha, mediante el “ramal condominal” y que se conecta a la red pública a través de un punto de inspección” (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 38).

- 3) En los sistemas de *alcantarillados sin arrastre de sólidos (ASAS)*, se trasladan las aguas residuales domésticas “que han sido sedimentadas o decantadas previamente en un tanque séptico, también denominado “tanque interceptor de sólidos”” (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 38) y funcionan para “uso doméstico en pequeñas comunidades o poblados” (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 38).

2.3. Sistemas de alcantarillado sanitario

2.3.1. Definición y función

De acuerdo con la CONAGUA (2009), un *sistema de alcantarillado sanitario* consiste en “una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir, conducir, ventilar y evacuar las aguas residuales” que han sido generadas por una aglomeración urbana, desde donde se generan hasta su sitio de disposición final, con el fin de disminuir, lo máximo posible, la propagación de enfermedades epidemiológicas en la población, y evitar, consecuentemente, importantes pérdidas económicas (p. 2).

2.3.2. Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario

El Viceministerio de Servicios Básicos (2007) describe que un sistema de alcantarillado sanitario está compuesto de redes públicas, colectores troncales, interceptores, emisarios, estaciones de bombeo, sistemas de tratamiento, y disposición final (p. 42).

De estos componentes, los primeros cuatro se tratan de una serie de tuberías y obras complementarias que recolectan y transportan las aguas residuales urbanas hasta los sistemas de tratamiento (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, págs. 30, 32-33), y en conjunto, son conocidos por el nombre de “red de alcantarillado sanitario”, que, de acuerdo con la CONAGUA (2009), está compuesta por “varios elementos certificados, tales como tuberías, conexiones, anillos y obras accesorias: descargas domiciliarias, pozos de visita, estructuras de caída, sifones y cruzamientos especiales” (p. 12), así como de estaciones de bombeo en caso de sistemas a presión (p. 12).

Basado en lo anterior, y teniendo en cuenta el alcance y las condiciones de la presente monografía, a continuación, se presentan aquellos componentes de interés para el sistema de alcantarillado sanitario considerado en el diseño¹⁶; siendo estos, a grandes rasgos, las descargas domiciliarias, redes públicas, colectores troncales, interceptores y emisarios (que serán tratados bajo el término “tuberías”), y pozos de visita sanitarios.

2.3.2.1. Tuberías

La CONAGUA (2009) define a las *tuberías de alcantarillado sanitario* como la unión hermética de tubos y conexiones que permite la conducción de las aguas residuales (p. 12).

Estas, de acuerdo con el INAA (s.f.), están fabricadas de diversos materiales, tales como: Concreto simple o reforzado, asbesto cemento, policloruro de vinilo (PVC), polietileno (PE), fibra de vidrio, hierro galvanizado y hierro fundido (p. 13); y cuya selección dependerá, según la CONAGUA (2009), de la “resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción, características de los suelos y agua, economía, facilidad de manejo, colocación e

¹⁶ Ver Capítulo V.

instalación, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación” (p. 12).

Por otro lado, las tuberías que conforman la red del sistema de alcantarillado sanitario reciben diversos nombres de acuerdo con el sitio en dónde recogen las aguas residuales y hacia dónde las conducen. De esta forma, es posible diferenciar los usos de cada una de las tuberías a través de un ordenamiento lógico.

En consideración a lo anterior, el Viceministerio del Agua clasifica estas designaciones como: Redes públicas (atarjea o alcantarilla), colector secundario (o sub-colector), colector principal (o simplemente colector), interceptores y emisarios (o emisores) (págs. 30, 32-33). La CONAGUA (2009), por su parte, añade otras dos designaciones: Albañal interior y albañal exterior (o descarga domiciliaria) (pp. 2-3). A continuación, se presentan los conceptos de cada una de ellas:

Albañal interior: “Conducto que recoge las aguas residuales de una edificación y termina generalmente en un registro” (CONAGUA, 2009, p. 2).

Albañal exterior (descarga o conexión domiciliaria): “Conducto que permite el desalojo de las aguas residuales del registro domiciliaria a la red pública” (CONAGUA, 2009, p. 3).

Red pública (atarjea o alcantarilla): “Conjunto de tuberías que reciben las aguas residuales de ramales condominales o conexiones domiciliarias” (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 35); “recolecta y transporta las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, hacia el o los sub-colectores” (Y.M. Navarro, comunicación personal, 20 de junio del 2020).

Colector secundario (sub-colector): “Conducto que recibe los caudales de la red pública” (Y.M. Navarro, comunicación personal, 20 de junio del 2020); “Colector de diámetro menor que se conecta a un colector principal” (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 30).

Colector principal (colector): “Conducto que reciben los caudales de los tramos secundarios, para conducirlos a la planta de tratamiento de aguas residuales o cuerpos de agua” (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 30).

Interceptor: “Colector que recibe la contribución de varios colectores principales, localizados en forma paralela a lo largo de las márgenes de quebradas y ríos o en la parte más baja de la cuenca” (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 33).

Emisario (emisor): “Conducto, canal o tubería que tiene como origen el punto más bajo del sistema y que conduce las aguas residuales al sitio donde se someterán a tratamiento. Se caracteriza porque a lo largo de su recorrido no recibe contribución alguna” (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 32).

2.3.2.2. Pozos de visita sanitario (PVS)

La CONAGUA (2009) describe los *pozos de visita sanitario* (abreviado como *PVS*) como las “estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado” (p. 49); utilizadas en 1) Las intersecciones de al menos dos tuberías; 2) Todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente; y 3) Las ampliaciones o reparaciones de las tuberías incidentes, siendo estas de diferente material o tecnología (p. 49).

Independientemente del material, que puede ser de concreto o de cualquier derivado del plástico, y de su fabricación in situ o prefabricados, los pozos de visita sanitario están compuestos, esencialmente, de una base, un cuerpo, un cono de acceso (pudiendo ser este concéntrico o excéntrico), un brocal y una tapa (CONAGUA, 2009, p. 49).

2.4. Estudios básicos de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario

El Viceministerio de Servicios Básicos (2007) plantea que, previo al diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, es imprescindible llevar a cabo una serie de investigaciones en el área de estudio, conocidas como *estudios básicos de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario*, y que estarán en colaboración con la población beneficiaria y las organizaciones e instituciones involucradas (p. 39), con el propósito, de acuerdo con el INAA (s.f.), de conocer “todas las condiciones que puedan significar aporte de datos para un diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir” (p. 1).

En consideración a lo anterior, los estudios básicos que aportan los datos requeridos para el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario del presente trabajo monográfico son: Socioeconómico, de consumo de agua potable, y topográficos.

2.4.1. Estudio socioeconómico

Sy Corvo (2019) refiere que un estudio socioeconómico incorpora diversos aspectos relacionados con las condiciones sociales, culturales y económicas de la población residente en el área de estudio. Por lo que, en relación con el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, el Viceministerio de Servicios Básicos (2007) sugiere que un estudio socioeconómico debe comprender (p. 40):

- La identificación de la “población actual y sus características de crecimiento”.
- La identificación del “tipo de suministro de servicio y cobertura”.
- La condición económica de la población.
- La caracterización de las condiciones sanitarias.
- La identificación de los “hábitos y costumbres sobre el manejo del agua”.

- El conocimiento de las “enfermedades frecuentes relacionadas con el agua”.

2.4.2. Estudio del consumo de agua potable

De acuerdo con Y.M. Navarro (comunicación personal, 18 de junio del 2020), los estudios relacionados al consumo de agua potable de la población permiten estimar la dotación de agua potable, y, a través de esta, la dotación de aguas residuales con la que se determinará el caudal de diseño¹⁷.

En relación con lo anterior, la realización de este estudio es solo posible al disponer de la población del proyecto¹⁸ y de la configuración de las viviendas del área objeto de estudio (INAA, s.f., pp. 7-9).

2.4.3. Estudio topográfico

De acuerdo con S.H. López (comunicación personal, 18 de junio del 2020), el estudio o levantamiento topográfico (altimétrico y planimétrico) permite conocer, a través de una representación elaborada en planos, la configuración del terreno del área objeto de estudio, identificando los sectores hacia dónde el agua, por efectos de la gravedad, fluirá, y aquellos que requerirán elevar la carga de agua para su transporte. Esto permite, a su vez, elaborar el trazado de la red de alcantarillado sanitario que se planea diseñar.

En consideración a lo anterior, el INAA (s.f.) describe que el levantamiento topográfico debe dar “una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada” (p. 2), por lo que, para los levantamientos planimétrico y altimétrico, se debe utilizar como punto de partida la Red Geodésica Nacional, y cumplir las recomendaciones que al respecto indique el INETER. De esta forma, se garantiza que al menos dos puntos se

¹⁷ Dotación de aguas residuales y caudal de diseño: Ver Secciones 2.5.3 y 2.5.4, respectivamente.

¹⁸ Población del proyecto: Ver Sección 2.5.2.

encuentren convenientemente referenciados y protegidos, y, consecuentemente, pueda reconstruirse a partir de estos el levantamiento de campo realizado, presentándose los resultados en el Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (coordenadas UTM) (p. 2).

2.5. Parámetros básicos de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario

El Viceministerio de Servicios Básicos (2007) define los *parámetros de diseño* como todos aquellos elementos básicos requeridos para diseñar hidráulicamente un sistema de alcantarillado sanitario en el área del proyecto (p. 42).

Basado en lo anterior, el INAA (s.f.) sugiere que estos elementos básicos están constituidos por el período de diseño, la población del proyecto, las dotaciones de agua potable y aguas residuales, y las contribuciones o cantidades de aguas residuales (págs. 5, 7-9, 11).

2.5.1. Período de diseño

De acuerdo con el Viceministerio de Servicios Básicos (2007), el *período de diseño* es “el lapso durante el cual se espera que las estructuras que se diseñen trabajen eficientemente” (p. 34).

Entre los factores que intervienen en su selección, el Viceministerio de Servicios Básicos (2007) destaca (p. 42):

- La “vida útil de las estructuras y equipos considerando la obsolescencia, desgaste y daños”.
- Las “ampliaciones futuras y planeación de etapas de construcción del proyecto”.
- Los “cambios en el desarrollo social y económico de la población” (p. 42);
y

- El “comportamiento hidráulico de las obras cuando éstas no estén funcionando a su plena capacidad”.

Por su parte, el INAA (s.f.) declara que el período de diseño seleccionado para el proyecto debe adoptarse en función de cada componente del sistema (p. 11).

2.5.2. Población del proyecto

El Viceministerio de Servicios Básicos (2007) define la *población del proyecto* como “el número de habitantes servidos por el proyecto para el período de diseño, el cual debe ser establecido con base a la población inicial” (p. 43).

Al respecto, en la estimación de la población del proyecto intervienen dos aspectos fundamentales, que, de acuerdo con el Viceministerio de Servicios Básicos (2007), son: 1) La *población inicial*, “referida al número de habitantes dentro del área de proyecto que debe determinarse mediante un censo de población y/o estudio socio-económico” (p. 43); y 2) La *población futura*, “referida al número de habitantes dentro del área del proyecto que debe estimarse con base a la población inicial, el índice habitacional y el período de diseño” (p. 43).

Tomando en cuenta estos aspectos, el INAA (s.f.) declara que la información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, con base en la población inicial, podría provenir de instituciones propias del lugar, como alcaldías, la ENACAL y el Ministerio de Salud [MINSAL]; del Instituto Nacional de Información de Desarrollo [INIDE], en donde se pueden encontrar los documentos de los últimos censos nacionales realizados en los años 1963, 1971, 1995 y 2005; o de los planes reguladores urbanísticos que se hayan desarrollado o se estén desarrollando por el Instituto Nicaragüense de la Vivienda Urbana y Rural [INVUR] y las alcaldías (p. 5).

En cambio, en caso de existir una carencia de datos confiables, el INAA (s.f.) sugiere realizar censos y/o muestreos de la población bajo el asesoramiento del INIDE; o proyectar la información considerando el número de viviendas, lotes de saturación y número de habitantes por viviendas (p. 5).

En lo que respecta al método de proyección de población futura, el INAA (s.f.) indica que el método de proyección más aplicable a “ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija” es el método de tasa de crecimiento geométrico (p. 5).

2.5.3. Dotaciones

El Viceministerio de Servicios Básicos (2007) define *dotación* como la “cantidad de agua promedio diaria por habitante que suministra el sistema de agua potable” (p. 32).

En los diseños de los sistemas de alcantarillado sanitario, conocer la dotación de agua potable resulta de gran importancia debido a que la contribución de las aguas residuales depende, principalmente, del abastecimiento de agua (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 45).

Para el caso de sistemas nuevos de alcantarillado sanitario, la *dotación media diaria de agua potable* debe ser obtenida sobre la base de los usos del agua, de la población y de la zona geográfica dada (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, pág. 45) ; (INAA, s.f., pp. 7-9).

En relación con lo anterior, ya que, del total del agua consumida, únicamente una porción de esta se vuelve agua residual que contribuirá al alcantarillado sanitario, el INAA (s.f.) sugiere que se utilice un coeficiente de retorno del 80 %, conllevando, de esta forma, a una *dotación de aguas residuales* a partir de la dotación de agua potable y el respectivo coeficiente de retorno considerado (INAA, s.f., p. 9).

2.5.4. Contribuciones de aguas residuales

De acuerdo con el INAA (s.f.), los aportes de agua que circulan por las tuberías del sistema de alcantarillado sanitario están “casi en su totalidad constituidos por los consumos de aguas para fines domésticos, comerciales e industriales etc.” (p. 7).

Lo anterior conlleva a que, dentro de los caudales o gastos de aguas residuales determinados para el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario, se encuentren: El gasto medio doméstico, los gastos de descarga concentrada, el gasto de infiltración, el gasto mínimo doméstico, el gasto máximo doméstico, y el gasto de diseño (INAA, s.f., pág. 9) ; (Viceministerio de Servicios Básicos, 2007, p. 50).

2.5.4.1. Gasto medio doméstico

La CONAGUA (2009) define el *gasto medio doméstico* como “el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año” (p. 66).

Debido a que se trata de un gasto generado por el consumo doméstico del agua de abastecimiento, y que, por ello el INAA (s.f.) plantea que el 80% de la dotación del consumo de agua potable se transforma en aguas residuales; matemáticamente, el gasto medio doméstico es estimado como el producto de la población de proyecto y su respectiva dotación de aguas residuales (p. 9).

2.5.4.2. Gastos de descarga concentrada

El Viceministerio de Servicios Básicos (2007) define los *gastos de descarga concentrada* como la contribución proveniente de los gastos industriales, comerciales e institucionales (o públicos) (p. 50).

En relación con lo anterior, la CONAGUA (2007) refiere que el *gasto industrial* es aquel constituido por las aguas residuales de las empresas, fábricas y hoteles; el *gasto comercial*, por zonas de comercios y servicios por personas que no habitan en ellas; y el *gasto institucional o público*, por las instalaciones de salud, educación, recreación, seguridad, riego de parques y jardines, combate de incendios, etc. (p. 9).

Matemáticamente, el INAA (s.f.) plantea que estos caudales estarán en dependencia de la localidad del proyecto. De esta forma, para ciudades y localidades ajenas a la ciudad de Managua, estos representan un porcentaje del caudal medio doméstico de aguas residuales. En cambio, para la ciudad de Managua, ellos estarán en base al desarrollo de la población (pp. 8-9).

2.5.4.3. Gasto de infiltración

El Viceministerio de Servicios Básicos (2007) sugiere que, para sistemas de alcantarillado sanitario separativos, el *gasto de infiltración* se debe entender como el agua proveniente del subsuelo o del encauce accidental o clandestino de las aguas pluviales que ingresan por las juntas de las alcantarillas o cuando los PVS no disponen de tapas al haber sido estas hurtadas (págs. 30, 48).

De acuerdo con el INAA (s.f.), matemáticamente este gasto se determina según el tipo de material a partir del cual son elaboradas las tuberías de la red de alcantarillado (p. 9).

2.5.4.4. Gasto mínimo doméstico

La CONAGUA (2009) afirma que el *gasto mínimo* es “el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en una tubería” (p. 67), presentándose en los comienzos de la red de alcantarillado sanitario, y correspondiendo a la “descarga de un excusado de 6 litros” (p. 67).

Matemáticamente, el INAA (s.f.) sugiere su estimación igual a 1/5 del gasto medio doméstico (p. 9).

2.5.4.5. Gasto máximo doméstico

La CONAGUA (2009) define el *gasto máximo doméstico* como “el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado” (p. 67).

Por su parte, el Viceministerio de Servicios Básicos (2007) declara que este gasto es “la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de alcantarillado sanitario” (p. 50), por lo que, de acuerdo con el INAA (s.f.), su valor será determinado al multiplicar el gasto medio doméstico de aguas residuales con el factor de relación o coeficiente de Harmon (p. 9).

2.5.4.6. Gasto de diseño

De acuerdo con el INAA (s.f.), el *gasto de diseño* es el caudal total de aguas residuales que se utilizará para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, por tránsito (p. 9).

Matemáticamente, se trata de la suma de las contribuciones parciales de caudales de aguas residuales por uso; es decir, del gasto máximo doméstico, del gasto de infiltración, y de los gastos de descarga concentrada (en caso de existir), acumulados en cada tramo (p. 9).

2.6. Consideraciones para el diseño hidráulico del sistema

Las consideraciones a tomar en cuenta para el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario incluyen los límites mínimos y máximos permisibles de las velocidades del flujo, las restricciones de las pendientes de los tramos, el criterio de la tensión de arrastre, la selección de los diámetros de las tuberías, y las

variables implicadas en las profundidades de las zanjas (CONAGUA, 2009, págs. 68, 70); (INAA, s.f., p. 13).

2.6.1. Velocidades

La CONAGUA (2009) define la *velocidad mínima* como “aquella con la cual no se permite depósito de sólidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos” (p. 68); en cambio, refiere la *velocidad máxima* como “el límite superior de diseño, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras de drenaje sanitario” (p. 68).

Basado en lo anterior, la CONAGUA (2009) sugiere que la velocidad mínima permisible, independientemente del material de la tubería, sea de 0.3 m/s, y que la velocidad máxima permisible varíe según el tipo de material empleado en las tuberías (p. 68). No obstante, el INAA (s.f.) considera que esta variable no debe sobrepasar los 3 m/s, independientemente del material considerado (p. 13).

2.6.2. Pendientes

De acuerdo con la CONAGUA (2009), el objetivo de limitar los valores de pendientes es evitar, lo máximo posible, el azolve y la erosión de tuberías (p. 68). Debido a ello, las pendientes deben seguir, hasta donde sea posible, el perfil del terreno para tener excavaciones mínimas, pero sin obviar las restricciones de velocidad y tirantes mínimos, así como la ubicación y topografía de los lotes a los que se les brindará servicio (p. 68).

No obstante, el INAA (s.f.) indica que la *pendiente longitudinal mínima* deberá ser “aquella que produzca una velocidad de autolavado, la cual se podrá determinar aplicando el criterio de la tensión de arrastre” (p. 13).

2.6.3. Fuerza tractiva

El Viceministerio de Servicios Básicos (2007) define la *fuerza tractiva* o *tensión de arrastre* como “la tensión tangencial ejercida por el líquido en escurrimiento sobre la pared del conducto” (p. 36); tensión que genera el arrastre de los materiales que se encuentran depositados en el fondo (Fuerza tractiva, 2019).

2.6.4. Diámetros

De acuerdo con la CONAGUA (2009), el diámetro seleccionado estará en función del tipo de material y de las cantidades de aguas residuales a transportar (págs. 12, 68).

Sin embargo, con el objetivo de evitar posibles obstrucciones, el INAA (s.f.) sugiere un diámetro mínimo de 150 mm para las tuberías que conforman las redes públicas (p. 13).

2.6.5. Profundidades de zanjas

La CONAGUA (2009) considera que las profundidades de las excavaciones de las zanjas para las tuberías que conforman el alcantarillado sanitario dependen de la profundidad mínima considerada, la topografía y el trazado de la red, los límites de las velocidades, la existencia de conductos de otros servicios, y la economía en las excavaciones (p. 70).

2.7. Software de modelación hidráulica

2.7.1. Generalidades de la modelación hidráulica

De acuerdo con García Salas y Chocat (s.f.), el término *modelación* es empleado para representar “el proceso a partir del cual la realidad es estudiada como un mundo virtual” (p. 53), cuyo propósito es, en términos sencillos, generar únicamente una representación simplificada de la realidad (p. 56).

En las áreas de la ingeniería civil enfocadas a la hidráulica, la modelación es utilizada para simular situaciones reales que se producen en el “prototipo” a fin de conocer su comportamiento, debido a que, dada la conexión del modelo y prototipo, “las observaciones y estudios” realizados en modelo brindan la información necesaria para comprender “la naturaleza del prototipo” (Capítulo 2 Modelación hidráulica, s.f., p. 12).

En la actualidad, la modelación en la ingeniería hidráulica es “una herramienta básica para la elaboración de proyectos de desarrollo tecnológico, investigación y diseño” (García Salas, y Chocat, s.f., p. 52), sin la cual se diseñan o construyen cuasi ninguna estructura hidráulica importante (Capítulo 2 Modelación hidráulica, s.f., p. 12).

2.7.2. Software de modelación: SewerCAD

En vista de lo anterior, y en consideración de los objetivos del presente estudio, se destaca, dentro de la multitud de softwares dedicados a la modelación hidráulica, el programa desarrollado por Bentley Systems: SewerCAD.

Gutiérrez A. (2009) describe a *SewerCAD* como un programa de análisis y diseño de sistemas de drenaje urbano con énfasis en sistemas sanitarios, basado en un algoritmo de cálculo de Flujo Gradualmente Variado (FGV).

Dentro de las capacidades que ofrece el software para mejorar eficientemente la calidad de los diseños sanitarios, se distinguen, dado el alcance de la presente monografía, el diseño del alcantarillado sanitario, y la simulación del sistema hidráulico de gravedad y a presión (Bentley Systems, Incorporated, s.f.).

Así, en el *diseño del alcantarillado sanitario*, el programa recomienda los diámetros y profundidades de tubería más rentables, evitando, de esta forma, la

sobre excavación de zanjas, pero cumpliendo con las limitaciones de diseño que hayan sido propuestas (Bentley Systems, Incorporated, s.f.).

Similarmente, en la *simulación del sistema hidráulico de gravedad y a presión*, el software ofrece el análisis de “redes de alcantarillado complejas que contienen un número ilimitado de subredes de tuberías de presión o gravedad” (Bentley Systems, Incorporated, s.f.), así como la simulación precisa de “bombas, controles de bombas (incluidos mandos de regulación de la velocidad) y el llenado y vaciado de pozos húmedos” (Bentley Systems, Incorporated, s.f.).

Capítulo III. Diseño metodológico

El presente capítulo describe la metodología empleada para el desarrollo del trabajo monográfico; y plantea todos los criterios de diseño empleados para el desarrollo del mismo.

3.1. Metodología: Plan de trabajo

La elaboración del presente estudio fue dividida en cuatro fases, cada una relativa a los objetivos específicos previamente planteados. Estas son: 1) Levantamiento de información primaria; 2) Procesamiento y análisis de la información obtenida; 3) Diseño hidráulico del sistema; y 4) Estimación del presupuesto para la ejecución de la obra.

A continuación, se describen la metodología, instrumentos y herramientas empleadas en cada una de estas fases.

3.1.1. Primera fase: *Levantamiento de información primaria*

El levantamiento de información primaria obedece a la recolección de la información necesaria para desarrollar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el Barrio Marvin Marín; por lo que, esta fue a su vez dividida en cuatro momentos: 1) Delimitación del área de estudio, 2) elaboración del estudio socioeconómico, 3) levantamiento topográfico del barrio, y 4) aforo al subcolector del alcantarillado sanitario.

De esta forma, primeramente, se delimitó el área de intervención (Barrio Marvin Marín) haciendo uso de la herramienta Google Earth, bajo la supervisión de la gerencia de operaciones de la ENACAL. Esta propuesta fue posteriormente presentada a los líderes del barrio, quienes avalaron el área delimitada en presencia de la ENACAL (ver Anexo B), acordando, de esta forma, los límites territoriales en donde se realizó el diseño del alcantarillado sanitario.

Seguidamente, se procedió a realizar el estudio socioeconómico, en el cual se aplicaron dos instrumentos para la recolección de la información requerida: Boleta catastral (para el conteo de vivienda y lotes), y encuesta. Ambos instrumentos son utilizados por la ENACAL para el levantamiento de esta información, y se exponen en los Anexos C y D, respectivamente.

La boleta catastral fue aplicada a todos los bienes inmuebles del barrio. En cambio, la encuesta socioeconómica fue aplicada a un tamaño muestral basado en el total de viviendas habitadas obtenidas del conteo de viviendas, utilizando la fórmula del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población, en donde, en este caso, la “población” corresponde a la cantidad de viviendas ocupadas (Psyma, 2015) (1).

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha}^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \right) \quad (1)$$

En donde:

n es el tamaño de la muestra.

Z_{α} es una constante que depende el nivel de confianza asignada.

p es la proporción de individuos que posee en la población la característica del estudio, también conocida como probabilidad de éxito.

q es la proporción de individuos que no poseen esa característica; es decir, 1-p. También conocida como probabilidad de fracaso.

N es el tamaño de la población.

e es el error muestral deseado.

Para su cálculo, el tamaño de la muestra representativa se caracterizó por el 90% de confianza y un margen de error del 8%, resultando, para un tamaño de población de 337 viviendas, en 100 encuestas requeridas para su aplicación.

En lo que respecta al levantamiento topográfico, se realizaron los levantamientos planimétrico y altimétrico necesarios en la extensión existente del área de estudio (ver Anexo G).

Finalmente, el sitio de aforo seleccionado fue sometido a aprobación de la ENACAL, misma que proporcionó al personal capacitado y dotado de equipo de protección (guantes, cascos y chalecos) y de las herramientas básicas para la ejecución de su trabajo (ejercicios de campo y verificación de la toma de datos), para un tiempo de duración de 48 horas continuas.

3.1.2. Segunda fase: Procesamiento y análisis de la información obtenida

La segunda fase del desarrollo del trabajo monográfico consistió en procesar y analizar la información obtenida del levantamiento de información primaria (primera fase), en el cual se incluyen los resultados del estudio socioeconómico, levantamiento topográfico y aforo de aguas residuales.

En relación al estudio socioeconómico, el procesamiento de los datos de campo obtenidos se realizó utilizando hojas Excel para su presentación en consolidados que faciliten su revisión; permitiendo realizar análisis individuales correspondientes al conteo de viviendas y lotes; y a la encuesta socioeconómica.

De esta forma, el conteo de viviendas y lotes permitió conocer la agrupación de las viviendas por sectores y manzanas, cantidad y uso de lotes existentes, y un estimado de la población. Por su parte, la encuesta socioeconómica aplicada permitió identificar la situación social y económica de la población, tales como: Los servicios de agua y saneamiento existentes; formas utilizadas por la población para el abastecimiento de agua potable; la percepción de los problemas de saneamiento relativos a higiene personal; enfermedades relacionadas con la falta de agua; condiciones de saneamiento ocasionadas por la acumulación de basura y aguas servidas; características familiares que permitan conocer los datos

poblacionales; ingresos de los usuarios; y características ambientales generales del entorno; además de posibilitar determinar el índice habitacional y la población que habita en las viviendas contabilizadas que no disponían de habitantes al momento de realizar el conteo de viviendas; con el fin de estimar la población actual que habita en el Barrio Marvin Marín y la población de saturación.

Los resultados de estos análisis efectuados se muestran en el Capítulo IV del presente documento, y contiene los datos relativos al total de viviendas habitadas, así como los insumos necesarios para estimar la población actual y su distribución física dentro del área de estudio.

Por otro lado, el resultado del levantamiento topográfico fue el plano topográfico del barrio, el cual se realizó utilizando el programa de automatización de dibujo AutoCAD. Este plano permitió efectuar un trazado de la red de alcantarillado sanitario del barrio, e identificar los posibles sitios de conexión a la red de alcantarillado sanitario de la ciudad de Managua para su transporte a la planta de tratamiento municipal.

De esta forma, las características altimétricas y el trazado de la red de alcantarillado sanitario posibilitaron seleccionar la alcantarilla de la red de alcantarillado sanitario existe de la ENACAL que funcionará como subcolector del Barrio Marvin Marín; en la cual se efectuó un aforo de aguas residuales, cuyos resultados fueron proporcionados por la ENACAL, e incluyen datos generales sobre el diámetro de la alcantarilla de salida del pozo de visita sanitario, la pendiente y la medición del tirante de aguas residuales; así como la determinación de los caudales máximo y mínimo que esta transporta, y su relación de calado (y/D) (ver Anexo H). Estos resultados permitieron realizar el análisis requerido para determinar la capacidad hidráulica del sitio de conexión (ver Capítulo V).

3.1.3. Tercera fase: *Diseño hidráulico del sistema*

La tercera fase consiste en el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario para el Barrio Marvin Marín, e incluye los resultados de los estudios poblacional y de generación de caudales, y de la valoración de capacidad hidráulica de la conexión, así como la modelación en SewerCAD y el dimensionamiento en Microsoft Excel, junto a la comparativa de resultados obtenidos de ambas herramientas.

Los resultados anteriormente descritos, realizados a partir de los criterios de diseños considerados en la Sección 3.2, están disponibles en el Capítulo V. Los planos constructivos (planta general, planta-perfil y detalles constructivos), elaborados con el software de dibujo AutoCAD, se muestran en el Anexo K.

3.1.4. Cuarta fase: *Estimación del presupuesto para la ejecución de la obra*

La cuarta y última fase en la que fue dividido el presente estudio monográfico obedece a los resultados de los cálculos efectuados para la estimación del presupuesto de las obras a llevarse a cabo en la etapa de construcción; elaborado en hojas de cálculo en Microsoft Excel y a partir de los planos constructivos y costos de mercado local. Estos resultados están disponibles en el Capítulo V.

3.2. Criterios de diseño

A continuación, se describen los criterios de diseño utilizados para el dimensionamiento hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario propuesto, de acuerdo a la guía nicaragüense *Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales* del INAA; a la normativa nicaragüense NTON 09003-99, *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua*, elaborada por esta misma institución; y a bibliografía especializada en estos temas.

3.2.1. Parámetros básicos de diseño

3.2.1.1. Tipo de sistema de recolección

El sistema de alcantarillado sanitario proyectado es del tipo separativo, y, dadas las características topográficas del área y zonas aledañas, a flujo por gravedad.

3.2.1.2. Período de diseño

El período de diseño utilizado para el dimensionamiento del sistema de alcantarillado sanitario destinado al Barrio Marvin Marín fue considerado en 20 años.

Basado en lo anterior, y considerando que el proceso de consecución de financiamiento, licitación y construcción de obras pueda conllevar un estimado de 15 meses, el año de inicio y puesta de operación del sistema de alcantarillado sanitario será el año 2022; por ende, el horizonte de diseño es el año 2041.

3.2.1.3. Áreas de proyecto

Las redes del sistema de alcantarillado sanitario en el área objeto de estudio fueron proyectadas en calles con cobertura actual de redes de agua potable.

3.2.1.4. Población de diseño

Para la estimación de la población de diseño, se utilizó el método de la tasa de crecimiento geométrico (2).

$$P_n = P_0 * (1+r)^n \quad (2)$$

En donde:

P_n es la población al año de diseño (hab).

P_0 es la población base o inicial (hab).

r es la tasa de crecimiento, expresada en notación decimal.

n es el número de años que comprende el período de diseño.

La población base o inicial corresponde a la determinada a través del estudio socioeconómico en el área de estudio, durante la fase de levantamiento de información primaria.

La tasa de crecimiento poblacional, por otro lado, fue determinada tomando como base los censos nacionales de población y respetando lo establecido en la Norma del INAA. Esta se encuentra entre los rangos de 2.5% a 4.0%, y fue aplicada de forma constante durante el período de diseño.

3.2.1.5. Dotaciones

Para la determinación de la generación de caudales de aguas residuales, se utilizaron las dotaciones de agua potable de los consumos domésticos, comerciales, institucionales e industriales correspondiente a los sistemas de agua potable urbanos para la ciudad de Managua, según la *Norma de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua* de INAA.

Posteriormente, estas dotaciones de agua potable fueron transformadas a dotaciones de aguas residuales, de acuerdo a las *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales* del INAA.

3.2.1.5.1. Dotaciones de agua potable

De acuerdo al numeral 2.2.1.1 de la *Norma de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua* del INAA, el Barrio Marvin Marín se clasifica como “zona de alta densidad”, al encontrarse construcciones de infraestructura variada en áreas homogéneas que van desde 150 m² hasta 250 m², y con característica distintiva que casi todas las viviendas están conectadas a

la red de agua potable. Debido a estas peculiaridades, se asignó una dotación doméstica de agua potable constante de 150 L/hab/día a cada año considerado en el diseño (ver Tabla 1).

Tabla 1
Dotación doméstica de agua potable para la ciudad de Managua

Clasificación de los barrios	Dotación	
	gl/hab/día	L/hab/día
Asentamientos progresivos	10	38
Zonas de máxima densidad y de actividades mixtas	45	170
Zonas de alta densidad	40	150
Zonas de media densidad	100	378
Zonas de baja densidad	150	568

Nota. Fuente: INAA. (s.f.). *Tabla 2-1* [Tabla]. Recuperado de Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua.

En lo que respecta a las dotaciones de descarga concentrada, se asignó una dotación comercial de agua potable de 94.625 L/hab/día, refiriéndose los “habitantes” a la cantidad de trabajadores del sector comercial del barrio. Por otro lado, ya que la empresa de acerillo es una industria seca, y los sectores públicos del barrio consisten en iglesias, un parque, un puesto de salud, y una escuela (ver Capítulo IV), se consideró determinar sus respectivas dotaciones de agua potable como el 2 % y el 7 % de la dotación doméstica diaria, respectivamente, pese a los criterios referidos al desarrollo de la población descritos en la Tabla 2, al no disponer de suficiente información sobre el desarrollo de la población referida a estos sectores.

Tabla 2

Dotación de descarga concentrada de agua potable para la ciudad de Managua

Consumo	Dotación	
	gl/hab/día	L/hab/día
Comercial	25.000	94.625
Público o institucional	De acuerdo a desarrollo	
Industrial	de población ^a	

Nota. Fuente: INAA. (s.f.). *Tabla 2-3* [Tabla]. Recuperado de Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua.

^a Estas dotaciones se estimaron de acuerdo al numeral 2.3.2 de la Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua, dadas las consideraciones previamente mencionadas.

3.2.1.5.2. Dotación de aguas residuales

Las dotaciones de aguas residuales domésticas, comerciales, industriales y públicas fueron determinadas al aplicar el coeficiente de retorno a las respectivas dotaciones de agua potable consideradas. El coeficiente de retorno utilizado fue del 80%.

3.2.1.6. Contribuciones de aguas residuales

3.2.1.6.1. Gasto medio doméstico de aguas residuales

El gasto medio doméstico fue estimado como el producto de la dotación doméstica de aguas residuales y la población de proyecto, de acuerdo a la fórmula (3).

$$Q_m = \text{Dotación}_{\text{domAR}} * P_n \quad (3)$$

En donde:

Q_m es el gasto medio doméstico (lps).

$\text{Dotación}_{\text{domAR}}$ es la dotación doméstica de aguas residuales (L/hab/día).

P_n es la población de proyecto (hab).

3.2.1.6.2. Gasto de descarga concentrada de aguas residuales

Dada la existencia de sectores públicos y de las empresas destinadas a la industria y el comercio (ver Capítulo IV), se consideraron contribuciones de aguas residuales del sector comercial, industrial e institucional. Sus caudales se determinaron de acuerdo a las fórmulas (4), (5) y (6), respectivamente.

$$Q_{\text{com}} = P_n * \text{Dotación}_{\text{comAR}} \quad (4)$$

$$Q_{\text{ind}} = 2 \% * Q_m \quad (5)$$

$$Q_{\text{inst}} = 7 \% * Q_m \quad (6)$$

En donde:

Q_{com} es el gasto comercial de aguas residuales (lps).

Q_{ind} es el gasto industrial de aguas residuales (lps).

Q_{inst} es el gasto institucional o público de aguas residuales (lps).

Q_m es el gasto medio doméstico de aguas residuales (lps).

P_n es la población de proyecto (hab).

$\text{Dotación}_{\text{comAR}}$ es la dotación comercial de aguas residuales (L/hab/día).

3.2.1.6.3. Gasto de infiltración

El gasto de infiltración estimado fue el correspondiente a 2 L/hora/100 m de tubería plástica, por cada 25 mm de diámetro.

3.2.1.6.4. Gasto mínimo doméstico de aguas residuales

El gasto mínimo doméstico a ser captado por el sistema de alcantarillado sanitario fue determinado como 1/5 del gasto medio doméstico (7).

$$Q_{\text{mín}} = \frac{1}{5} Q_m \quad (7)$$

En donde:

$Q_{\text{mín}}$ es el gasto mínimo doméstico (lps).

Q_m es el gasto medio doméstico (lps).

3.2.1.6.5. *Gasto máximo doméstico de aguas residuales*

El gasto máximo doméstico de aguas residuales fue estimado como el producto del gasto medio doméstico y el factor de Harmon (8), factor cuyo valor está comprendido entre los límites permisibles de 1.80 y 3.00 (9).

$$Q_{\text{máx}} = M * Q_m \quad (8)$$

$$1.80 < M = \left[1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} \right] < 3.00 \quad (9)$$

En donde:

$Q_{\text{máx}}$ es el gasto máximo doméstico (lps).

M es el factor de relación de Harmon.

Q_m es el gasto medio doméstico (lps).

P es la población servida, en miles de habitantes.

3.2.1.6.6. *Gasto de diseño*

El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario diseñado permitirá el transporte de los caudales picos, según la fórmula (10).

$$Q_d = Q_{\text{máx}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{DC}} \quad (10)$$

En donde:

Q_d es el gasto de diseño (lps).

$Q_{\text{máx}}$ es el gasto máximo doméstico (lps).

Q_{inf} es el gasto de infiltración (lps).

Q_{DC} es el gasto de descarga concentrada (lps).

3.2.2. Hidráulica de las alcantarillas

3.2.2.1. Coeficiente de rugosidad

El valor del coeficiente de rugosidad “n” de Manning, correspondiente al material propuesto para las tuberías, se indica en la Tabla 3.

Tabla 3
Coeficiente de rugosidad de Manning

Material	Coeficiente “n”
Policloruro de vinilo (PVC)	0.009

Nota. Fuente: INAA. (s.f., p. 13). Recuperado de Guías Técnicas para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

3.2.2.2. Diámetros

El diámetro mínimo utilizado en las tuberías de la red de recolección fue de 150 mm. En cambio, para conexiones domiciliarias, se estableció como diámetro mínimo 100 mm.

3.2.2.3. Pendientes

La pendiente longitudinal mínima utilizada fue aquella capaz de producir una velocidad de autolavado, la cual, a su vez, se determinó aplicando el criterio de la tensión de arrastre (11), considerando el valor mínimo de $f = 1$ Pa, que proporciona el INAA.

$$f = W * R * S \quad (11)$$

En donde:

f es la tensión de arrastre (Pa).

W es el peso específico del líquido (N/m³).

R es el radio hidráulico a gasto mínimo (m).

S es la pendiente mínima (m/m).

3.2.2.4. Velocidades

La velocidad mínima permisible considerada fue de 0.3 m/s, de acuerdo a lo establecido en el *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*, de la CONAGUA.

En cambio, la velocidad máxima permisible considerada, de acuerdo a lo establecido por el INAA, fue de 3.0 m/s.

3.2.2.5. Pérdidas de carga adicional

Para todo cambio de alineación, sea este horizontal o vertical, se incluyó una pérdida de carga igual a la fórmula (12) entre la entrada y salida del pozo de visita sanitario (PVS) correspondiente, no pudiendo ser, en ninguno de los casos, menor de 3 cm.

$$h = 0.25(V_m^2)/2g \quad (12)$$

En donde:

h es la pérdida de carga adicional (m).

V_m es la velocidad media del flujo (m/s).

g es la aceleración de la gravedad (m/s^2).

3.2.2.6. Tirantes

Se consideró un tirante máximo de agua igual al 80% del diámetro.

3.2.2.7. Cambio de diámetro y relación de calados

En los cambios de diámetro, se coincidieron los puntos correspondientes a los 8/10 de la profundidad de ambas tuberías.

El diámetro aguas abajo de cada uno de los tramos considerados en el diseño fue igual o mayor que el diámetro del tramo aguas arriba. En los casos en los cuales en un pozo de visita descarguen dos o más tuberías, el diámetro considerado para la tubería de salida fue igual o mayor que el de la tubería de entrada de mayor diámetro.

Para la tubería existente (subcolector), se consideró su reemplazo, debido a que, para su aprovechamiento, se requiere su profundización.

3.2.2.8. Ángulo entre tuberías

En todos los pozos de visita, el ángulo formado por la tubería de entrada y la tubería de salida fue, como mínimo, de 90° y como máximo de 270° medido en sentido del movimiento de las agujas del reloj y partiendo de la tubería de entrada.

3.2.2.9. Cobertura sobre tuberías

En el diseño se mantuvo una cobertura mínima de 1.25 m sobre la corona de la tubería en toda su longitud de acuerdo con su resistencia estructural y que facilite el drenaje de las viviendas hacia las recolectoras.

En los casos en donde fue necesario salvar obstáculos o por circunstancias muy especiales, se colocaron las tuberías a pequeñas profundidades, encajonándolas en concreto simple con un espesor mínimo de 0.15 m alrededor de la pared exterior del tubo.

3.2.2.10. Ubicación de las alcantarillas

En las vías de circulación dirigidas de Este a Oeste, las tuberías se ubicaron al Norte de la línea central de la vía. En las vías de circulación dirigidas de Norte a Sur, las tuberías se ubicaron al Oeste de la línea central de la vía.

3.2.3. Pozos de visita sanitarios (PVS)

3.2.3.1. Ubicación

Se ubicaron pozos de visita (PVS) en todo cambio de alineación horizontal o vertical; en todo cambio de diámetro; y en las intersecciones de dos o más alcantarillas.

3.2.3.2. Distancia máxima entre pozos de visita

El espaciamiento máximo entre los pozos de visita sanitarios se estableció considerando los métodos y equipos de mantenimiento tradicionales que señala el INAA (ver Tabla 4).

Tabla 4

Separación máxima entre PVS en función del diámetro

Diámetro (mm)	Separación máxima (m)
150 a 400	100
450 y mayores	120

Nota. Fuente: INAA. (s.f., p. 27). Recuperado de Guías Técnicas para el Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

3.2.3.3. Estructuras de pozos de visita con caída

Se utilizaron estructuras de pozos de visita con caída en los sitios en donde la altura entre el fondo del pozo de visita y el fondo de la tubería de entrada es mayor de 0.60 m.

Capítulo IV. Descripción del área de estudio: Barrio Marvin Marín

En este capítulo se presenta una síntesis sobre la información general actual del Barrio Marvin Marín y los hallazgos más significativos de las características sociales y económicas de su población, encontrados a través de la aplicación de la boleta catastral y encuesta socioeconómica. En caso de deseo de profundización del tema en cuestión, se sugiere ir a Anexos E y F en donde se presentan los resultados de ambos instrumentos aplicados, respectivamente.

4.1. Información general del barrio

A continuación, se presenta información relacionada a la localización del barrio y el clima y precipitación de la ciudad de Managua. Asimismo, se explica la configuración interna del Barrio Marvin Marín, así como su infraestructura existente de abastecimiento de agua potable, sus características del saneamiento básico e información sobre otros servicios públicos existentes.

4.1.1. Localización

El Barrio Marvin Marín es un barrio capitalino perteneciente al Distrito III del municipio de Managua, del departamento de Managua. Sus límites de extensión territorial están establecidos al Norte con el Barrio San Judas, al Este con el Parque de Ferias (Lomas del Memorial Sandino), al Sur con el Barrio Jorge Cassaly, y al Oeste con el Sector Sur del Barrio San Judas.

En las Figuras 1 y 2 se muestran la macro y micro localización del barrio objeto de estudio, respectivamente.

Figura 1

Macro localización del Barrio Marvin Marín

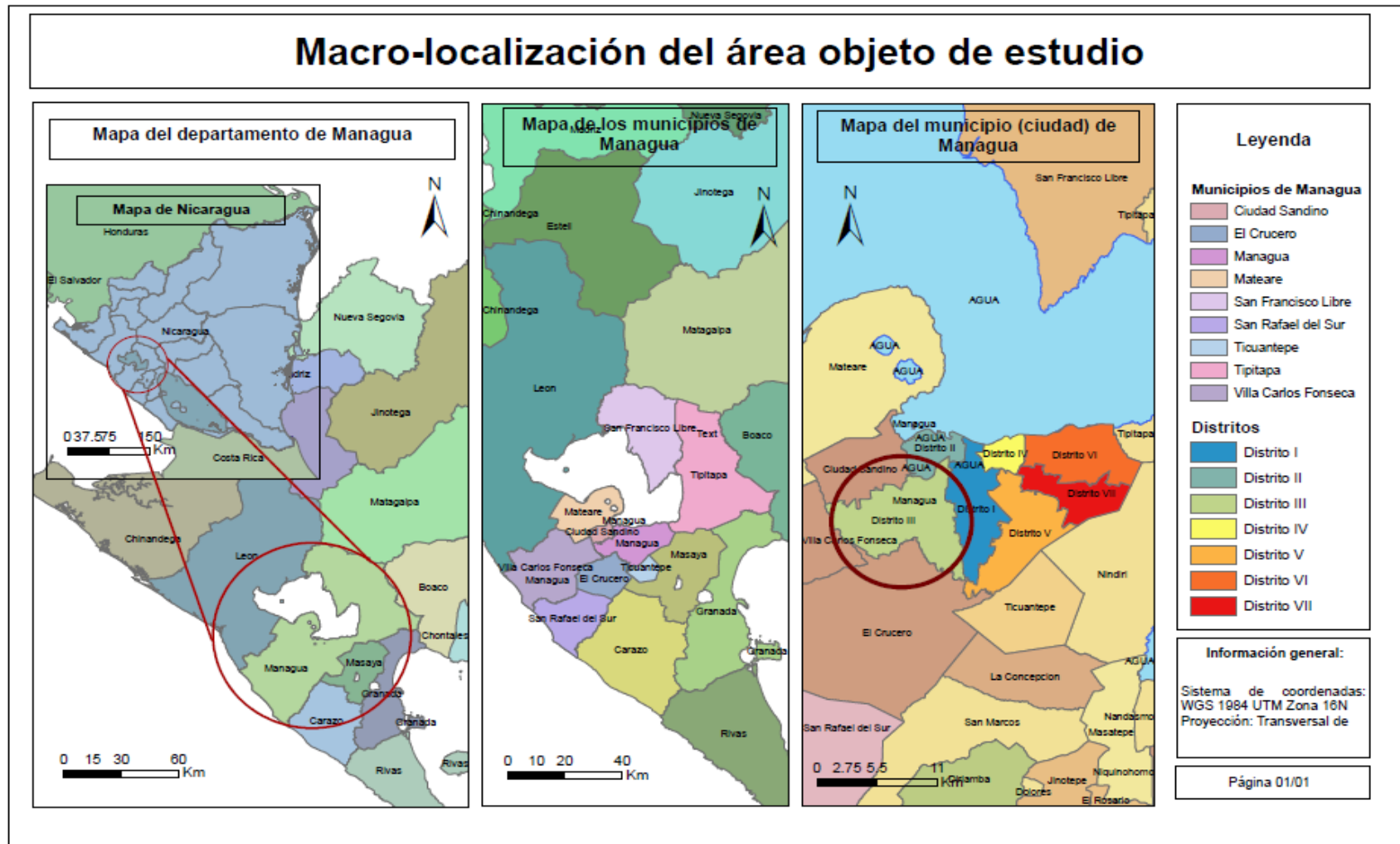


Figura 2

Micro localización del Barrio Marvin Marín



Como punto de georreferenciación, la esquina noroeste del parque del barrio se ubica en las coordenadas geográficas UTM WGS84 E: 576998.12 m N: 1338560.36 m.

4.1.2. *Clima y precipitación*

El clima de la ciudad de Managua es del tipo tropical monzónico (Managua, s.f.), con temperaturas anuales que oscilan entre los 21°C y 35°C, y una temperatura media anual de 28°C (Weather Spark, s.f.).

De acuerdo a Weather Spark (s.f.), Managua presenta dos temporadas significativas: La temporada calurosa y la temporada fresca. La diferencia entre ambas radica en el tiempo de duración y las temperaturas máximas que se pueden llegar a alcanzar.

La primera se caracteriza por comenzar, por lo general, el 22 de marzo y finalizar el 11 de mayo, para una duración de 1.6 meses, alcanzando una temperatura máxima promedio diaria de más de 34°C (Weather Spark, s.f.).

La segunda, en cambio, comienza el primero de septiembre y termina el 21 de enero, para una duración de 4.6 meses, y una temperatura máxima promedio diaria inferior a 32°C (Weather Spark, s.f.).

En lo que respecta a la precipitación, en Managua, el tipo de precipitación más común durante el año es lluvia. De esta forma, Weather Spark (s.f.) asegura que la temporada de lluvia en Managua dura 7.9 meses, comprendidos desde el 11 de abril hasta el 6 de diciembre, con un “intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 mm”. Además, especifica que la mayor cantidad de lluvia precipita “durante los 31 días centrados alrededor del 24 de septiembre, con una acumulación total promedio de 180 mm”. (Weather Spark, s.f.)

En cambio, el período del año sin lluvia dura 4.1 meses, del 6 de diciembre al 11 de abril. La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 14 de enero, con una acumulación total promedio de 1 mm (Weather Spark, s.f.)

4.1.3. Distribución interna del barrio

El Barrio Marvin Marín se encuentra internamente dividido en dos sectores, identificados como Etapa I o “Marvin Marín” y Etapa II o “Los Rodríguez”. A su vez, el barrio se subdivide en un total de 17 manzanas, ordenadas alfabéticamente desde la A hasta la Q.

De esta forma, la Etapa I está constituida por un total de 11 de las 17 manzanas que conforman el barrio, siendo estas las manzanas A, B, C, D, E, F, G, H, I, J y N; mientras que las manzanas K, L, M, O, P y Q pertenecen a la Etapa II.

4.1.4. Infraestructura del abastecimiento de agua potable

El 94.44 % del barrio cuenta con el servicio de abastecimiento de agua potable proporcionado por la empresa prestadora de servicios, ENACAL. El 1.39 % del barrio, por otro lado, se abastece por parte del vecino o acarrea su agua desde una fuente pública. Únicamente el 4.17 % restante no se abastece de agua potable, al tratarse de predios baldíos, casas deshabitadas y casas en construcción.

4.1.5. Características del saneamiento básico

De los tres servicios básicos que consiste el agua y saneamiento, se obtuvo, que existe un déficit del 98.33 % de cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en la comunidad. Es preciso aclarar que el 1.67% de los bienes inmuebles restantes se encuentran conectados, de manera ilegal, a la red de alcantarillado sanitario del Parque de Ferias.

La anterior situación ha conllevado que cada familia realice acciones particulares en su propiedad para la disposición de sus aguas residuales, destacándose los sumideros (52.22 %), y las letrinas junto a la evacuación a las vías públicas (36.39 %).

4.1.6. Otros servicios públicos

La comunidad se encuentra integrada a la red nacional de energía eléctrica. El servicio de energía eléctrica cubre toda el área de la comunidad, y se encuentran conectados un total de 92.50 % de los bienes inmuebles del barrio.

Asimismo, el Barrio Marvin Marín cuenta con el servicio telefónico a través de la empresa de telecomunicaciones ENITEL.

En cuanto a escolaridad, existe un centro de nombre Hospitalet, que cuenta con los niveles de preescolar y primaria atendiendo una población estudiantil de 278 estudiantes (229 en primaria y 49 en preescolar), quienes van a clase por la mañana. El personal del centro escolar está conformado por una directora, 6 docentes, un conserje y dos guardias de seguridad.

Contiguo al centro escolar, existe un puesto de salud, actualmente atendido únicamente por dos médicos. Según mencionan, las enfermedades más recurrentes en la población son diarrea, dengue y gripe.

En lo que respecta a los centros espirituales o religiosos, el barrio cuenta con un total de cuatro iglesias de fe cristiana, conocidas por los nombres de Iglesia de Dios, Iglesia de Dios Oasis en el Desierto, Iglesia Apostólica de Jesucristo, e Iglesia Cristiana Redimida de Dios.

Otros sectores públicos del barrio incluyen un parque de entretenimiento infantil con cancha deportiva, y una casa comunal.

Por otro lado, las vías de acceso al barrio son de asfalto. No obstante, las calles y avenidas dentro del barrio, consisten, principalmente, de tierra, con ligeras zonas asfaltadas. Dichas calles se encuentran en buenas condiciones y son transitables, la mayoría de ellas, en toda clase de vehículo.

Finalmente, se cuentan con cuatro líneas de transporte público cuyas rutas pasan cerca del barrio, siendo estas las 105, 108, 158 y 261. Las paradas más cercanas al barrio son: El Palí Villa Roma, que se encuentra a 478 m de distancia, y la Cooperativa de Panificadores, a 847 m de distancia.

4.2. Características socioeconómicas

A continuación, se presenta información relacionada a la agrupación de los bienes inmuebles del barrio, las características de estos, la economía familiar de la población, y los problemas de saneamiento y enfermedades en el barrio.

4.2.1. Agrupación de los bienes inmuebles del barrio

El 55 % de los predios contabilizados en el barrio objeto de estudio se concentran en la Etapa 1; mientras que el restante 45 % se encuentran concentrados en la Etapa 2.

Por otro lado, refiriéndose a agrupación de manzanas, el 41.39 % (siendo este la mayoría) de los predios del Barrio Marvin Marín está conformado por una distribución media de 18 predios por manzana, y se encuentran concentrados en las manzanas B, D, E, G, H, I, L y M.

No obstante, la máxima distribución de predios contabilizados por manzana se concentra en las manzanas P y Q, representando el 12.78 % (con 46 predios por manzana) y 11.94 % (con 43 predios por manzana) de la distribución total de los predios en el barrio, respectivamente.

En cambio, el 21.94 % de los predios del barrio está conformado por una distribución de 28 predios por manzana, 26 predios por manzana y 25 predios por manzana, concentrándose en las manzanas A (7.78 %), F (7.22 %) y K (6.94 %), respectivamente.

Finalmente, la cantidad mínima de bienes inmuebles del barrio (11.94 %) se concentran en las manzanas C, J, N y O; siendo constituidos por una media de 11 predios por manzana.

4.2.2. Características de los bienes inmuebles

Se encontraron un total de 360 bienes inmuebles en el barrio objeto de estudio, de los cuales 337 son viviendas domiciliarias conformadas, en su mayoría (51.39 %), por múltiples familias residentes en una misma vivienda. Se encontraron, además, una casa destruida y 13 predios baldíos.

Por otro lado, se encontraron 7 sectores públicos, tales como iglesias, parques, centro de salud, etc., una empresa comercial destinada al transporte de bienes (Cargo Trans), y una empresa industrial de maquinaria (empresa de acerillo). Adicionalmente, se encontró una vivienda que ofrece venta de productos lubricantes y es conocida como “Lubricante La Pista”.

4.2.3. Economía familiar

En el 48 % de las familias encuestadas, en el hogar existe únicamente una persona con ingresos económicos. A esta cantidad le sigue el 31 %, en donde los ingresos económicos del hogar son proporcionados por dos personas. Es importante mencionar que el 5 % de los encuestados expresaron que los miembros con ingresos de sus respectivas familias actualmente se encuentran desempleados, producto de la situación provocada por la pandemia del COVID-19 que afronta el país.

Dentro de las actividades económicas principales de las personas que poseen ingresos económicos en sus respectivos hogares, se destaca, sobre todo, la profesional o técnica (23 %), el empleo público (16 %), la pensión por jubilación (13.74 %) y el servicio doméstico (13 %).

Ante la interrogante proporcionada a los encuestados sobre cuáles fueron los ingresos de la familia el mes pasado, se obtuvo que el 45 % de las familias (que representa a la mayoría) cuenta con un ingreso que oscila entre los C\$ 4,001 y C\$ 19,500 mensuales. Sin embargo, el 34 % de las familias tiene un ingreso menor de C\$ 4,000 al mes; valor situado por debajo del salario mínimo. El restante 21 % está conformado por familias que cuentan con un ingreso dentro de los rangos de C\$ 19,501 y C\$ 37,000 mensuales (7 %) y por encuestados que no quisieron brindar respuestas (14 %).

4.2.4. Problemas de saneamiento y enfermedades en el barrio

De acuerdo a los habitantes del Barrio Marvin Marín, los cuatro problemas relacionados con el abastecimiento de agua potable y el saneamiento que más afectan a la población residente de esta localidad, son la incidencia de moscas y mosquitos (86 % de los votos), el mal olor generado por las aguas residuales (81 % de los votos), la falta de higiene personal (75 % de los votos), y el rebalse de aguas servidas en las calles (con el 74 % de los votos).

Reforzando estas percepciones, el 91 % de los encuestados son conscientes que lo que más afecta al barrio está asociado a la falta de un sistema de alcantarillado sanitario, y señalan esta carencia como la causa principal de sus problemas.

Lo anterior se puede relacionar con las enfermedades reconocidas por la OMS como consecuencia de una falta de infraestructura sanitaria adecuada, dado que, los encuestados reportaron que, en los últimos 12 meses, los integrantes de sus

familias han padecido diarrea (24 %), parásitos intestinales (3 %) y trastornos digestivos (1 %).

Ante lo anterior, el 96 % de las personas encuestadas expresan que están muy interesadas en resolver estos problemas de saneamiento y salud de la población; mientras que el 4 % restante expresan interés.

Prueba de ello es que el 99 % de las personas encuestadas, conectadas o no conectadas al servicio de alcantarillado sanitario del Parque de Ferias, afirman que estarían dispuestas a conectarse al sistema de alcantarillado sanitario propio del barrio y proporcionado por la ENACAL, si frente a su casa este pasara. No obstante, el 1% de las viviendas expresó que su decisión depende del costo de la conexión y del servicio, al tratarse de un barrio muy pobre.

Capítulo V. Análisis y presentación de resultados

El presente capítulo aborda los resultados obtenidos de los análisis realizados para la estimación de la población de diseño, la determinación de las contribuciones de aguas residuales generadas durante el período de diseño considerado, y la valoración de la capacidad hidráulica del sitio de la conexión. Asimismo, se efectúa una descripción del trazado realizado, y se abordan los hallazgos significativos del diseño de la red de recolección de aguas residuales, entre los cuales se destacan los resultados de las modelaciones hidráulicas del sistema en SewerCAD y Microsoft Excel, y la estimación del presupuesto requerido para su construcción.

5.1. Estudio de población

A fin de determinar los elementos básicos que conforman el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el Barrio Marvin Marín, fue preciso efectuar los análisis correspondientes a la población actual residente en el sitio de estudio, al crecimiento poblacional del barrio, y a la estimación de la población futura.

5.1.1. Población actual

La población actual residente en el Barrio Marvin Marín está conformada por el total de habitantes en las viviendas ocupadas, habiendo estado estas con la presencia de gente al momento de la realización del conteo de viviendas o sin ella.

Considerando lo anterior, de los resultados de la boleta catastral aplicada para el conteo de viviendas (ver Anexo E), se conoce que existen 1,809 habitantes en las 308 viviendas ocupadas con gente al momento de la visita.

Por otro lado, de los resultados de la encuesta socioeconómica, se determinó que el índice de ocupación habitacional promedio del barrio es de 6.52

habitantes/viviendas (ver Anexo F). Afectando con este valor a las viviendas ocupadas que no contaban con la presencia de gente al momento de la aplicación de la boleta catastral, se obtiene un estimado de la población faltante (79 habitantes en 12 viviendas); resultando en un total de 1,888 personas residentes en el barrio objeto de estudio (ver Tabla 5).

Tabla 5
Población conocida

Situación de la vivienda	Cantidad	Población (Hab)
Viviendas ocupadas, hay gente	308	1,809
Viviendas ocupadas, no hay gente	12	79
Total	320	1,888

5.1.2. Crecimiento poblacional del Barrio Marvin Marín

La razón de crecimiento adoptada para la estimación de la población futura del Barrio Marvin Marín, se identificó mediante un análisis del crecimiento poblacional del barrio durante el periodo 2005-2020.

Según Managua en Cifras (2007), el Barrio Marvin Marín estaba conformado por un total de 1,578 habitantes en el año 2005, resultando en un aumento poblacional de 310 habitantes en 15 años. Utilizando el método de la tasa de crecimiento geométrico, se determinó que la tasa de crecimiento poblacional correspondiente al barrio es de 1.20% (ver Tabla 6).

Tabla 6

Crecimiento poblacional del Barrio Marvin Marín

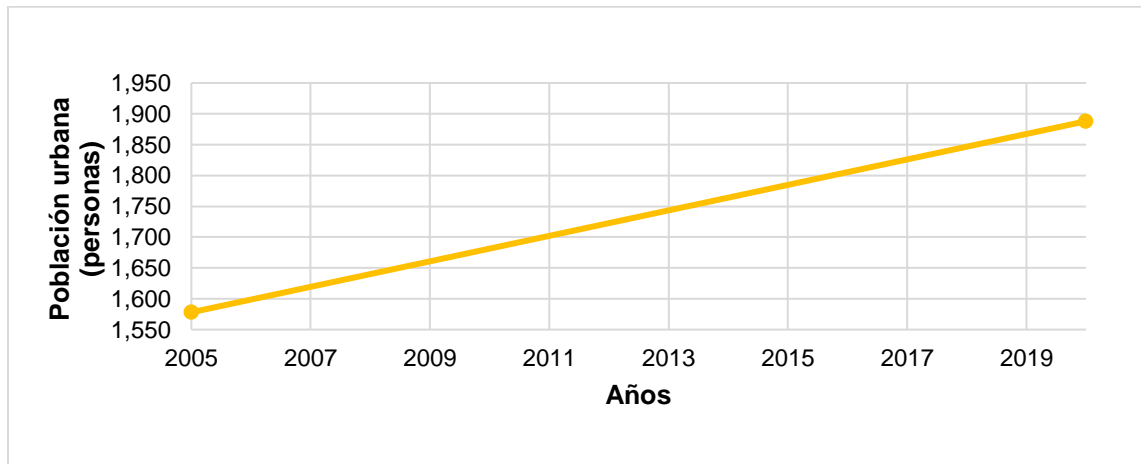
Año	Fuente	Instrumento	Población (Hab)	Variación inter censal (Hab)	Años inter período	Tasa de crecimiento poblacional (%)
2005	INIDE ^a	Censo nacional	1,578	-	-	-
2020	Propia	Boleta catastral y encuesta socioeconómica	1,888	310	15	1.20%

^a Fuente: INIDE. (2008). Cuadro 1. Principales indicadores de población al menor nivel de desgregación geográfica [Tabla]. Recuperado de MANAGUA en cifras.

Adicionalmente, en la Figura 3 se representa el crecimiento demográfico del barrio a través de los años.

Figura 3

Crecimiento demográfico del Barrio Marvin Marín



Identificada la razón de crecimiento del barrio objeto de estudio, se confirmó este resultado analizando el crecimiento poblacional de la ciudad de Managua. Las estadísticas conocidas de este municipio se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7*Crecimiento poblacional de la ciudad de Managua*

Año	Fuente	Instrumento	Población (Hab)	Variación inter censal (Hab)	Años inter período	Tasa de crecimiento poblacional (%)
1971	INEC ^a	Censo nacional	412,806	-	-	-
1995	INEC ^a	Censo nacional	819,731	406,925	24	2.90%
2005	INIDE ^b	Censo nacional	937,489	117,758	10	1.35%

^a Fuente: INEC. (1995). Cuadro 1. Población total de la República y de la ciudad de Managua según censos 1906 a 1995 [Tabla]. Recuperado de Censos nacionales 1995.

^b Fuente: INIDE. (2008). Cuadro 1. Principales indicadores de población al menor nivel de desgregación geográfica [Tabla]. Recuperado de MANAGUA en cifras.

Para el análisis, se seleccionó la tasa correspondiente al año 2005, debido a que es conocido que el método de la tasa de crecimiento geométrico brinda buenos resultados con períodos relativamente cortos de hasta 15 años (Tutoriales al día-Ingeniería Civil, s.f.); resultando en una diferencia de 0.15 % entre ambas tasas municipal y local con 15 años de diferencia, por lo que se concluye que la tasa calculada para el Barrio Marvin Marín es correcta.

Sin embargo, según límites establecidos en los Criterios de diseño (Sección 3.2), la tasa de razón de crecimiento geométrico poblacional seleccionada para el Barrio Marvin Marín corresponde al valor mínimo del 2.5 %.

5.1.3. Población futura

Se realizó el análisis de la población futura considerando dos posibles escenarios: Población proyectada y población de saturación, para poder seleccionar, en base a los resultados, la población de diseño que más se adecúe a la realidad del barrio.

5.1.3.1. Proyección de población

En base a la población actual residente en el barrio objeto de estudio, y de la tasa de crecimiento poblacional adoptada, se obtiene, a través del uso del método geométrico de proyección poblacional, los estimados de proyección de población mostrados en la Tabla 8.

Tabla 8
Población proyectada

No.	Año	Población total (Hab)
0	2020	1,888
	2021	1,936
1	2022	1,985
2	2023	2,035
3	2024	2,086
4	2025	2,139
5	2026	2,193
6	2027	2,248
7	2028	2,305
8	2029	2,363
9	2030	2,423
10	2031	2,484
11	2032	2,547
12	2033	2,611
13	2034	2,677
14	2035	2,744
15	2036	2,813
16	2037	2,884
17	2038	2,957
18	2039	3,031
19	2040	3,107
20	2041	3,185

5.1.3.2. Población de saturación

A través de los resultados de la boleta catastral aplicada para el conteo de viviendas (ver Anexo E), se conoce la cantidad actual existente de predios baldíos, casas vacías (en venta o alquiler, y desocupadas), casas en construcción y casas

destruidas en el barrio. Afectando cada uno de ellos con el índice de ocupación habitacional promedio, se determina la población posible a vivir, siendo esta de 204 habitantes (ver Tabla 9).

Tabla 9
Población posible a vivir

Situación de la vivienda	Cantidad	Población (Hab)
Predios baldíos	13	85
Casas vacías	14	92
Casas en construcción	3	20
Casas destruidas	1	7
Total	31	204

Considerando que, en algún momento cercano, el Barrio Marvin Marín será habitado por esta denominada “población posible a vivir”, la población de saturación del barrio será de 2,092 habitantes.

En relación con lo anterior, de acuerdo a la proyección de la población calculada en la Tabla 8, en algún momento entre los años 3 y 4 del funcionamiento del sistema diseñado, para el índice poblacional considerado, el Barrio Marvin Marín no dará más abasto al crecimiento poblacional. Por lo general, esto conllevaría a la consideración de zonas cercanas de posible expansión demográfica que cumplan con ciertos requisitos de servicios básicos y de acceso; no obstante, debido a la carencia de estas zonas en los alrededores del barrio objeto de estudio, esto conllevaría a una posible ola de emigración de 1,093 personas hacia otros barrios propios de la capital.

En vista de lo anterior, en la Tabla 10 se presenta el crecimiento poblacional para los años considerados del proyecto, tomando en cuenta la población de saturación.

Tabla 10*Población de saturación*

No.	Año	Población total (Hab)
0	2020	1,888
	2021	1,936
1	2022	1,985
2	2023	2,035
3	2024	2,086
4-20	2025-2041	2,092

5.1.3.3. Población de diseño seleccionada

De acuerdo a la Sección 5.1.3.2, entre el 2024 y 2025, el Barrio Marvin Marín se encontrará, inevitablemente, saturado, lo que implicará que no se disponga de espacio adicional para la creación de viviendas que sirvan de hogar para las 3,185 personas proyectadas para el año 2041, y deban emigrar 1,093 personas.

Pese a lo anterior, por los resultados del conteo de viviendas (Anexo E) y de la encuesta socioeconómica aplicada (Anexo F), así como de las reuniones mantenidas con los líderes comunitarios (Anexo B), se conoce que en las viviendas del barrio habitan más de una familia, por lo que se espera que estas 1,093 personas formen parte estas viviendas multifamiliares, y los habitantes puedan construir cuartos dentro de sus viviendas que sirvan de hogar a cada una de las familias. Se espera, además, que la situación económica del barrio mejore, y puedan ampliarse verticalmente las viviendas.

Habiendo considerado lo anterior, se selecciona como población de diseño la población crítica, siendo esta la población proyectada; con el propósito de asegurar que, en caso de resultar verídicas las suposiciones previamente planteadas, todos los habitantes futuros del barrio resulten favorecidos hasta el año 2041.

5.2. Generación de aguas residuales

A fin de determinar los elementos básicos que conforman el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el Barrio Marvin Marín, fue preciso efectuar el estudio correspondiente a la generación de caudales de aguas residuales, en el que se incluyen los análisis realizados de las dotaciones, de los gastos medio doméstico, de descarga concentrada, de infiltración, mínimo doméstico, máximo doméstico y de diseño.

5.2.1. Dotaciones

Se determinaron las dotaciones de agua potable y aguas residuales según lo prescrito en las Secciones 3.2.1.5.1 y 3.2.1.5.2, respectivamente.

5.2.2. Gasto medio doméstico de aguas residuales

Los gastos medio doméstico de aguas residuales fueron determinados por cada año considerado en el diseño, haciendo uso de la fórmula (3). Los resultados se muestran en la Tabla 11.

5.2.3. Gasto de descarga concentrada de aguas residuales

Los gastos comerciales, industriales e institucionales de aguas residuales fueron determinados por cada año considerado en el diseño, haciendo uso de las fórmulas (4), (5), y (6), respectivamente.

Es preciso mencionar que, para el gasto comercial generado por la empresa Cargo Trans, se consideraron dos trabajadores fijos encargados de la caja y de la atención, dos trabajadores fijos encargados de la bodega, dos motorizados fijos, y cuatro trabajadores situacionales, para un total de 10 trabajadores. Los resultados se muestran en la Tabla 11.

5.2.4. Gasto de infiltración

Los gastos de infiltración de aguas residuales fueron determinados por cada año considerado en el diseño, para una alcantarilla plástica de 3,255.40 m de longitud, y 150 mm de diámetro. Los resultados se muestran en la Tabla 11.

5.2.5. Gasto mínimo doméstico

Los gastos mínimo doméstico de aguas residuales fueron determinados por cada año considerado en el diseño, haciendo uso de la fórmula (7). Los resultados se muestran en la Tabla 11.

5.2.6. Gasto máximo doméstico de aguas residuales

Los gastos máximo doméstico de aguas residuales fueron determinados por cada año considerado en el diseño, haciendo uso de la fórmula (8). Debido a que el factor de Harmon calculado a través de la fórmula (9) era mayor al límite máximo permitido, se utilizó en el diseño un valor de Harmon de 3. Los resultados se muestran en la Tabla 11.

5.2.7. Gasto de diseño de aguas residuales

Los gastos de diseño de aguas residuales fueron determinados por cada año considerado en el diseño, haciendo uso de la fórmula (10). Los resultados se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11

Generación de aguas residuales en el Barrio Marvin Marín

Año	Población (Hab)	Dotación doméstica de AP (lppd)	Dotación doméstica de AR (lppd)	Dotación comercial de AP (lppd)	Dotación comercial de AR (lppd)	Gasto medio doméstico AR (lpd)	Gasto medio doméstico AR (lps)	Gasto de descarga concentrada			Gasto de infiltración (lps)	Gasto mínimo doméstico (lps)	Gasto máximo doméstico (lps)	Gasto de diseño (lps)	Gasto de diseño (m³/s)
								Gasto comercial de AR (lps)	Gasto industrial de AR (lps)	Gasto público de AR (lps)					
2022	1,985	150	120	94.625	75.7	238,200.00	2.7569	0.0088	0.0551	0.1930	0.1085	0.5514	8.2708	8.6362	0.0086
2023	2,035	150	120	94.625	75.7	244,200.00	2.8264	0.0088	0.0565	0.1978	0.1085	0.5653	8.4792	8.8508	0.0089
2024	2,086	150	120	94.625	75.7	250,320.00	2.8972	0.0088	0.0579	0.2028	0.1085	0.5794	8.6917	9.0697	0.0091
2025	2,139	150	120	94.625	75.7	256,680.00	2.9708	0.0088	0.0594	0.2080	0.1085	0.5942	8.9125	9.2971	0.0093
2026	2,193	150	120	94.625	75.7	263,160.00	3.0458	0.0088	0.0609	0.2132	0.1085	0.6092	9.1375	9.5289	0.0095
2027	2,248	150	120	94.625	75.7	269,760.00	3.1222	0.0088	0.0624	0.2186	0.1085	0.6244	9.3667	9.7649	0.0098
2028	2,305	150	120	94.625	75.7	276,600.00	3.2014	0.0088	0.0640	0.2241	0.1085	0.6403	9.6042	10.0096	0.0100
2029	2,363	150	120	94.625	75.7	283,560.00	3.2819	0.0088	0.0656	0.2297	0.1085	0.6564	9.8458	10.2585	0.0103
2030	2,423	150	120	94.625	75.7	290,760.00	3.3653	0.0088	0.0673	0.2356	0.1085	0.6731	10.0958	10.5160	0.0105
2031	2,484	150	120	94.625	75.7	298,080.00	3.4500	0.0088	0.0690	0.2415	0.1085	0.6900	10.3500	10.7778	0.0108
2032	2,547	150	120	94.625	75.7	305,640.00	3.5375	0.0088	0.0708	0.2476	0.1085	0.7075	10.6125	11.0481	0.0110
2033	2,611	150	120	94.625	75.7	313,320.00	3.6264	0.0088	0.0725	0.2538	0.1085	0.7253	10.8792	11.3228	0.0113
2034	2,677	150	120	94.625	75.7	321,240.00	3.7181	0.0088	0.0744	0.2603	0.1085	0.7436	11.1542	11.6061	0.0116
2035	2,744	150	120	94.625	75.7	329,280.00	3.8111	0.0088	0.0762	0.2668	0.1085	0.7622	11.4333	11.8936	0.0119
2036	2,813	150	120	94.625	75.7	337,560.00	3.9069	0.0088	0.0781	0.2735	0.1085	0.7814	11.7208	12.1897	0.0122
2037	2,884	150	120	94.625	75.7	346,080.00	4.0056	0.0088	0.0801	0.2804	0.1085	0.8011	12.0167	12.4944	0.0125
2038	2,957	150	120	94.625	75.7	354,840.00	4.1069	0.0088	0.0821	0.2875	0.1085	0.8214	12.3208	12.8077	0.0128
2039	3,031	150	120	94.625	75.7	363,720.00	4.2097	0.0088	0.0842	0.2947	0.1085	0.8419	12.6292	13.1253	0.0131
2040	3,107	150	120	94.625	75.7	372,840.00	4.3153	0.0088	0.0863	0.3021	0.1085	0.8631	12.9458	13.4515	0.0135
2041	3,185	150	120	94.625	75.7	382,200.00	4.4236	0.0088	0.0885	0.3097	0.1085	0.8847	13.2708	13.7862	0.0138

5.3. Trazado de la red de alcantarillado sanitario

Identificados la población y el caudal de diseño, se realizó un trazado de la red de alcantarillado sanitario del barrio según los numerales 3.2.1.3 y 3.2.2.10 (ver Criterios de diseño), y considerando una separación de 1.20 m a partir de la línea de camino. Para aquellos caminos o callejones cuyo ancho no permitían el espaciamiento considerado, se proyectó la alcantarilla a una distancia cercana al ancho medio de la vía.

Dicho trazado garantiza el desalojo total de las aguas residuales generadas por los habitantes del Barrio Marvin Marín, por medio de la acción de la gravedad, hacia el sitio de vertido seleccionado de la red existente de la ENACAL.

Para la conducción de estos flujos, a gravedad, hasta el sitio de vertido seleccionado, fue preciso atravesar el puente de San Judas a través de los PVS-X1, X2, X3, X4 y X5 hasta llegar al PVS-XO, este último existente y sitio de vertido seleccionado para la conexión, ubicado en el Barrio San Judas, del semáforo del centro de salud Edgard Lang, 3 cuadras arriba, 2 cuadras al lago.

Con esta alternativa a gravedad, los pozos X4 y X5 reemplazarán a igual número de pozos de visita existentes de la red de alcantarillado sanitario de la ENACAL. No obstante, dos PVS ubicados en la trayectoria del X3 y X4 serán eliminados por registrar mal funcionamiento (anegamiento), con los que se mejorará, de esta forma, el funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario en el sector del puente San Judas (Ver planos en Anexo K).

5.4. Aforo de aguas residuales

Efectuado el trazado de la red de alcantarillado sanitario del Barrio Marvin Marín, y tras haber identificado el sitio de conexión a la red de alcantarillado sanitario existente de la ENACAL, se procedió a realizar un aforo de aguas residuales en

el pozo de visita situado aguas abajo del punto de interés, con el fin de valorar la capacidad hidráulica de la alcantarilla existente entre ambos puntos.

Debido al interés de la ENACAL de solucionar los problemas sanitarios que enfrentan los habitantes del Barrio Marvin Marín, la empresa brindó su apoyo, realizando el aforo de aguas residuales en el sitio de medición previamente mencionado, suministrando, además, los resultados de los caudales determinados, mismos que se exponen en el Anexo H.

De dichos resultados se destaca que la alcantarilla analizada (de 200 mm de diámetro) transporta actualmente un caudal máximo de 7.86 lps, a una capacidad del 17 %.

5.5. Capacidad hidráulica del sitio de conexión

Considerando los resultados obtenidos de este aforo y del caudal de diseño del Barrio Marvin Marín (13.78 lps), se determina que el caudal total que transportará dicha alcantarilla, será de 21.65 lps., a una capacidad (y/D) del 46.81 %; lo que indica que la misma cumple con lo enunciado en las Guías Técnicas del INAA, al mantener una relación de calado inferior al 80 % que es el máximo permisible para tuberías con diámetro menor a 375 mm.

Consecuentemente, se valida la capacidad hidráulica del sitio de conexión.

5.6. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario del Barrio Marvin Marín comprende un entramado conformado por 3,255.40 m de tuberías PVC de 150 mm de diámetro y 212.12 m de tuberías PVC de 200 mm de diámetro, para un total de 3,467.52 m de tuberías; además de 60 pozos de visita sanitarios nuevos, dos pozos de visita sanitarios existentes a destruir, dos existentes a reemplazar

(identificados como X4 y X5); y uno existente que funcionará como sitio de conexión a la red de alcantarillado sanitario existente de la ENACAL.

De manera general, la red de alcantarillado sanitario diseñada para el Barrio Marvin Marín es enteramente del tipo separativo y proyectada en todas las zonas del barrio donde se tiene presencia de redes de agua potable. El trazado de la red fue efectuado de acuerdo a las características topográficas del barrio, de tal forma que la evacuación de los flujos fuese a gravedad. A fin de realizar el vertido de los flujos del barrio en la red sanitaria de ENACAL, se proyectó un sub colector conformado con diámetros de 150 mm y 200 mm que los conducirá al sitio de conexión denominado en el presente estudio como PVS-XO, ubicado en el Barrio San Judas, del semáforo del centro de salud Edgard Lang, 3 cuadras al Este, 2 cuadras al Norte.

La capacidad de la red de recolección y subcolector proyectado, es de forma tal que esta capte y permita el tránsito de los caudales estimados en un horizonte de vida al año 2041.

5.6.1. *Diseño hidráulico del sistema utilizando el modelo hidráulico*

Como herramienta de diseño se utilizó el programa SewerCAD (versión V8i SELECT Series 5) para la modelación de la red de alcantarillado sanitario del Barrio Marvin Marín.

La red fue proyectada atendiendo las restricciones impuestas de diseño en este tipo de sistema, por lo que todos los parámetros y condiciones establecidas están dentro de los rangos permitidos.

Respecto al diseño realizado, se verificó que este cumple con los criterios y normativas aceptadas en este tipo de sistemas, verificando, para todos los tramos, el cumplimiento del criterio de la fuerza tractiva. Para aquellos tramos en los que

a caudal de diseño no se alcanzó el valor de fuerza tractiva mínima permisible, se modeló a caudal de 1.5 lps, a fin de verificar que la pendiente propuesta en dichos tramos permite cumplir con esta condición a dicho caudal, que es el correspondiente a la descarga de un excusado. Los resultados de ambas modelaciones en SewerCAD se presentan en la Tabla 12.

Adicionalmente, en la Tabla 13 se sintetizan las características de cada uno de los pozos de visita sanitarios proyectados.

Tabla 12

Análisis hidráulico en SewerCAD: Tuberías

Tramo		Longitud (m)	Elevación de tapa		Diámetro (mm)	Pendiente del tramo (%)	Elevación de corona		Elevación de invert		Velocidad		Fuerza tractiva	
De	A		Inicio (m)	Final (m)			Inicio (m)	Final (m)	Inicio (m)	Final (m)	Qd (m/s)	Q = 1.5 lps (m/s)	Qd (Pa)	Q = 1.5 lps (Pa)
PVS-1	PVS-2	2.27	206.60	206.59	150	0.55	205.32	205.30	205.17	205.15	0.88	0.88	1.88	1.88
PVS-2	PVS-5	48.37	206.59	204.96	150	3.23	205.27	203.71	205.12	203.56	1.79	1.79	8.47	8.47
PVS-3	PVS-4	11.65	212.87	212.74	150	0.81	211.59	211.49	211.44	211.34	0.57	0.57	1.09	1.09
PVS-3	PVS-33	35.03	212.87	211.85	150	2.90	211.62	210.60	211.47	210.45	0.35	1.03	0.69	3.63
PVS-4	PVS-22	46.91	212.74	211.55	150	2.49	211.46	210.30	211.31	210.15	0.97	0.97	3.16	3.16
PVS-5	PVS-6	15.89	204.96	204.87	150	0.55	203.68	203.60	203.53	203.45	0.96	0.96	2.13	2.13
PVS-6	PVS-37	50.05	204.87	203.00	150	3.63	203.57	201.75	203.42	201.60	1.94	1.94	9.81	9.81
PVS-7	PVS-8	17.33	224.00	220.00	150	10.00	220.48	218.75	220.33	218.60	1.17	1.17	6.00	6.00
PVS-8	PVS-24	24.57	220.00	216.00	150	10.00	217.21	214.75	217.06	214.60	1.26	1.26	6.73	6.73
PVS-9	PVS-10	27.76	205.16	205.02	150	0.55	203.88	203.72	203.73	203.57	0.39	0.58	0.55	1.00
PVS-10	PVS-37	53.40	205.02	203.00	150	3.64	203.69	201.75	203.54	201.60	1.50	1.50	6.69	6.69
PVS-11	PVS-16	51.45	211.89	209.38	150	4.89	210.64	208.13	210.49	207.98	0.71	0.71	2.34	2.34
PVS-11	PVS-21	28.26	211.89	209.46	150	8.50	210.61	208.21	210.46	208.06	1.28	1.28	6.46	6.46
PVS-12	PVS-11	18.70	216.00	211.89	150	10.00	212.51	210.64	212.36	210.49	1.28	1.28	6.91	6.91
PVS-13	PVS-49	56.41	211.26	213.00	150	0.55	210.01	209.69	209.86	209.54	0.32	0.58	0.40	1.00
PVS-14	PVS-28	27.13	213.64	215.63	150	1.06	212.39	212.10	212.24	211.95	0.30	0.73	0.43	1.66
PVS-15	PVS-16	19.50	212.00	209.38	150	10.00	210.08	208.13	209.93	207.98	1.45	1.45	8.19	8.19
PVS-16	PVS-2	72.79	209.38	206.59	150	3.80	208.10	205.34	207.95	205.19	1.18	1.18	4.76	4.76
PVS-17	PVS-27	26.10	212.50	211.57	150	0.55	209.20	209.06	209.05	208.91	0.44	0.58	0.68	1.00
PVS-18	PVS-17	20.03	212.95	212.50	150	0.55	209.34	209.23	209.19	209.08	0.42	0.58	0.61	1.00
PVS-19	PVS-7	20.99	228.00	224.00	150	10.00	224.85	222.75	224.70	222.60	1.06	1.06	5.14	5.14
PVS-20	PVS-21	21.48	210.49	209.46	150	3.38	208.94	208.21	208.79	208.06	1.21	1.21	4.80	4.80
PVS-21	PVS-48	53.22	209.46	208.08	150	2.54	208.18	206.83	208.03	206.68	1.25	1.25	4.69	4.69
PVS-22	PVS-51	86.70	211.55	209.85	150	0.55	207.60	207.13	207.45	206.98	0.64	0.64	1.17	1.17
PVS-23	PVS-22	22.63	209.01	211.55	150	0.55	207.76	207.63	207.61	207.48	0.33	0.58	0.43	1.00
PVS-24	PVS-3	50.75	216.00	212.87	150	6.12	214.72	211.62	214.57	211.47	1.15	1.15	5.12	5.12
PVS-25	PVS-26	25.09	222.00	218.00	150	10.00	219.26	216.75	219.11	216.60	1.52	1.52	8.88	8.88
PVS-26	PVS-29	29.96	218.00	214.00	150	10.00	215.75	212.75	215.60	212.60	1.58	1.58	9.32	9.32
PVS-27	PVS-36	43.48	211.57	209.11	150	2.67	209.03	207.86	208.88	207.71	1.25	1.25	4.75	4.75
PVS-28	PVS-45	92.80	215.63	216.58	150	0.55	212.07	211.56	211.92	211.41	0.52	0.58	0.85	1.00
PVS-29	PVS-20	35.52	214.00	210.49	150	9.81	212.72	209.24	212.57	209.09	1.63	1.63	9.72	9.72
PVS-30	PVS-31	31.36	220.00	217.03	150	6.33	217.76	215.78	217.61	215.63	1.12	1.12	4.93	4.93
PVS-31	PVS-15	33.55	217.03	212.00	150	10.00	214.10	210.75	213.95	210.60	1.44	1.44	8.06	8.06
PVS-31	PVS-38	59.33	217.03	215.49	150	2.59	215.78	214.24	215.63	214.09	0.54	0.54	1.32	1.32
PVS-32	PVS-19	31.42	231.00	228.00	150	9.55	229.75	226.75	229.60	226.60	0.84	0.84	3.63	3.63
PVS-33	PVS-53	53.69	211.85	210.60	150	2.27	210.57	209.35	210.42	209.20	0.51	0.51	1.20	1.20
PVS-34	PVS-12	34.90	220.91	216.00	150	10.00	218.24	214.75	218.09	214.60	1.24	1.24	6.57	6.57
PVS-34	PVS-31	49.89	220.91	217.03	150	7.79	219.66	215.78	219.51	215.63	0.73	0.73	2.79	2.79
PVS-35	PVS-9	49.67	209.00	205.16	150	7.74	207.75	203.91	207.60	203.76	0.90	0.90	3.80	3.80
PVS-35	PVS-36	48.77	209.00	209.11	150	0.55	206.89	206.62	206.74	206.47	0.35	0.58	0.47	1.00

Tramo		Longitud (m)	Elevación de tapa		Diámetro (mm)	Pendiente del tramo (%)	Elevación de corona		Elevación de invert		Velocidad		Fuerza tractiva	
De	A		Inicio (m)	Final (m)			Inicio (m)	Final (m)	Inicio (m)	Final (m)	Qd (m/s)	Q = 1.5 lps (m/s)	Qd (Pa)	Q = 1.5 lps (Pa)
PVS-36	PVS-10	53.78	209.11	205.02	150	5.24	206.59	203.77	206.44	203.62	1.65	1.65	8.49	8.55
PVS-37	PVS-X1	14.28	203.00	202.60	150	0.56	201.72	201.64	201.57	201.49	1.04	1.04	2.44	2.44
PVS-38	PVS-39	42.07	215.49	213.98	150	3.52	214.21	212.73	214.06	212.58	0.66	0.66	1.96	1.96
PVS-38	PVS-40	45.54	215.49	208.44	150	10.00	211.74	207.19	211.59	207.04	0.80	0.80	3.39	3.39
PVS-39	PVS-27	57.69	213.98	211.57	150	1.62	211.25	210.32	211.10	210.17	0.97	1.02	2.84	3.16
PVS-40	PVS-5	81.30	208.44	204.96	150	4.23	207.16	203.71	207.01	203.56	0.96	0.96	3.54	3.54
PVS-40	PVS-35	44.44	208.44	209.00	150	0.60	207.19	206.92	207.04	206.77	0.30	0.59	0.39	1.07
PVS-41	PVS-40	42.42	209.71	208.44	150	3.01	208.46	207.19	208.31	207.04	0.48	0.48	1.19	1.19
PVS-42	PVS-43	44.27	224.49	224.15	150	0.55	220.70	220.46	220.55	220.31	0.39	0.58	0.55	1.00
PVS-43	PVS-54	54.51	224.15	221.19	150	0.90	220.43	219.94	220.28	219.79	0.54	0.54	1.01	1.01
PVS-44	PVS-28	52.09	219.31	215.63	150	6.73	217.89	214.38	217.74	214.23	0.89	0.89	3.63	3.63
PVS-44	PVS-46	84.50	219.31	218.87	150	0.55	218.06	217.59	217.91	217.44	0.45	0.58	0.69	1.00
PVS-45	PVS-18	56.09	216.58	212.95	150	6.48	215.33	211.70	215.18	211.55	0.56	0.56	1.78	1.78
PVS-45	PVS-39	45.30	216.58	213.98	150	0.55	211.53	211.28	211.38	211.13	0.62	0.62	1.12	1.12
PVS-46	PVS-45	47.81	218.87	216.58	150	4.66	217.56	215.33	217.41	215.18	0.99	0.99	3.81	3.81
PVS-47	PVS-30	78.75	219.48	220.00	150	0.55	218.23	217.79	218.08	217.64	0.44	0.58	0.67	1.00
PVS-47	PVS-44	49.64	219.47	219.31	150	0.55	218.19	217.92	218.04	217.77	0.33	0.58	0.43	1.00
PVS-48	PVS-1	49.79	208.08	206.60	150	2.56	206.62	205.35	206.47	205.20	1.53	1.53	6.35	6.35
PVS-49	PVS-18	53.69	213.00	212.95	150	0.55	209.66	209.37	209.51	209.22	0.37	0.58	0.52	1.00
PVS-50	PVS-52	51.67	232.50	228.67	150	7.40	231.25	227.42	231.10	227.27	0.78	0.78	2.94	2.94
PVS-51	PVS-48	81.14	209.85	208.08	150	0.55	207.10	206.65	206.95	206.50	0.71	0.71	1.34	1.34
PVS-52	PVS-43	64.92	228.67	224.15	150	6.92	227.39	222.90	227.24	222.75	0.79	0.79	3.11	3.11
PVS-53	PVS-20	64.91	210.60	210.49	150	0.55	209.32	208.97	209.17	208.82	0.41	0.58	0.59	1.00
PVS-53	PVS-51	53.45	210.60	209.85	150	1.41	209.35	208.60	209.20	208.45	0.54	0.54	1.13	1.13
PVS-54	PVS-25	85.53	221.19	222.00	150	0.55	219.91	219.44	219.76	219.29	0.53	0.58	0.88	1.00
PVS-55	PVS-4	57.35	214.00	212.74	150	2.19	212.75	211.49	212.60	211.34	0.50	0.50	1.16	1.16
PVS-56	PVS-34	98.68	222.00	220.91	150	1.10	220.75	219.66	220.60	219.51	0.52	0.52	1.02	1.02
PVS-56	PVS-47	50.90	222.00	219.47	150	4.97	220.75	218.22	220.60	218.07	0.58	0.58	1.73	1.73
PVS-57	PVS-42	58.91	222.30	224.49	150	0.55	221.05	220.73	220.90	220.58	0.36	0.58	0.49	1.00
		3,194.22												
PVS-X1	PVS-X2	42.77	202.60	201.98	150	0.56	199.19	198.95	199.04	198.80	1.04	1.04	2.44	2.44
PVS-X2	PVS-X3	18.41	201.98	202.29	150	0.60	198.92	198.81	198.77	198.66	1.07	1.07	2.58	2.58
PVS-X3	PVS-X4	59.48	202.29	205.03	200	0.45	198.78	198.51	198.58	198.31	1.09	1.09	2.48	2.48
PVS-X4	PVS-X5	98.08	205.03	200.02	200	0.45	198.48	198.04	198.28	197.84	1.09	1.09	2.45	2.45
PVS-X5	PVS-XO	54.56	200.02	199.13	200	0.46	198.01	197.76	197.81	197.56	1.10	1.10	2.50	2.50
		273.30												
		3,467.52												

Nota. Los tramos en negrilla corresponden a PVS cabeceros.

Tabla 13
Análisis hidráulico en SewerCAD: PVS

Nombre	Profundidad (m)	Características	Notas
PVS-1	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-2	1.46	Pared simple.	Nuevo
PVS-3	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-4	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-5	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-6	1.45	Pared simple.	Nuevo
PVS-7	3.67	Pared simple y caída de 2.27 m.	Nuevo
PVS-8	2.94	Pared simple y caída de 1.54 m.	Nuevo
PVS-9	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-10	1.48	Pared simple.	Nuevo
PVS-11	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-12	3.64	Pared simple y caída de 2.24 m.	Nuevo
PVS-13	1.40	Cabecero. Pared simple.	Nuevo
PVS-14	1.40	Cabecero. Pared simple.	Nuevo
PVS-15	2.07	Pared simple y caída de 0.67 m.	Nuevo
PVS-16	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-17	3.45	Pared simple.	Nuevo
PVS-18	3.76	Pared doble a partir de 3.70 m y caída de 2.36 m.	Nuevo
PVS-19	3.3	Pared simple y caída de 1.90 m.	Nuevo
PVS-20	1.70	Pared simple.	Nuevo
PVS-21	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-22	4.09	Pared doble a partir de 3.70 m y caída de 2.70 m.	Nuevo
PVS-23	1.40	Cabecero. Pared simple.	Nuevo
PVS-24	1.43	Pared simple.	Nuevo

Nombre	Profundidad (m)	Características	Notas
PVS-25	2.89	Pared simple.	Nuevo
PVS-26	2.40	Pared simple y caída de 1.00 m.	Nuevo
PVS-27	2.69	Pared simple.	Nuevo
PVS-28	3.71	Pared doble a partir de 3.70 m y caída de 2.31 m.	Nuevo
PVS-29	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-30	2.39	Pared simple.	Nuevo
PVS-31	3.07	Pared simple y caída de 1.68 m.	Nuevo
PVS-32	1.40	Cabecero. Pared simple.	Nuevo
PVS-33	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-34	2.82	Pared simple y caída de 1.42 m.	Nuevo
PVS-35	2.26	Pared simple.	Nuevo
PVS-36	2.67	Pared simple y caída de 1.27 m.	Nuevo
PVS-37	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-38	3.90	Pared doble a partir de 3.70 m.	Nuevo
PVS-39	2.87	Pared simple y caída de 1.48 m.	Nuevo
PVS-40	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-41	1.40	Cabecero. Pared simple.	Nuevo
PVS-42	3.94	Pared doble a partir de 3.70 m.	Nuevo
PVS-43	3.88	Pared doble a partir de 3.70 m y caída de 2.47 m.	Nuevo
PVS-44	1.57	Pared simple.	Nuevo
PVS-45	5.20	Pared doble a partir de 3.70 m y caída de 3.80 m.	Nuevo
PVS-46	1.46	Pared simple.	Nuevo
PVS-47	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-48	1.60	Pared simple.	Nuevo
PVS-49	3.49	Pared simple.	Nuevo
PVS-50	1.40	Cabecero. Pared simple.	Nuevo
PVS-51	2.90	Pared simple y caída de 1.50 m.	Nuevo

Nombre	Profundidad (m)	Características	Notas
PVS-52	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-53	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-54	1.43	Pared simple.	Nuevo
PVS-55	1.40	Cabecero. Pared simple.	Nuevo
PVS-56	1.40	Cabecero. Pared simple.	Nuevo
PVS-57	1.40	Cabecero. Pared simple.	Nuevo
PVS-X1	3.56	Pared simple y caída de 2.45 m.	Nuevo
PVS-X2	3.21	Pared simple.	Nuevo
PVS-X3	3.71	Pared doble a partir de 3.70 m.	Nuevo
PVS-X4	6.75	Pared doble a partir de 3.70 m y doble caída de 3.25 m.	Reemplazo
PVS-X5	2.21	Pared simple.	Reemplazo
PVS-XO	2.03	Pared simple.	Conexión

5.6.2. Diseño hidráulico utilizando hojas Microsoft Excel

Como otra herramienta de diseño se elaboró una plantilla en hoja electrónica del programa Microsoft Excel con la cual se calculó, detalladamente por tramo, los caudales de diseño y las condiciones hidráulicas y topográficas de la red proyectada.

Basado en lo anterior, los resultados obtenidos de este proceso son el diámetro del conducto requerido, la pendiente necesaria, las condiciones de escurrimiento de los caudales (confirmándose el cumplimiento de los criterios de la relación de llenado (y/D) y tensión de arrastre), y las elevaciones de corona e invert de entrada y salida en cada uno de los tramos que conforman el sistema de alcantarillado sanitario. Se presentan los resultados en las Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16.

Similar a la modelación hidráulica realizada en SewerCAD, se realizó otro dimensionamiento hidráulico de la red a caudal de 1.5 lps en aquellos tramos que no cumplían con la condición de la tensión de arrastre. Estos resultados se presentan en las Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 19.

Tabla 14

Análisis hidráulico en Microsoft Excel: Cálculo de caudales

Tramo		L _{Tramo} (m)	Viviendas	P _{contribuyente} ^a (Hab)	Caudal medio doméstico AR ^b (L/s)	Caudal comercial AR ^c (L/s)	Caudal industrial AR (2%) ^d (L/s)	Caudal público AR (7%) ^e (L/s)	Caudal máximo doméstico de AR ^f (L/s)	Caudal de infiltración ^g (L/s)	Otros aportes ^h (L/s)	Caudal de diseño		Diámetro (mm)
De	A											Por tramo ⁱ (L/s)	Acumulado ^j (L/s)	
PVS-1	PVS-2	2.27	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0001	-	0.1163	6.7892	150
PVS-2	PVS-5	48.37	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0016	-	0.1179	8.6232	150
PVS-3	PVS-4	11.65	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0004	-	0.0391	0.9352	150
PVS-3	PVS-33	35.03	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0012	-	0.0399	0.0399	150
PVS-4	PVS-22	46.91	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0016	-	0.3115	1.4423	150
PVS-5	PVS-6	15.89	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0005	-	0.1168	9.4818	150
PVS-6	PVS-37	50.05	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0017	-	0.3116	9.7934	150
PVS-7	PVS-8	17.33	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0006	-	0.1556	0.5448	150
PVS-8	PVS-24	24.57	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0008	-	0.1558	0.7006	150
PVS-9	PVS-10	27.76	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0009	-	0.0784	0.3901	150
PVS-10	PVS-37	53.40	0	0	0.0000	0.00E+00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	-	0.0018	3.9903	150
PVS-11	PVS-16	51.45	6	54	0.0752	1.49E-04	0.0015	0.0053	0.2256	0.0017	-	0.2342	0.2342	150
PVS-11	PVS-21	28.26	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0009	-	0.1172	0.8585	150
PVS-12	PVS-11	18.70	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0006	-	0.0781	0.7413	150
PVS-13	PVS-49	56.41	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0019	-	0.1956	0.1956	150
PVS-14	PVS-28	27.13	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0009	-	0.0784	0.0784	150
PVS-15	PVS-16	19.50	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0007	-	0.0394	1.0920	150
PVS-16	PVS-2	72.79	10	90	0.1253	2.48E-04	0.0025	0.0088	0.3759	0.0024	-	0.3899	1.7161	150
PVS-17	PVS-27	26.10	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0009	-	0.1171	0.6270	150
PVS-18	PVS-17	20.03	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0007	-	0.0782	0.5099	150
PVS-19	PVS-7	20.99	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0007	-	0.1944	0.3892	150
PVS-20	PVS-21	21.48	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0007	-	0.0395	2.1519	150
PVS-21	PVS-48	53.22	9	81	0.1128	2.23E-04	0.0023	0.0079	0.3383	0.0018	-	0.3505	3.3609	150
PVS-22	PVS-51	86.70	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0029	-	0.4679	2.1434	150
PVS-23	PVS-22	22.63	6	54	0.0752	1.49E-04	0.0015	0.0053	0.2256	0.0008	-	0.2332	0.2332	150
PVS-24	PVS-3	50.75	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0017	-	0.1954	0.8960	150
PVS-25	PVS-26	25.09	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0008	-	0.1558	1.2915	150
PVS-26	PVS-29	29.96	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0010	-	0.1560	1.4475	150
PVS-27	PVS-36	43.48	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0014	-	0.1564	3.1673	150
PVS-28	PVS-45	92.80	16	144	0.2005	3.97E-04	0.0040	0.0140	0.6015	0.0031	-	0.6230	1.0553	150
PVS-29	PVS-20	35.52	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0012	-	0.1949	1.6424	150
PVS-30	PVS-31	31.36	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0010	-	0.1560	0.7786	150
PVS-31	PVS-15	33.55	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0011	-	0.1174	1.0526	150
PVS-31	PVS-38	59.33	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0020	-	0.1957	0.1957	150
PVS-32	PVS-19	31.42	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0010	-	0.1948	0.1948	150
PVS-33	PVS-53	53.69	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0018	-	0.1568	0.1967	150
PVS-34	PVS-12	34.90	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0012	-	0.1949	0.6632	150
PVS-34	PVS-31	49.89	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0017	-	0.1567	0.1567	150
PVS-35	PVS-9	49.67	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0017	-	0.3116	0.3116	150
PVS-35	PVS-36	48.77	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0016	-	0.1179	0.2743	150
PVS-36	PVS-10	53.78	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0018	-	0.1568	3.5985	150
PVS-37	PVS-X1	14.28	0	0	0.0000	0.00E+00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	-	0.0005	13.7842	150

Tramo		L _{Tramo} (m)	Viviendas	P _{contribuyente} ^a (Hab)	Caudal medio doméstico AR ^b (L/s)	Caudal comercial AR ^c (L/s)	Caudal industrial AR (2%) ^d (L/s)	Caudal público AR (7%) ^e (L/s)	Caudal máximo doméstico de AR ^f (L/s)	Caudal de infiltración ^g (L/s)	Otros aportes ^h (L/s)	Caudal de diseño		Diámetro (mm)
De	A											Por tramo ⁱ (L/s)	Acumulado ^j (L/s)	
PVS-38	PVS-39	42.07	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0014	-	0.0789	0.2746	150
PVS-38	PVS-40	45.54	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0015	-	0.1565	0.1565	150
PVS-39	PVS-27	57.69	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0019	-	0.1569	2.3839	150
PVS-40	PVS-5	81.30	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0027	-	0.4677	0.7418	150
PVS-40	PVS-35	44.44	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0015	-	0.1565	0.1565	150
PVS-41	PVS-40	42.42	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0014	-	0.1177	0.1177	150
PVS-42	PVS-43	44.27	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0015	-	0.0790	0.3909	150
PVS-43	PVS-54	54.51	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0018	-	0.0406	0.6678	150
PVS-44	PVS-28	52.09	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0017	-	0.1180	0.3538	150
PVS-44	PVS-46	84.50	17	153	0.2130	4.22E-04	0.0043	0.0149	0.6391	0.0028	-	0.6615	0.6615	150
PVS-45	PVS-18	56.09	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0019	-	0.0794	0.0794	150
PVS-45	PVS-39	45.30	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0015	-	0.1565	1.9524	150
PVS-46	PVS-45	47.81	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0016	-	0.0791	0.7406	150
PVS-47	PVS-30	78.75	16	144	0.2005	3.97E-04	0.0040	0.0140	0.6015	0.0026	-	0.6226	0.6226	150
PVS-47	PVS-44	49.64	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0017	-	0.1179	0.2358	150
PVS-48	PVS-1	49.79	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0017	-	0.3116	6.6729	150
PVS-49	PVS-18	53.69	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0018	-	0.1568	0.3524	150
PVS-50	PVS-52	51.67	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0017	-	0.1955	0.1955	150
PVS-51	PVS-48	81.14	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0027	-	0.4677	3.0004	150
PVS-52	PVS-43	64.92	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0022	-	0.0409	0.2364	150
PVS-53	PVS-20	64.91	7	63	0.0877	1.74E-04	0.0018	0.0061	0.2632	0.0022	-	0.2734	0.4701	150
PVS-53	PVS-51	53.45	10	90	0.1253	2.48E-04	0.0025	0.0088	0.3759	0.0018	-	0.3893	0.3893	150
PVS-54	PVS-25	85.53	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0029	-	0.4678	1.1357	150
PVS-55	PVS-4	57.35	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0019	-	0.1956	0.1956	150
PVS-56	PVS-34	98.68	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0033	-	0.4683	0.4683	150
PVS-56	PVS-47	50.90	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0017	-	0.1179	0.1179	150
PVS-57	PVS-42	58.91	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0020	-	0.3119	0.3119	150
		3,194.22	353	3,185	4.4236	0.0088	0.0885	0.3097	13.2708	0.1065	-	13.7842		
PVS-X1	PVS-X2	42.77	-	-	-	-	-	-	-	0.0014	-		13.7856	150
PVS-X2	PVS-X3	18.41	-	-	-	-	-	-	-	0.0006	-		13.7862	150
PVS-X3	PVS-X4	59.48	-	-	-	-	-	-	-	-	7.86		21.6462	200
PVS-X4	PVS-X5	98.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-		21.6462	200
PVS-X5	PVS-XO	54.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-		21.6462	200
		273.3								0.0020				
		3,467.52								0.1085				

Nota. Los tramos en negrilla corresponden a PVS cabeceros.

^a Valor obtenido a partir del índice de diseño. ^b Cálculo realizado a partir del caudal medio doméstico unitario. ^c Cálculo realizado a partir del caudal comercial unitario. ^d Cálculo realizado a partir de la fórmula (5). ^e Cálculo realizado a partir de la fórmula (6). ^f Cálculo realizado a partir de la fórmula (8). ^g Cálculo realizado a partir de la fórmula descrita en el apartado 3.2.1.6.3. ^h Dato obtenido del aforo de aguas residuales realizado al PVS-X6 (ver Anexo H). ⁱ Cálculo realizado a partir de la fórmula (10). ^j Cálculo realizado según trayectoria de los flujos.

Tabla 15

Análisis hidráulico en Microsoft Excel: Dimensionamiento hidráulico

Tramo		L _{Tramo} (m)	Caudal de diseño acumulado (L/s)	Diámetro (mm)	Elevación de tapa		Pendiente del:		Q _{lleno} ^a (L/s)	Q _{diseño} / Q _{lleno}	Y/D ^b	r/R ^c	R (m)	r (m)	v/V _{lleno} ^d	V _{lleno} (m/s)	V _{diseño} (m/s)	Tensión de arrastre ^e (Pa)
					Inicio (m)	Final (m)	Terreno (%)	Tramo (%)										
PVS-1	PVS-2	2.27	6.7892	150	206.60	206.59	0.44	0.55	16.3142	0.4162	0.4498	0.9320	0.0375	0.0350	0.9542	0.92	0.88	1.88
PVS-2	PVS-5	48.37	8.6232	150	206.59	204.96	3.37	3.23	39.5353	0.2181	0.3172	0.7156	0.0375	0.0268	0.8000	2.24	1.79	8.47
PVS-3	PVS-4	11.65	0.9352	150	212.87	212.74	1.12	0.81	19.7982	0.0472	0.1478	0.3665	0.0375	0.0137	0.5121	1.12	0.57	1.09
PVS-3	PVS-33	35.03	0.0399	150	212.87	211.85	2.91	2.90	37.4613	0.0011	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.12	0.85	2.70
PVS-4	PVS-22	46.91	1.4423	150	212.74	211.55	2.54	2.49	34.7123	0.0416	0.1392	0.3466	0.0375	0.0130	0.4932	1.96	0.97	3.16
PVS-5	PVS-6	15.89	9.4818	150	204.96	204.87	0.57	0.55	16.3142	0.5812	0.5474	1.0566	0.0375	0.0396	1.0374	0.92	0.96	2.13
PVS-6	PVS-37	50.05	9.7934	150	204.87	203.00	3.74	3.63	41.9119	0.2337	0.3289	0.7369	0.0375	0.0276	0.8157	2.37	1.93	9.80
PVS-7	PVS-8	17.33	0.5448	150	224.00	220.00	23.08	10.00	69.5639	0.0078	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-8	PVS-24	24.57	0.7006	150	220.00	216.00	16.28	10.00	69.5639	0.0101	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-9	PVS-10	27.76	0.3901	150	205.16	205.02	0.50	0.55	16.3142	0.0239	0.1065	0.2698	0.0375	0.0101	0.4174	0.92	0.39	0.54
PVS-10	PVS-37	53.4	3.9903	150	205.02	203.00	3.78	3.64	41.9696	0.0951	0.2089	0.5014	0.0375	0.0188	0.6312	2.37	1.50	6.69
PVS-11	PVS-16	51.45	0.2342	150	211.89	209.38	4.88	4.89	48.6450	0.0048	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.75	1.10	4.55
PVS-11	PVS-21	28.26	0.8585	150	211.89	209.46	8.60	8.50	64.1348	0.0134	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.63	1.46	7.92
PVS-12	PVS-11	18.7	0.7413	150	216.00	211.89	21.98	10.00	69.5639	0.0107	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-13	PVS-49	56.41	0.1956	150	211.26	213.00	-3.08	0.55	16.3142	0.0120	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	0.92	0.37	0.51
PVS-14	PVS-28	27.13	0.0784	150	213.64	215.63	-7.34	1.06	22.6484	0.0035	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	1.28	0.51	0.99
PVS-15	PVS-16	19.5	1.0920	150	212.00	209.38	13.44	10.00	69.5639	0.0157	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-16	PVS-2	72.79	1.7161	150	209.38	206.59	3.83	3.80	42.8821	0.0400	0.1365	0.3404	0.0375	0.0128	0.4873	2.43	1.18	4.74
PVS-17	PVS-27	26.1	0.6270	150	212.50	211.57	3.56	0.55	16.3142	0.0384	0.1338	0.3342	0.0375	0.0125	0.4814	0.92	0.44	0.67
PVS-18	PVS-17	20.03	0.5099	150	212.95	212.50	2.25	0.55	16.3142	0.0313	0.1213	0.3048	0.0375	0.0114	0.4529	0.92	0.42	0.61
PVS-19	PVS-7	20.99	0.3892	150	228.00	224.00	19.06	10.00	69.5639	0.0056	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-20	PVS-21	21.48	2.1519	150	210.49	209.46	4.80	3.38	40.4429	0.0532	0.1567	0.3867	0.0375	0.0145	0.5307	2.29	1.21	4.79
PVS-21	PVS-48	53.22	3.3609	150	209.46	208.08	2.59	2.54	35.0591	0.0959	0.2099	0.5034	0.0375	0.0189	0.6329	1.98	1.26	4.69
PVS-22	PVS-51	86.7	2.1434	150	211.55	209.85	1.96	0.55	16.3142	0.1314	0.2448	0.5759	0.0375	0.0216	0.6922	0.92	0.64	1.16
PVS-23	PVS-22	22.63	0.2332	150	209.01	211.55	-11.22	0.55	16.3142	0.0143	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	0.92	0.37	0.51
PVS-24	PVS-3	50.75	0.8960	150	216.00	212.87	6.17	6.12	54.4202	0.0165	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.08	1.24	5.70
PVS-25	PVS-26	25.09	1.2915	150	222.00	218.00	15.94	10.00	69.5639	0.0186	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-26	PVS-29	29.96	1.4475	150	218.00	214.00	13.35	10.00	69.5639	0.0208	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-27	PVS-36	43.48	3.1673	150	211.57	209.11	5.66	2.67	35.9451	0.0881	0.2001	0.4837	0.0375	0.0181	0.6161	2.03	1.25	4.73
PVS-28	PVS-45	92.8	1.0553	150	215.63	216.58	-1.02	0.55	16.3142	0.0647	0.1723	0.4217	0.0375	0.0158	0.5624	0.92	0.52	0.85
PVS-29	PVS-20	35.52	1.6424	150	214.00	210.49	9.88	9.81	68.8999	0.0238	0.1063	0.2692	0.0375	0.0101	0.4169	3.90	1.63	9.68
PVS-30	PVS-31	31.36	0.7786	150	220.00	217.03	9.47	6.33	55.3460	0.0141	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.13	1.26	5.89
PVS-31	PVS-15	33.55	1.0526	150	217.03	212.00	14.99	10.00	69.5639	0.0151	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-31	PVS-38	59.33	0.1957	150	217.03	215.49	2.60	2.59	35.4025	0.0055	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.00	0.80	2.41
PVS-32	PVS-19	31.42	0.1948	150	231.00	228.00	9.55	9.55	67.9807	0.0029	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.85	1.54	8.89
PVS-33	PVS-53	53.69	0.1967	150	211.85	210.60	2.33	2.27	33.1434	0.0059	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	1.88	0.75	2.11
PVS-34	PVS-12	34.9	0.6632	150	220.91	216.00	14.07	10.00	69.5639	0.0095	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-34	PVS-31	49.89	0.1567	150	220.91	217.03	7.78	7.79	61.3978	0.0026	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.47	1.39	7.25
PVS-35	PVS-9	49.67	0.3116	150	209.00	205.16	7.73	7.74	61.2004	0.0051	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.46	1.39	7.21
PVS-35	PVS-36	48.77	0.2743	150	209.00	209.11	-0.23	0.55	16.3142	0.0168	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	0.92	0.37	0.51

Tramo	L _{Tramo}	Caudal de diseño acumulado	Diámetro	Elevación de tapa		Pendiente del:		Q _{lleno} ^a	Q _{diseño} /Q _{lleno}	Y/D ^b	r/R ^c	R	r	v/V _{lleno} ^d	V _{lleno}	V _{diseño}	Tensión de arrastre ^e	
				Inicio	Final	Terreno	Tramo											
De	A	(m)	(L/s)	(mm)	(m)	(m)	(%)	(%)	(L/s)			(m)	(m)		(m/s)	(m/s)	(Pa)	
PVS-36	PVS-10	53.78	3.5985	150	209.11	205.02	7.61	5.24	50.3558	0.0715	0.1810	0.4409	0.0375	0.0165	0.5794	2.85	1.65	8.47
PVS-37	PVS-X1	14.28	13.7842	150	203.00	202.60	2.80	0.56	16.4618	0.8373	0.7001	1.1849	0.0375	0.0444	1.1198	0.93	1.04	2.43
PVS-38	PVS-39	42.07	0.2746	150	215.49	213.98	3.59	3.52	41.2720	0.0067	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.34	0.94	3.28
PVS-38	PVS-40	45.54	0.1565	150	215.49	208.44	15.48	10.00	69.5639	0.0022	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-39	PVS-27	57.69	2.3839	150	213.98	211.57	4.18	1.62	27.9989	0.0851	0.1971	0.4762	0.0375	0.0179	0.6098	1.58	0.97	2.83
PVS-40	PVS-5	81.3	0.7418	150	208.44	204.96	4.28	4.23	45.2433	0.0164	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.56	1.03	3.94
PVS-40	PVS-35	44.44	0.1565	150	208.44	209.00	-1.26	0.60	17.0396	0.0092	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	0.96	0.39	0.56
PVS-41	PVS-40	42.42	0.1177	150	209.71	208.44	2.99	3.01	38.1652	0.0031	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.16	0.87	2.80
PVS-42	PVS-43	44.27	0.3909	150	224.49	224.15	0.77	0.55	16.3142	0.0240	0.1067	0.2703	0.0375	0.0101	0.4180	0.92	0.39	0.54
PVS-43	PVS-54	54.51	0.6678	150	224.15	221.19	5.43	0.90	20.8692	0.0320	0.1225	0.3078	0.0375	0.0115	0.4559	1.18	0.54	1.02
PVS-44	PVS-28	52.09	0.3538	150	219.31	215.63	7.06	6.73	57.0679	0.0062	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.23	1.30	6.27
PVS-44	PVS-46	84.5	0.6615	150	219.31	218.87	0.52	0.55	16.3142	0.0405	0.1373	0.3423	0.0375	0.0128	0.4891	0.92	0.45	0.69
PVS-45	PVS-18	56.09	0.0794	150	216.58	212.95	6.47	6.48	55.9979	0.0014	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.17	1.27	6.03
PVS-45	PVS-39	45.3	1.9524	150	216.58	213.98	5.74	0.55	16.3142	0.1197	0.2336	0.5531	0.0375	0.0207	0.6736	0.92	0.62	1.11
PVS-46	PVS-45	47.81	0.7406	150	218.87	216.58	4.79	4.66	47.4873	0.0156	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.69	1.08	4.34
PVS-47	PVS-30	78.75	0.6226	150	219.48	220.00	-0.66	0.55	16.3142	0.0382	0.1335	0.3334	0.0375	0.0125	0.4807	0.92	0.44	0.67
PVS-47	PVS-44	49.64	0.2358	150	219.47	219.31	0.32	0.55	16.3142	0.0145	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	0.92	0.37	0.51
PVS-48	PVS-1	49.79	6.6729	150	208.08	206.60	2.97	2.56	35.1969	0.1896	0.2950	0.6744	0.0375	0.0253	0.769	1.99	1.53	6.33
PVS-49	PVS-18	53.69	0.3524	150	213.00	212.95	0.09	0.55	16.3142	0.0216	0.1015	0.2578	0.0375	0.0097	0.405	0.92	0.37	0.52
PVS-50	PVS-52	51.67	0.1955	150	232.50	228.67	7.41	7.40	59.8411	0.0033	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.39	1.36	6.89
PVS-51	PVS-48	81.14	3.0004	150	209.85	208.08	2.18	0.55	16.3142	0.1839	0.2904	0.6657	0.0375	0.0250	0.7624	0.92	0.70	1.34
PVS-52	PVS-43	64.92	0.2364	150	228.67	224.15	6.96	6.92	57.8678	0.0041	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.27	1.31	6.44
PVS-53	PVS-20	64.91	0.4701	150	210.60	210.49	0.17	0.55	16.3142	0.0288	0.1165	0.2934	0.0375	0.0110	0.4416	0.92	0.41	0.59
PVS-53	PVS-51	53.45	0.3893	150	210.60	209.85	1.40	1.41	26.1212	0.0149	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	1.48	0.59	1.31
PVS-54	PVS-25	85.53	1.1357	150	221.19	222.00	-0.95	0.55	16.3142	0.0696	0.1786	0.4357	0.0375	0.0163	0.5747	0.92	0.53	0.88
PVS-55	PVS-4	57.35	0.1956	150	214.00	212.74	2.20	2.19	32.5541	0.0060	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	1.84	0.74	2.04
PVS-56	PVS-34	98.68	0.4683	150	222.00	220.91	1.10	1.10	23.0717	0.0203	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	1.31	0.52	1.02
PVS-56	PVS-47	50.9	0.1179	150	222.00	219.47	4.97	4.97	49.0413	0.0024	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.78	1.11	4.63
PVS-57	PVS-42	58.91	0.3119	150	222.30	224.49	-3.72	0.55	16.3142	0.0191	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	0.92	0.37	0.51
		3,194.22																
PVS-X1	PVS-X2	42.77	13.7856	150	202.60	201.98	1.45	0.56	16.4618	0.8374	0.7001	1.185	0.0375	0.0444	1.1198	0.93	1.04	2.43
PVS-X2	PVS-X3	18.41	13.7862	150	201.98	202.29	-1.68	0.60	17.0396	0.8091	0.6823	1.1746	0.0375	0.0440	1.1133	0.96	1.07	2.58
PVS-X3	PVS-X4	59.48	21.6462	200	202.29	205.03	-4.61	0.45	31.7805	0.6811	0.6054	1.1155	0.0500	0.0558	1.0756	1.01	1.09	2.45
PVS-X4	PVS-X5	98.08	21.6462	200	205.03	200.02	5.11	0.45	31.7805	0.6811	0.6054	1.1155	0.0500	0.0558	1.0756	1.01	1.09	2.45
PVS-X5	PVS-XO	54.56	21.6462	200	200.02	199.13	1.63	0.46	32.1316	0.6737	0.6011	1.1116	0.0500	0.0556	1.0731	1.02	1.10	2.50
		273.3																
		3,467.52																

Nota. Los tramos en negrilla corresponden a PVS cabeceros.

^a Caudal a sección llena, determinado según la fórmula de Manning. ^b Relación tirante-diámetro, determinados según la tabla de la Curva del Banano (ver Anexo I). ^c Relación de radio hidráulico a sección de diseño y radio hidráulico a sección llena, determinados según la tabla de la Curva del Banano (ver Anexo I). ^d Relación de velocidad de diseño y velocidad a tubo lleno, determinados según la tabla de la Curva del Banano (ver Anexo I). ^e Cálculo realizado a partir de la fórmula (11), considerando la temperatura ambiente de Managua (media anual de 28°C) como temperatura de las aguas residuales.

Tabla 16

Análisis hidráulico en Microsoft Excel: Control topográfico

Tramo		L _{Tramo} (m)	Diámetro (mm)	Elevación de tapa		V _{diseño} (m/s)	Caída del tramo (m)	Elevación corona (m)		Pérdidas ^a		Elevación invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
				Inicio (m)	Final (m)			Arriba	Abajo	Calculada (m)	Diseño (m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
PVS-1	PVS-2	2.27	150	206.60	206.59	0.88	0.01	205.32	205.31	0.010	0.03	205.17	205.16	1.43	1.43
PVS-2	PVS-5	48.37	150	206.59	204.96	1.79	1.56	205.26	203.70	0.041	0.04	205.11	203.55	1.48	1.41
PVS-3	PVS-4	11.65	150	212.87	212.74	0.57	0.09	211.59	211.49	0.004	0.03	211.44	211.34	1.43	1.40
PVS-3	PVS-33	35.03	150	212.87	211.85	0.85	1.02	211.62	210.60	0.009	0.03	211.47	210.45	1.40	1.40
PVS-4	PVS-22	46.91	150	212.74	211.55	0.97	1.17	211.46	210.29	0.012	0.03	211.31	210.14	1.43	1.41
PVS-5	PVS-6	15.89	150	204.96	204.87	0.96	0.09	203.69	203.60	0.012	0.03	203.54	203.45	1.42	1.42
PVS-6	PVS-37	50.05	150	204.87	203.00	1.93	1.82	203.55	201.74	0.048	0.05	203.40	201.59	1.47	1.41
PVS-7	PVS-8	17.33	150	224.00	220.00	1.58	1.73	220.48	218.75	0.032	0.03	220.33	218.60	3.67	1.40
PVS-8	PVS-24	24.57	150	220.00	216.00	1.58	2.46	217.21	214.75	0.032	0.03	217.06	214.60	2.94	1.40
PVS-9	PVS-10	27.76	150	205.16	205.02	0.39	0.15	203.88	203.72	0.002	0.03	203.73	203.57	1.43	1.45
PVS-10	PVS-37	53.4	150	205.02	203.00	1.50	1.94	203.69	201.75	0.029	0.03	203.54	201.60	1.48	1.40
PVS-11	PVS-16	51.45	150	211.89	209.38	1.10	2.52	210.64	208.12	0.016	0.03	210.49	207.97	1.40	1.41
PVS-11	PVS-21	28.26	150	211.89	209.46	1.46	2.40	210.61	208.21	0.027	0.03	210.46	208.06	1.43	1.40
PVS-12	PVS-11	18.7	150	216.00	211.89	1.58	1.87	212.51	210.64	0.032	0.03	212.36	210.49	3.64	1.40
PVS-13	PVS-49	56.41	150	211.26	213.00	0.37	0.31	210.01	209.70	0.002	0.03	209.86	209.55	1.40	3.45
PVS-14	PVS-28	27.13	150	213.64	215.63	0.51	0.29	212.39	212.10	0.003	0.03	212.24	211.95	1.40	3.68
PVS-15	PVS-16	19.5	150	212.00	209.38	1.58	1.95	210.08	208.13	0.032	0.03	209.93	207.98	2.07	1.40
PVS-16	PVS-2	72.79	150	209.38	206.59	1.18	2.77	208.10	205.33	0.018	0.03	207.95	205.18	1.43	1.41
PVS-17	PVS-27	26.1	150	212.50	211.57	0.44	0.14	209.20	209.06	0.003	0.03	209.05	208.91	3.45	2.66
PVS-18	PVS-17	20.03	150	212.95	212.50	0.42	0.11	209.34	209.23	0.002	0.03	209.19	209.08	3.76	3.42
PVS-19	PVS-7	20.99	150	228.00	224.00	1.58	2.10	224.85	222.75	0.032	0.03	224.70	222.60	3.30	1.40
PVS-20	PVS-21	21.48	150	210.49	209.46	1.21	0.73	208.94	208.21	0.019	0.03	208.79	208.06	1.70	1.40
PVS-21	PVS-48	53.22	150	209.46	208.08	1.26	1.35	208.18	206.83	0.020	0.03	208.03	206.68	1.43	1.40
PVS-22	PVS-51	86.7	150	211.55	209.85	0.64	0.48	207.61	207.13	0.005	0.03	207.46	206.98	4.09	2.87
PVS-23	PVS-22	22.63	150	209.01	211.55	0.37	0.12	207.76	207.64	0.002	0.03	207.61	207.49	1.40	4.06
PVS-24	PVS-3	50.75	150	216.00	212.87	1.24	3.11	214.72	211.62	0.019	0.03	214.57	211.47	1.43	1.40
PVS-25	PVS-26	25.09	150	222.00	218.00	1.58	2.51	219.26	216.75	0.032	0.03	219.11	216.60	2.89	1.40
PVS-26	PVS-29	29.96	150	218.00	214.00	1.58	3.00	215.75	212.75	0.032	0.03	215.60	212.60	2.40	1.40
PVS-27	PVS-36	43.48	150	211.57	209.11	1.25	1.16	209.03	207.87	0.020	0.03	208.88	207.72	2.69	1.39
PVS-28	PVS-45	92.8	150	215.63	216.58	0.52	0.51	212.07	211.56	0.003	0.03	211.92	211.41	3.71	5.17
PVS-29	PVS-20	35.52	150	214.00	210.49	1.63	3.48	212.72	209.24	0.034	0.03	212.57	209.09	1.43	1.40
PVS-30	PVS-31	31.36	150	220.00	217.03	1.26	1.99	217.77	215.78	0.020	0.03	217.62	215.63	2.38	1.40
PVS-31	PVS-15	33.55	150	217.03	212.00	1.58	3.36	214.10	210.75	0.032	0.03	213.95	210.60	3.08	1.41
PVS-31	PVS-38	59.33	150	217.03	215.49	0.80	1.54	215.78	214.24	0.008	0.03	215.63	214.09	1.40	1.40
PVS-32	PVS-19	31.42	150	231.00	228.00	1.54	3.00	229.75	226.75	0.030	0.03	229.60	226.60	1.40	1.40
PVS-33	PVS-53	53.69	150	211.85	210.60	0.75	1.22	210.57	209.36	0.007	0.03	210.42	209.21	1.43	1.39
PVS-34	PVS-12	34.9	150	220.91	216.00	1.58	3.49	218.24	214.75	0.032	0.03	218.09	214.60	2.82	1.40
PVS-34	PVS-31	49.89	150	220.91	217.03	1.39	3.89	219.66	215.77	0.025	0.03	219.51	215.62	1.40	1.41
PVS-35	PVS-9	49.67	150	209.00	205.16	1.39	3.84	207.75	203.91	0.025	0.03	207.60	203.76	1.40	1.40

Tramo		L _{Tramo} (m)	Diámetro (mm)	Elevación de tapa		V _{diseño} (m/s)	Caída del tramo (m)	Elevación corona (m)		Pérdidas ^a		Elevación invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
				Inicio (m)	Final (m)			Arriba	Abajo	Calculada (m)	Diseño (m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
De	A														
PVS-35	PVS-36	48.77	150	209.00	209.11	0.37	0.27	206.89	206.63	0.002	0.03	206.74	206.48	2.26	2.63
PVS-36	PVS-10	53.78	150	209.11	205.02	1.65	2.82	206.59	203.77	0.035	0.03	206.44	203.62	2.67	1.40
PVS-37	PVS-X1	14.28	150	203.00	202.60	1.04	0.08	201.72	201.64	0.014	0.03	201.57	201.49	1.43	1.11
PVS-38	PVS-39	42.07	150	215.49	213.98	0.94	1.48	214.21	212.73	0.011	0.03	214.06	212.58	1.43	1.40
PVS-38	PVS-40	45.54	150	215.49	208.44	1.58	4.55	211.74	207.19	0.032	0.03	211.59	207.04	3.90	1.40
PVS-39	PVS-27	57.69	150	213.98	211.57	0.97	0.93	211.25	210.32	0.012	0.03	211.10	210.17	2.88	1.40
PVS-40	PVS-5	81.3	150	208.44	204.96	1.03	3.44	207.16	203.72	0.013	0.03	207.01	203.57	1.43	1.39
PVS-40	PVS-35	44.44	150	208.44	209.00	0.39	0.27	207.19	206.92	0.002	0.03	207.04	206.77	1.40	2.23
PVS-41	PVS-40	42.42	150	209.71	208.44	0.87	1.28	208.46	207.18	0.010	0.03	208.31	207.03	1.40	1.41
PVS-42	PVS-43	44.27	150	224.49	224.15	0.39	0.24	220.70	220.45	0.002	0.03	220.55	220.30	3.94	3.85
PVS-43	PVS-54	54.51	150	224.15	221.19	0.54	0.49	220.42	219.93	0.004	0.03	220.27	219.78	3.88	1.41
PVS-44	PVS-28	52.09	150	219.31	215.63	1.30	3.51	217.89	214.38	0.021	0.03	217.74	214.23	1.57	1.40
PVS-44	PVS-46	84.5	150	219.31	218.87	0.45	0.46	218.06	217.60	0.003	0.03	217.91	217.45	1.40	1.42
PVS-45	PVS-18	56.09	150	216.58	212.95	1.27	3.63	215.33	211.70	0.021	0.03	215.18	211.55	1.40	1.40
PVS-45	PVS-39	45.3	150	216.58	213.98	0.62	0.25	211.53	211.28	0.005	0.03	211.38	211.13	5.20	2.85
PVS-46	PVS-45	47.81	150	218.87	216.58	1.08	2.23	217.57	215.34	0.015	0.03	217.42	215.19	1.45	1.39
PVS-47	PVS-30	78.75	150	219.48	220.00	0.44	0.43	218.23	217.80	0.003	0.03	218.08	217.65	1.40	2.35
PVS-47	PVS-44	49.64	150	219.47	219.31	0.37	0.27	218.19	217.92	0.002	0.03	218.04	217.77	1.43	1.54
PVS-48	PVS-1	49.79	150	208.08	206.60	1.53	1.27	206.62	205.35	0.030	0.03	206.47	205.20	1.61	1.40
PVS-49	PVS-18	53.69	150	213.00	212.95	0.37	0.30	209.67	209.37	0.002	0.03	209.52	209.22	3.48	3.73
PVS-50	PVS-52	51.67	150	232.50	228.67	1.36	3.82	231.25	227.43	0.024	0.03	231.10	227.28	1.40	1.39
PVS-51	PVS-48	81.14	150	209.85	208.08	0.70	0.45	207.10	206.65	0.006	0.03	206.95	206.50	2.90	1.58
PVS-52	PVS-43	64.92	150	228.67	224.15	1.31	4.49	227.40	222.90	0.022	0.03	227.25	222.75	1.42	1.40
PVS-53	PVS-20	64.91	150	210.60	210.49	0.41	0.36	209.33	208.97	0.002	0.03	209.18	208.82	1.42	1.67
PVS-53	PVS-51	53.45	150	210.60	209.85	0.59	0.75	209.35	208.60	0.004	0.03	209.20	208.45	1.40	1.40
PVS-54	PVS-25	85.53	150	221.19	222.00	0.53	0.47	219.90	219.43	0.004	0.03	219.75	219.28	1.44	2.72
PVS-55	PVS-4	57.35	150	214.00	212.74	0.74	1.26	212.75	211.49	0.007	0.03	212.60	211.34	1.40	1.40
PVS-56	PVS-34	98.68	150	222.00	220.91	0.52	1.09	220.75	219.66	0.003	0.03	220.60	219.51	1.40	1.40
PVS-56	PVS-47	50.9	150	222.00	219.47	1.11	2.53	220.75	218.22	0.016	0.03	220.60	218.07	1.40	1.40
PVS-57	PVS-42	58.91	150	222.30	224.49	0.37	0.32	221.05	220.73	0.002	0.03	220.90	220.58	1.40	3.91
		3,194.22													
PVS-X1	PVS-X2	42.77	150	202.60	201.98	1.04	0.24	199.19	198.95	0.014	0.03	199.04	198.80	3.56	3.18
PVS-X2	PVS-X3	18.41	150	201.98	202.29	1.07	0.11	198.92	198.81	0.015	0.03	198.77	198.66	3.21	3.63
PVS-X3	PVS-X4	59.48	200	202.29	205.03	1.09	0.27	198.78	198.51	0.015	0.03	198.58	198.31	3.71	6.72
PVS-X4	PVS-X5	98.08	200	205.03	200.02	1.09	0.44	198.48	198.04	0.015	0.03	198.28	197.84	6.75	2.18
PVS-X5	PVS-XO	54.56	200	200.02	199.13	1.10	0.25	198.01	197.76	0.015	0.03	197.81	197.56	2.21	1.57
		273.3													
		3,467.52													

Nota. Los tramos en negrilla corresponden a PVS cabeceros.

^a Cálculo realizado a partir de la fórmula (12).

Tabla 17

Análisis hidráulico en Microsoft Excel, verificación a Q = 1.5 lps: Cálculo de caudales

Tramo		L _{Tramo}	Viviendas	P _{contribuyente} ^a	Caudal medio doméstico AR ^b	Caudal comercial AR ^c	Caudal industrial AR (2%) ^d	Caudal público AR (7%) ^e	Caudal máximo doméstico de AR ^f	Caudal de infiltración ^g	Otros aportes ^h	Caudal de diseño			Diámetro
De	A	(m)	(Hab)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	Por tramo ⁱ	Acumulado ^j	Descarga instantánea ^k	(mm)
PVS-1	PVS-2	2.27	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0001	-	0.1163	6.7892	-	150
PVS-2	PVS-5	48.37	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0016	-	0.1179	8.6232	-	150
PVS-3	PVS-4	11.65	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0004	-	0.0391	0.9352	-	150
PVS-3	PVS-33	35.03	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0012	-	0.0399	0.0399	-	150
PVS-4	PVS-22	46.91	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0016	-	0.3115	1.4423	-	150
PVS-5	PVS-6	15.89	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0005	-	0.1168	9.4818	-	150
PVS-6	PVS-37	50.05	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0017	-	0.3116	9.7934	-	150
PVS-7	PVS-8	17.33	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0006	-	0.1556	0.5448	-	150
PVS-8	PVS-24	24.57	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0008	-	0.1558	0.7006	-	150
PVS-9	PVS-10	27.76	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0009	-	0.0784	0.3901	1.5000	150
PVS-10	PVS-37	53.40	0	0	0.0000	0.00E+00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	-	0.0018	3.9903	-	150
PVS-11	PVS-16	51.45	6	54	0.0752	1.49E-04	0.0015	0.0053	0.2256	0.0017	-	0.2342	0.2342	-	150
PVS-11	PVS-21	28.26	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0009	-	0.1172	0.8585	-	150
PVS-12	PVS-11	18.70	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0006	-	0.0781	0.7413	-	150
PVS-13	PVS-49	56.41	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0019	-	0.1956	0.1956	1.5000	150
PVS-14	PVS-28	27.13	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0009	-	0.0784	0.0784	1.5000	150
PVS-15	PVS-16	19.50	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0007	-	0.0394	1.0920	-	150
PVS-16	PVS-2	72.79	10	90	0.1253	2.48E-04	0.0025	0.0088	0.3759	0.0024	-	0.3899	1.7161	-	150
PVS-17	PVS-27	26.10	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0009	-	0.1171	0.6270	1.5000	150
PVS-18	PVS-17	20.03	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0007	-	0.0782	0.5099	1.5000	150
PVS-19	PVS-7	20.99	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0007	-	0.1944	0.3892	-	150
PVS-20	PVS-21	21.48	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0007	-	0.0395	2.1519	-	150
PVS-21	PVS-48	53.22	9	81	0.1128	2.23E-04	0.0023	0.0079	0.3383	0.0018	-	0.3505	3.3609	-	150
PVS-22	PVS-51	86.70	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0029	-	0.4679	2.1434	-	150
PVS-23	PVS-22	22.63	6	54	0.0752	1.49E-04	0.0015	0.0053	0.2256	0.0008	-	0.2332	0.2332	1.5000	150
PVS-24	PVS-3	50.75	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0017	-	0.1954	0.8960	-	150
PVS-25	PVS-26	25.09	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0008	-	0.1558	1.2915	-	150
PVS-26	PVS-29	29.96	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0010	-	0.1560	1.4475	-	150
PVS-27	PVS-36	43.48	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0014	-	0.1564	3.1673	-	150
PVS-28	PVS-45	92.80	16	144	0.2005	3.97E-04	0.0040	0.0140	0.6015	0.0031	-	0.6230	1.0553	1.5000	150
PVS-29	PVS-20	35.52	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0012	-	0.1949	1.6424	-	150
PVS-30	PVS-31	31.36	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0010	-	0.1560	0.7786	-	150
PVS-31	PVS-15	33.55	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0011	-	0.1174	1.0526	-	150
PVS-31	PVS-38	59.33	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0020	-	0.1957	0.1957	-	150
PVS-32	PVS-19	31.42	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0010	-	0.1948	0.1948	-	150
PVS-33	PVS-53	53.69	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0018	-	0.1568	0.1967	-	150
PVS-34	PVS-12	34.90	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0012	-	0.1949	0.6632	-	150
PVS-34	PVS-31	49.89	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0017	-	0.1567	0.1567	-	150
PVS-35	PVS-9	49.67	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0017	-	0.3116	0.3116	-	150
PVS-35	PVS-36	48.77	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0016	-	0.1179	0.2743	1.5000	150
PVS-36	PVS-10	53.78	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0018	-	0.1568	3.5985	-	150

Tramo		L _{Tramo} (m)	Viviendas	P _{contribuyente} ^a (Hab)	Caudal medio doméstico AR ^b (L/s)	Caudal comercial AR ^c (L/s)	Caudal industrial AR (2%) ^d (L/s)	Caudal público AR (7%) ^e (L/s)	Caudal máximo doméstico de AR ^f (L/s)	Caudal de infiltración ^g (L/s)	Otros aportes ^h (L/s)	Caudal de diseño			Diámetro (mm)
De	A											Por tramo ⁱ (L/s)	Acumulado ^j (L/s)	Descarga instantánea ^k (L/s)	
PVS-37	PVS-X1	14.28	0	0	0.0000	0.00E+00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	-	0.0005	13.7842	-	150
PVS-38	PVS-39	42.07	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0014	-	0.0789	0.2746	-	150
PVS-38	PVS-40	45.54	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0015	-	0.1565	0.1565	-	150
PVS-39	PVS-27	57.69	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0019	-	0.1569	2.3839	-	150
PVS-40	PVS-5	81.30	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0027	-	0.4677	0.7418	-	150
PVS-40	PVS-35	44.44	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0015	-	0.1565	0.1565	1.5000	150
PVS-41	PVS-40	42.42	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0014	-	0.1177	0.1177	-	150
PVS-42	PVS-43	44.27	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0015	-	0.0790	0.3909	1.5000	150
PVS-43	PVS-54	54.51	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0018	-	0.0406	0.6678	-	150
PVS-44	PVS-28	52.09	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0017	-	0.1180	0.3538	-	150
PVS-44	PVS-46	84.50	17	153	0.2130	4.22E-04	0.0043	0.0149	0.6391	0.0028	-	0.6615	0.6615	1.5000	150
PVS-45	PVS-18	56.09	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0019	-	0.0794	0.0794	-	150
PVS-45	PVS-39	45.30	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0015	-	0.1565	1.9524	-	150
PVS-46	PVS-45	47.81	2	18	0.0251	4.96E-05	0.0005	0.0018	0.0752	0.0016	-	0.0791	0.7406	-	150
PVS-47	PVS-30	78.75	16	144	0.2005	3.97E-04	0.0040	0.0140	0.6015	0.0026	-	0.6226	0.6226	1.5000	150
PVS-47	PVS-44	49.64	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0017	-	0.1179	0.2358	1.5000	150
PVS-48	PVS-1	49.79	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0017	-	0.3116	6.6729	-	150
PVS-49	PVS-18	53.69	4	36	0.0501	9.93E-05	0.0010	0.0035	0.1504	0.0018	-	0.1568	0.3524	1.5000	150
PVS-50	PVS-52	51.67	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0017	-	0.1955	0.1955	-	150
PVS-51	PVS-48	81.14	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0027	-	0.4677	3.0004	-	150
PVS-52	PVS-43	64.92	1	9	0.0125	2.48E-05	0.0003	0.0009	0.0376	0.0022	-	0.0409	0.2364	-	150
PVS-53	PVS-20	64.91	7	63	0.0877	1.74E-04	0.0018	0.0061	0.2632	0.0022	-	0.2734	0.4701	1.5000	150
PVS-53	PVS-51	53.45	10	90	0.1253	2.48E-04	0.0025	0.0088	0.3759	0.0018	-	0.3893	0.3893	-	150
PVS-54	PVS-25	85.53	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0029	-	0.4678	1.1357	1.5000	150
PVS-55	PVS-4	57.35	5	45	0.0627	1.24E-04	0.0013	0.0044	0.1880	0.0019	-	0.1956	0.1956	-	150
PVS-56	PVS-34	98.68	12	108	0.1504	2.98E-04	0.0030	0.0105	0.4511	0.0033	-	0.4683	0.4683	-	150
PVS-56	PVS-47	50.90	3	27	0.0376	7.45E-05	0.0008	0.0026	0.1128	0.0017	-	0.1179	0.1179	-	150
PVS-57	PVS-42	58.91	8	72	0.1003	1.99E-04	0.0020	0.0070	0.3008	0.0020	-	0.3119	0.3119	1.5000	150
		3,194.22	353	3,185	4.4236	0.0088	0.0885	0.3097	13.2708	0.1065	-	13.7842			
PVS-X1	PVS-X2	42.77	-	-	-	-	-	-	-	0.0014	-	-	13.7856	-	150
PVS-X2	PVS-X3	18.41	-	-	-	-	-	-	-	0.0006	-	-	13.7862	-	150
PVS-X3	PVS-X4	59.48	-	-	-	-	-	-	-	-	7.86	-	21.6462	-	200
PVS-X4	PVS-X5	98.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.6462	-	200
PVS-X5	PVS-XO	54.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.6462	-	200
		273.3								0.0020					
		3,467.52								0.1085					

Nota. Los tramos en negrilla corresponden a PVS cabeceros. Aquellos tramos en color azul oscuro corresponden a los tramos de las Tablas 14, 15 y 16 que no cumplieron con el criterio de la fuerza tractiva.

^a Valor obtenido a partir del índice de diseño. ^b Cálculo realizado a partir del caudal medio doméstico unitario. ^c Cálculo realizado a partir del caudal comercial unitario. ^d Cálculo realizado a partir de la fórmula (5). ^e Cálculo realizado a partir de la fórmula (6). ^f Cálculo realizado a partir de la fórmula (8). ^g Cálculo realizado a partir de la fórmula descrita en el apartado 3.2.1.6.3. ^h Dato obtenido del aforo de aguas residuales realizado al PVS-X6 (ver Anexo H). ⁱ Cálculo realizado a partir de la fórmula (10). ^j Cálculo realizado según trayectoria de los flujos. ^k Caudal de diseño tomado en cuenta para aquellos tramos que no cumplieran con el criterio de la fuerza tractiva; correspondiente a la descarga de un inodoro.

Tabla 18

Análisis hidráulico en Microsoft Excel, verificación a Q = 1.5 lps: Dimensionamiento hidráulico

Tramo		L _{Tramo} (m)	Caudal de diseño		Diámetro (mm)	Elevación de tapa		Pendiente del:		Q _{lleno} ^a (L/s)	Q _{diseño} / Q _{lleno}	Y/D ^b	r/R ^c	R (m)	r (m)	v/V _{lleno} ^d	V _{lleno} (m/s)	V _{diseño} (m/s)	Tensión de arrastre ^e (Pa)
De	A		Acumulado (L/s)	Descarga instantánea (L/s)		Inicio (m)	Final (m)	Terreno (%)	Tramo (%)										
PVS-1	PVS-2	2.27	6.7892	-	150	206.60	206.59	0.44	0.55	16.3142	0.4162	0.4498	0.9320	0.0375	0.0350	0.9542	0.92	0.88	1.88
PVS-2	PVS-5	48.37	8.6232	-	150	206.59	204.96	3.37	3.23	39.5353	0.2181	0.3172	0.7156	0.0375	0.0268	0.8000	2.24	1.79	8.47
PVS-3	PVS-4	11.65	0.9352	-	150	212.87	212.74	1.12	0.81	19.7982	0.0472	0.1478	0.3665	0.0375	0.0137	0.5121	1.12	0.57	1.09
PVS-3	PVS-33	35.03	0.0399	-	150	212.87	211.85	2.91	2.90	37.4613	0.0011	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.12	0.85	2.70
PVS-4	PVS-22	46.91	1.4423	-	150	212.74	211.55	2.54	2.49	34.7123	0.0416	0.1392	0.3466	0.0375	0.0130	0.4932	1.96	0.97	3.16
PVS-5	PVS-6	15.89	9.4818	-	150	204.96	204.87	0.57	0.55	16.3142	0.5812	0.5474	1.0566	0.0375	0.0396	1.0374	0.92	0.96	2.13
PVS-6	PVS-37	50.05	9.7934	-	150	204.87	203.00	3.74	3.63	41.9119	0.2337	0.3289	0.7369	0.0375	0.0276	0.8157	2.37	1.93	9.80
PVS-7	PVS-8	17.33	0.5448	-	150	224.00	220.00	23.08	10.00	69.5639	0.0078	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-8	PVS-24	24.57	0.7006	-	150	220.00	216.00	16.28	10.00	69.5639	0.0101	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-9	PVS-10	27.76	0.3901	1.5000	150	205.16	205.02	0.50	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00
PVS-10	PVS-37	53.4	3.9903	-	150	205.02	203.00	3.78	3.64	41.9696	0.0951	0.2089	0.5014	0.0375	0.0188	0.6312	2.37	1.50	6.69
PVS-11	PVS-16	51.45	0.2342	-	150	211.89	209.38	4.88	4.89	48.6450	0.0048	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.75	1.10	4.55
PVS-11	PVS-21	28.26	0.8585	-	150	211.89	209.46	8.60	8.50	64.1348	0.0134	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.63	1.46	7.92
PVS-12	PVS-11	18.7	0.7413	-	150	216.00	211.89	21.98	10.00	69.5639	0.0107	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-13	PVS-49	56.41	0.1956	1.5000	150	211.26	213.00	-3.08	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00
PVS-14	PVS-28	27.13	0.0784	1.5000	150	213.64	215.63	-7.34	1.06	22.6484	0.0662	0.1742	0.4260	0.0375	0.0160	0.5662	1.28	0.73	1.65
PVS-15	PVS-16	19.5	1.0920	-	150	212.00	209.38	13.44	10.00	69.5639	0.0157	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-16	PVS-2	72.79	1.7161	-	150	209.38	206.59	3.83	3.80	42.8821	0.0400	0.1365	0.3404	0.0375	0.0128	0.4873	2.43	1.18	4.74
PVS-17	PVS-27	26.1	0.6270	1.5000	150	212.50	211.57	3.56	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00
PVS-18	PVS-17	20.03	0.5099	1.5000	150	212.95	212.50	2.25	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00
PVS-19	PVS-7	20.99	0.3892	-	150	228.00	224.00	19.06	10.00	69.5639	0.0056	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-20	PVS-21	21.48	2.1519	-	150	210.49	209.46	4.80	3.38	40.4429	0.0532	0.1567	0.3867	0.0375	0.0145	0.5307	2.29	1.21	4.79
PVS-21	PVS-48	53.22	3.3609	-	150	209.46	208.08	2.59	2.54	35.0591	0.0959	0.2099	0.5034	0.0375	0.0189	0.6329	1.98	1.26	4.69
PVS-22	PVS-51	86.7	2.1434	-	150	211.55	209.85	1.96	0.55	16.3142	0.1314	0.2448	0.5759	0.0375	0.0216	0.6922	0.92	0.64	1.16
PVS-23	PVS-22	22.63	0.2332	1.5000	150	209.01	211.55	-11.22	0.55	16.3142	0.0919	0.2052	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00
PVS-24	PVS-3	50.75	0.8960	-	150	216.00	212.87	6.17	6.12	54.4202	0.0165	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.08	1.24	5.70
PVS-25	PVS-26	25.09	1.2915	-	150	222.00	218.00	15.94	10.00	69.5639	0.0186	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-26	PVS-29	29.96	1.4475	-	150	218.00	214.00	13.35	10.00	69.5639	0.0208	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-27	PVS-36	43.48	3.1673	-	150	211.57	209.11	5.66	2.67	35.9451	0.0881	0.2001	0.4837	0.0375	0.0181	0.6161	2.03	1.25	4.73
PVS-28	PVS-45	92.8	1.0553	1.5000	150	215.63	216.58	-1.02	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00
PVS-29	PVS-20	35.52	1.6424	-	150	214.00	210.49	9.88	9.81	68.8999	0.0238	0.1063	0.2692	0.0375	0.0101	0.4169	3.90	1.63	9.68
PVS-30	PVS-31	31.36	0.7786	-	150	220.00	217.03	9.47	6.33	55.3460	0.0141	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.13	1.26	5.89
PVS-31	PVS-15	33.55	1.0526	-	150	217.03	212.00	14.99	10.00	69.5639	0.0151	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-31	PVS-38	59.33	0.1957	-	150	217.03	215.49	2.60	2.59	35.4025	0.0055	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.00	0.80	2.41
PVS-32	PVS-19	31.42	0.1948	-	150	231.00	228.00	9.55	9.55	67.9807	0.0029	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.85	1.54	8.89
PVS-33	PVS-53	53.69	0.1967	-	150	211.85	210.60	2.33	2.27	33.1434	0.0059	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	1.88	0.75	2.11
PVS-34	PVS-12	34.9	0.6632	-	150	220.91	216.00	14.07	10.00	69.5639	0.0095	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31
PVS-34	PVS-31	49.89	0.1567	-	150	220.91	217.03	7.78	7.79	61.3978	0.0026	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.47	1.39	7.25

PVS-35	PVS-9	49.67	0.3116	-	150	209.00	205.16	7.73	7.74	61.2004	0.0051	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.46	1.39	7.21	
PVS-35	PVS-36	48.77	0.2743	1.5000	150	209.00	209.11	-0.23	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00	
PVS-36	PVS-10	53.78	3.5985	-	150	209.11	205.02	7.61	5.24	50.3558	0.0715	0.1810	0.4409	0.0375	0.0165	0.5794	2.85	1.65	8.47	
PVS-37	PVS-X1	14.28	13.7842	-	150	203.00	202.60	2.80	0.56	16.4618	0.8373	0.7001	1.1849	0.0375	0.0444	1.1198	0.93	1.04	2.43	
PVS-38	PVS-39	42.07	0.2746	-	150	215.49	213.98	3.59	3.52	41.2720	0.0067	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.34	0.94	3.28	
PVS-38	PVS-40	45.54	0.1565	-	150	215.49	208.44	15.48	10.00	69.5639	0.0022	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.94	1.58	9.31	
PVS-39	PVS-27	57.69	2.3839	-	150	213.98	211.57	4.18	1.62	27.9989	0.0851	0.1971	0.4762	0.0375	0.0179	0.6098	1.58	0.97	2.83	
PVS-40	PVS-5	81.3	0.7418	-	150	208.44	204.96	4.28	4.23	45.2433	0.0164	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.56	1.03	3.94	
PVS-40	PVS-35	44.44	0.1565	1.5000	150	208.44	209.00	-1.26	0.60	17.0396	0.0880	0.2005	0.4834	0.0375	0.0181	0.616	0.96	0.59	1.06	
PVS-41	PVS-40	42.42	0.1177	-	150	209.71	208.44	2.99	3.01	38.1652	0.0031	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.16	0.87	2.80	
PVS-42	PVS-43	44.27	0.3909	1.5000	150	224.49	224.15	0.77	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00	
PVS-43	PVS-54	54.51	0.6678	-	150	224.15	221.19	5.43	0.90	20.8692	0.0320	0.1225	0.3078	0.0375	0.0115	0.4559	1.18	0.54	1.02	
PVS-44	PVS-28	52.09	0.3538	-	150	219.31	215.63	7.06	6.73	57.0679	0.0062	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.23	1.30	6.27	
PVS-44	PVS-46	84.5	0.6615	1.5000	150	219.31	218.87	0.52	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00	
PVS-45	PVS-18	56.09	0.0794	-	150	216.58	212.95	6.47	6.48	55.9979	0.0014	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.17	1.27	6.03	
PVS-45	PVS-39	45.3	1.9524	-	150	216.58	213.98	5.74	0.55	16.3142	0.1197	0.2336	0.5531	0.0375	0.0207	0.6736	0.92	0.62	1.11	
PVS-46	PVS-45	47.81	0.7406	-	150	218.87	216.58	4.79	4.66	47.4873	0.0156	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.69	1.08	4.34	
PVS-47	PVS-30	78.75	0.6226	1.5000	150	219.48	220.00	-0.66	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00	
PVS-47	PVS-44	49.64	0.2358	1.5000	150	219.47	219.31	0.32	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00	
PVS-48	PVS-1	49.79	6.6729	-	150	208.08	206.60	2.97	2.56	35.1969	0.1896	0.2950	0.6744	0.0375	0.0253	0.769	1.99	1.53	6.33	
PVS-49	PVS-18	53.69	0.3524	1.5000	150	213.00	212.95	0.09	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00	
PVS-50	PVS-52	51.67	0.1955	-	150	232.50	228.67	7.41	7.40	59.8411	0.0033	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.39	1.36	6.89	
PVS-51	PVS-48	81.14	3.0004	-	150	209.85	208.08	2.18	0.55	16.3142	0.1839	0.2904	0.6657	0.0375	0.0250	0.7624	0.92	0.70	1.34	
PVS-52	PVS-43	64.92	0.2364	-	150	228.67	224.15	6.96	6.92	57.8678	0.0041	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	3.27	1.31	6.44	
PVS-53	PVS-20	64.91	0.4701	1.5000	150	210.60	210.49	0.17	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00	
PVS-53	PVS-51	53.45	0.3893	-	150	210.60	209.85	1.40	1.41	26.1212	0.0149	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	1.48	0.59	1.31	
PVS-54	PVS-25	85.53	1.1357	1.5000	150	221.19	222.00	-0.95	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00	
PVS-55	PVS-4	57.35	0.1956	-	150	214.00	212.74	2.20	2.19	32.5541	0.0060	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	1.84	0.74	2.04	
PVS-56	PVS-34	98.68	0.4683	-	150	222.00	220.91	1.10	1.10	23.0717	0.0203	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	1.31	0.52	1.02	
PVS-56	PVS-47	50.9	0.1179	-	150	222.00	219.47	4.97	4.97	49.0413	0.0024	0.1000	0.2541	0.0375	0.0095	0.4012	2.78	1.11	4.63	
PVS-57	PVS-42	58.91	0.3119	1.5000	150	222.30	224.49	-3.72	0.55	16.3142	0.0919	0.2051	0.4933	0.0375	0.0185	0.6243	0.92	0.58	1.00	
		3,194.22																		
PVS-X1	PVS-X2	42.77	13.7856	-	150	202.60	201.98	1.45	0.56	16.4618	0.8374	0.7001	1.185	0.0375	0.0444	1.1198	0.93	1.04	2.43	
PVS-X2	PVS-X3	18.41	13.7862	-	150	201.98	202.29	-1.68	0.60	17.0396	0.8091	0.6823	1.1746	0.0375	0.0440	1.1133	0.96	1.07	2.58	
PVS-X3	PVS-X4	59.48	21.6462	-	200	202.29	205.03	-4.61	0.45	31.7805	0.6811	0.6054	1.1155	0.0500	0.0558	1.0756	1.01	1.09	2.45	
PVS-X4	PVS-X5	98.08	21.6462	-	200	205.03	200.02	5.11	0.45	31.7805	0.6811	0.6054	1.1155	0.0500	0.0558	1.0756	1.01	1.09	2.45	
PVS-X5	PVS-XO	54.56	21.6462	-	200	200.02	199.13	1.63	0.46	32.1316	0.6737	0.6011	1.1116	0.0500	0.0556	1.0731	1.02	1.10	2.50	
		273.3																		
		3,467.52																		

Nota. Los tramos en negrilla corresponden a PVS cabeceros. Aquellos tramos en color azul oscuro corresponden a los tramos de las Tablas 14, 15 y 16 que no cumplieron con el criterio de la fuerza tractiva.

^a Caudal a sección llena, determinado según la fórmula de Manning. ^b Relación tirante-diámetro, determinados según la tabla de la Curva del Banano (ver Anexo I). ^c Relación de radio hidráulico a sección de diseño y radio hidráulico a sección llena, determinados según la tabla de la Curva del Banano (ver Anexo I). ^d Relación de velocidad de diseño y velocidad a tubo lleno, determinados según la tabla de la Curva del Banano (ver Anexo I). ^e Cálculo realizado a partir de la fórmula (11), considerando la temperatura ambiente de Managua (media anual de 28°C) como temperatura de las aguas residuales.

Tabla 19

Análisis hidráulico en Microsoft Excel, verificación a Q = 1.5 lps: Control topográfico

Tramo		L _{Tramo} (m)	Diámetro (mm)	Elevación de tapa		V _{diseño} (m/s)	Caída del tramo (m)	Elevación corona (m)		Pérdidas ^a		Elevación invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
				Inicio (m)	Final (m)			Arriba	Abajo	Calculada (m)	Diseño (m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
PVS-1	PVS-2	2.27	150	206.60	206.59	0.88	0.01	205.32	205.31	0.010	0.03	205.17	205.16	1.43	1.43
PVS-2	PVS-5	48.37	150	206.59	204.96	1.79	1.56	205.26	203.70	0.041	0.04	205.11	203.55	1.48	1.41
PVS-3	PVS-4	11.65	150	212.87	212.74	0.57	0.09	211.59	211.49	0.004	0.03	211.44	211.34	1.43	1.40
PVS-3	PVS-33	35.03	150	212.87	211.85	0.85	1.02	211.62	210.60	0.009	0.03	211.47	210.45	1.40	1.40
PVS-4	PVS-22	46.91	150	212.74	211.55	0.97	1.17	211.46	210.29	0.012	0.03	211.31	210.14	1.43	1.41
PVS-5	PVS-6	15.89	150	204.96	204.87	0.96	0.09	203.69	203.60	0.012	0.03	203.54	203.45	1.42	1.42
PVS-6	PVS-37	50.05	150	204.87	203.00	1.93	1.82	203.55	201.74	0.048	0.05	203.40	201.59	1.47	1.41
PVS-7	PVS-8	17.33	150	224.00	220.00	1.58	1.73	220.48	218.75	0.032	0.03	220.33	218.60	3.67	1.40
PVS-8	PVS-24	24.57	150	220.00	216.00	1.58	2.46	217.21	214.75	0.032	0.03	217.06	214.60	2.94	1.40
PVS-9	PVS-10	27.76	150	205.16	205.02	0.58	0.15	203.88	203.72	0.004	0.03	203.73	203.57	1.43	1.45
PVS-10	PVS-37	53.4	150	205.02	203.00	1.50	1.94	203.69	201.75	0.029	0.03	203.54	201.60	1.48	1.40
PVS-11	PVS-16	51.45	150	211.89	209.38	1.10	2.52	210.64	208.12	0.016	0.03	210.49	207.97	1.40	1.41
PVS-11	PVS-21	28.26	150	211.89	209.46	1.46	2.40	210.61	208.21	0.027	0.03	210.46	208.06	1.43	1.40
PVS-12	PVS-11	18.7	150	216.00	211.89	1.58	1.87	212.51	210.64	0.032	0.03	212.36	210.49	3.64	1.40
PVS-13	PVS-49	56.41	150	211.26	213.00	0.58	0.31	210.01	209.70	0.004	0.03	209.86	209.55	1.40	3.45
PVS-14	PVS-28	27.13	150	213.64	215.63	0.73	0.29	212.39	212.10	0.007	0.03	212.24	211.95	1.40	3.68
PVS-15	PVS-16	19.5	150	212.00	209.38	1.58	1.95	210.08	208.13	0.032	0.03	209.93	207.98	2.07	1.40
PVS-16	PVS-2	72.79	150	209.38	206.59	1.18	2.77	208.10	205.33	0.018	0.03	207.95	205.18	1.43	1.41
PVS-17	PVS-27	26.1	150	212.50	211.57	0.58	0.14	209.20	209.06	0.004	0.03	209.05	208.91	3.45	2.66
PVS-18	PVS-17	20.03	150	212.95	212.50	0.58	0.11	209.34	209.23	0.004	0.03	209.19	209.08	3.76	3.42
PVS-19	PVS-7	20.99	150	228.00	224.00	1.58	2.10	224.85	222.75	0.032	0.03	224.70	222.60	3.30	1.40
PVS-20	PVS-21	21.48	150	210.49	209.46	1.21	0.73	208.94	208.21	0.019	0.03	208.79	208.06	1.70	1.40
PVS-21	PVS-48	53.22	150	209.46	208.08	1.26	1.35	208.18	206.83	0.020	0.03	208.03	206.68	1.43	1.40
PVS-22	PVS-51	86.7	150	211.55	209.85	0.64	0.48	207.61	207.13	0.005	0.03	207.46	206.98	4.09	2.87
PVS-23	PVS-22	22.63	150	209.01	211.55	0.58	0.12	207.76	207.64	0.004	0.03	207.61	207.49	1.40	4.06
PVS-24	PVS-3	50.75	150	216.00	212.87	1.24	3.11	214.72	211.62	0.019	0.03	214.57	211.47	1.43	1.40
PVS-25	PVS-26	25.09	150	222.00	218.00	1.58	2.51	219.26	216.75	0.032	0.03	219.11	216.60	2.89	1.40
PVS-26	PVS-29	29.96	150	218.00	214.00	1.58	3.00	215.75	212.75	0.032	0.03	215.60	212.60	2.40	1.40
PVS-27	PVS-36	43.48	150	211.57	209.11	1.25	1.16	209.03	207.87	0.020	0.03	208.88	207.72	2.69	1.39
PVS-28	PVS-45	92.8	150	215.63	216.58	0.58	0.51	212.07	211.56	0.004	0.03	211.92	211.41	3.71	5.17
PVS-29	PVS-20	35.52	150	214.00	210.49	1.63	3.48	212.72	209.24	0.034	0.03	212.57	209.09	1.43	1.40
PVS-30	PVS-31	31.36	150	220.00	217.03	1.26	1.99	217.77	215.78	0.020	0.03	217.62	215.63	2.38	1.40
PVS-31	PVS-15	33.55	150	217.03	212.00	1.58	3.36	214.10	210.75	0.032	0.03	213.95	210.60	3.08	1.41
PVS-31	PVS-38	59.33	150	217.03	215.49	0.80	1.54	215.78	214.24	0.008	0.03	215.63	214.09	1.40	1.40
PVS-32	PVS-19	31.42	150	231.00	228.00	1.54	3.00	229.75	226.75	0.030	0.03	229.60	226.60	1.40	1.40
PVS-33	PVS-53	53.69	150	211.85	210.60	0.75	1.22	210.57	209.36	0.007	0.03	210.42	209.21	1.43	1.39
PVS-34	PVS-12	34.9	150	220.91	216.00	1.58	3.49	218.24	214.75	0.032	0.03	218.09	214.60	2.82	1.40
PVS-34	PVS-31	49.89	150	220.91	217.03	1.39	3.89	219.66	215.77	0.025	0.03	219.51	215.62	1.40	1.41
PVS-35	PVS-9	49.67	150	209.00	205.16	1.39	3.84	207.75	203.91	0.025	0.03	207.60	203.76	1.40	1.40

Tramo		L _{Tramo} (m)	Diámetro (mm)	Elevación de tapa		V _{diseño} (m/s)	Caída del tramo (m)	Elevación corona (m)		Pérdidas ^a		Elevación invert (m)		Profundidad de PVS (m)	
				Inicio (m)	Final (m)			Arriba	Abajo	Calculada (m)	Diseño (m)	Arriba	Abajo	Arriba	Abajo
De	A														
PVS-35	PVS-36	48.77	150	209.00	209.11	0.58	0.27	206.89	206.63	0.004	0.03	206.74	206.48	2.26	2.63
PVS-36	PVS-10	53.78	150	209.11	205.02	1.65	2.82	206.59	203.77	0.035	0.03	206.44	203.62	2.67	1.40
PVS-37	PVS-X1	14.28	150	203.00	202.60	1.04	0.08	201.72	201.64	0.014	0.03	201.57	201.49	1.43	1.11
PVS-38	PVS-39	42.07	150	215.49	213.98	0.94	1.48	214.21	212.73	0.011	0.03	214.06	212.58	1.43	1.40
PVS-38	PVS-40	45.54	150	215.49	208.44	1.58	4.55	211.74	207.19	0.032	0.03	211.59	207.04	3.90	1.40
PVS-39	PVS-27	57.69	150	213.98	211.57	0.97	0.93	211.25	210.32	0.012	0.03	211.10	210.17	2.88	1.40
PVS-40	PVS-5	81.3	150	208.44	204.96	1.03	3.44	207.16	203.72	0.013	0.03	207.01	203.57	1.43	1.39
PVS-40	PVS-35	44.44	150	208.44	209.00	0.59	0.27	207.19	206.92	0.004	0.03	207.04	206.77	1.40	2.23
PVS-41	PVS-40	42.42	150	209.71	208.44	0.87	1.28	208.46	207.18	0.010	0.03	208.31	207.03	1.40	1.41
PVS-42	PVS-43	44.27	150	224.49	224.15	0.58	0.24	220.70	220.45	0.004	0.03	220.55	220.30	3.94	3.85
PVS-43	PVS-54	54.51	150	224.15	221.19	0.54	0.49	220.42	219.93	0.004	0.03	220.27	219.78	3.88	1.41
PVS-44	PVS-28	52.09	150	219.31	215.63	1.30	3.51	217.89	214.38	0.021	0.03	217.74	214.23	1.57	1.40
PVS-44	PVS-46	84.5	150	219.31	218.87	0.58	0.46	218.06	217.60	0.004	0.03	217.91	217.45	1.40	1.42
PVS-45	PVS-18	56.09	150	216.58	212.95	1.27	3.63	215.33	211.70	0.021	0.03	215.18	211.55	1.40	1.40
PVS-45	PVS-39	45.3	150	216.58	213.98	0.62	0.25	211.53	211.28	0.005	0.03	211.38	211.13	5.20	2.85
PVS-46	PVS-45	47.81	150	218.87	216.58	1.08	2.23	217.57	215.34	0.015	0.03	217.42	215.19	1.45	1.39
PVS-47	PVS-30	78.75	150	219.48	220.00	0.58	0.43	218.23	217.80	0.004	0.03	218.08	217.65	1.40	2.35
PVS-47	PVS-44	49.64	150	219.47	219.31	0.58	0.27	218.19	217.92	0.004	0.03	218.04	217.77	1.43	1.54
PVS-48	PVS-1	49.79	150	208.08	206.60	1.53	1.27	206.62	205.35	0.030	0.03	206.47	205.20	1.61	1.40
PVS-49	PVS-18	53.69	150	213.00	212.95	0.58	0.30	209.67	209.37	0.004	0.03	209.52	209.22	3.48	3.73
PVS-50	PVS-52	51.67	150	232.50	228.67	1.36	3.82	231.25	227.43	0.024	0.03	231.10	227.28	1.40	1.39
PVS-51	PVS-48	81.14	150	209.85	208.08	0.70	0.45	207.10	206.65	0.006	0.03	206.95	206.50	2.90	1.58
PVS-52	PVS-43	64.92	150	228.67	224.15	1.31	4.49	227.40	222.90	0.022	0.03	227.25	222.75	1.42	1.40
PVS-53	PVS-20	64.91	150	210.60	210.49	0.58	0.36	209.33	208.97	0.004	0.03	209.18	208.82	1.42	1.67
PVS-53	PVS-51	53.45	150	210.60	209.85	0.59	0.75	209.35	208.60	0.004	0.03	209.20	208.45	1.40	1.40
PVS-54	PVS-25	85.53	150	221.19	222.00	0.58	0.47	219.90	219.43	0.004	0.03	219.75	219.28	1.44	2.72
PVS-55	PVS-4	57.35	150	214.00	212.74	0.74	1.26	212.75	211.49	0.007	0.03	212.60	211.34	1.40	1.40
PVS-56	PVS-34	98.68	150	222.00	220.91	0.52	1.09	220.75	219.66	0.003	0.03	220.60	219.51	1.40	1.40
PVS-56	PVS-47	50.9	150	222.00	219.47	1.11	2.53	220.75	218.22	0.016	0.03	220.60	218.07	1.40	1.40
PVS-57	PVS-42	58.91	150	222.30	224.49	0.58	0.32	221.05	220.73	0.004	0.03	220.90	220.58	1.40	3.91
		3,194.22													
PVS-X1	PVS-X2	42.77	150	202.60	201.98	1.04	0.24	199.19	198.95	0.014	0.03	199.04	198.80	3.56	3.18
PVS-X2	PVS-X3	18.41	150	201.98	202.29	1.07	0.11	198.92	198.81	0.015	0.03	198.77	198.66	3.21	3.63
PVS-X3	PVS-X4	59.48	200	202.29	205.03	1.09	0.27	198.78	198.51	0.015	0.03	198.58	198.31	3.71	6.72
PVS-X4	PVS-X5	98.08	200	205.03	200.02	1.09	0.44	198.48	198.04	0.015	0.03	198.28	197.84	6.75	2.18
PVS-X5	PVS-XO	54.56	200	200.02	199.13	1.10	0.25	198.01	197.76	0.015	0.03	197.81	197.56	2.21	1.57
		273.3													
		3,467.52													

Nota. Los tramos en negrilla corresponden a PVS cabeceros. Aquellos tramos en color azul oscuro corresponden a los tramos de las Tablas 14, 15 y 16 que no cumplieron con el criterio de la fuerza tractiva.

^a Cálculo realizado a partir de la fórmula (12).

5.6.3. Comparación de resultados obtenidos en ambas herramientas

En general, los resultados de la infraestructura hidráulica (longitudes de tubería, pendientes y elevaciones de los tramos, tamaño de los diámetros y cantidades de pozos de visita) obtenidos por la modelación hidráulica efectuada en SewerCAD y la hoja de cálculo realizada en Microsoft Excel son congruentes entre sí, siendo las relaciones de calado (y/D) la causa principal de la discrepancia entre ambos resultados.

Mediante ambas herramientas se identificaron un total de 18 tramos (según SewerCAD) y 17 tramos (según la hoja de cálculo en Excel) que no cumplían con el criterio considerado de un esfuerzo tractivo mínimo de 1 Pa para producir una velocidad de autolavado.

Tanto en la modelación hidráulica como en la hoja de cálculo resultaron los mismos tramos problemáticos en lo que a la fuerza tractiva se refiere, con la excepción que SewerCAD identificó un tramo adicional (del PVS 3 al PVS-33). Además de esta discrepancia, los valores calculados de la fuerza tractiva mediante ambas herramientas difieren entre sí, para los 17 tramos comunes, por lo que se procedió a realizar un análisis para identificar la causa de sus diferencias.

Hecho este, se encontró que estas diferencias se deben a las relaciones hidráulicas (y/D , r/R y v/V) consideradas a partir de la tabla de la Curva del Banano. En Excel, por ejemplo, el valor para la relación y/D se efectúa interpolando los rangos y/D cercanos a partir de la relación de caudales $Q_{\text{diseño}}/Q_{\text{lleno}}$ (valor de entrada en la tabla presentada en el Anexo I).

No obstante, dicha tabla presenta como valor mínimo un y/D del 10 %, por lo que, para aquellos tramos cuyo $Q_{\text{diseño}}/Q_{\text{lleno}}$ fuese inferior al correspondiente a un y/D del 10 %, se debe tomar este como valor mínimo.

Por su parte, SewerCAD realiza sus propios cálculos para la determinación de la relación de calado (y/D), tomando en cuenta valores inferiores al 10 % de esta relación. De esta forma, por ejemplo, para el tramo del PVS-3 al PVS-33, la relación y/D real (calculada con SewerCAD) es del 2.5%; mientras que, en Excel, dado que la relación $Q_{\text{diseño}}/Q_{\text{lleno}}$ es menor a la mínima presentada en la curva, se considera para ambos una relación y/D mínima equivalente al 10%.

De forma análoga sucede con las demás relaciones hidráulicas obtenidas a partir de la Curva del Banano (r/R y v/V).

Como se puede apreciar en la Tabla 20, estas diferencias de relaciones hidráulicas acarrear errores en el cálculo del radio hidráulico y , consecuentemente, en la velocidad de diseño, lo que a su vez supone errores o diferencias en la determinación de la tensión de arrastre.

A manera de resumen, en la Tabla 20 se sintetizan las diferencias antes mencionadas, encontradas a través del modelamiento en ambas herramientas.

Tabla 20

Comparación de los resultados obtenidos de ambas herramientas

Tramo		Y/D		$V_{\text{diseño}}$ (m/s)		Tensión de arrastre (Pa)	
De	A	Excel	SewerCAD	Excel	SewerCAD	Excel	SewerCAD
PVS-3	PVS-33	0.1000	0.0250	0.85	0.35	2.70	0.69
PVS-9	PVS-10	0.1065	0.1070	0.39	0.39	0.54	0.55
PVS-13	PVS-49	0.1000	0.0760	0.37	0.32	0.51	0.40
PVS-14	PVS-28	0.1000	0.0430	0.51	0.30	0.99	0.43
PVS-17	PVS-27	0.1338	0.1340	0.44	0.44	0.67	0.68
PVS-18	PVS-17	0.1213	0.1210	0.42	0.42	0.61	0.61
PVS-23	PVS-22	0.1000	0.0830	0.37	0.33	0.51	0.43
PVS-28	PVS-45	0.1723	0.1720	0.52	0.52	0.85	0.85
PVS-35	PVS-36	0.1000	0.0900	0.37	0.35	0.51	0.47
PVS-40	PVS-35	0.1000	0.0680	0.39	0.30	0.56	0.39
PVS-42	PVS-43	0.1067	0.1070	0.39	0.39	0.54	0.55
PVS-44	PVS-46	0.1373	0.1380	0.45	0.45	0.69	0.69
PVS-47	PVS-30	0.1335	0.1330	0.44	0.44	0.67	0.67

Tramo		Y/D		V ^{diseño} (m/s)		Tensión de arrastre (Pa)	
De	A	Excel	SewerCAD	Excel	SewerCAD	Excel	SewerCAD
PVS-47	PVS-44	0.1000	0.0840	0.37	0.33	0.51	0.43
PVS-49	PVS-18	0.1015	0.1020	0.37	0.37	0.52	0.52
PVS-53	PVS-20	0.1165	0.1170	0.41	0.41	0.59	0.59
PVS-54	PVS-25	0.1786	0.1790	0.53	0.53	0.88	0.88
PVS-57	PVS-42	0.1000	0.0950	0.37	0.36	0.51	0.49

Nota. Los tramos en negrillas corresponden a PVS cabeceros.

De la anterior se observa cómo, para el tramo del PVS-3 al PVS-33, en el diseño en Excel se consideró un y/D del 10 %, determinándose, según sus otras características hidráulicas, una velocidad del flujo de 0.85 m/s y una tensión de arrastre de 2.70 Pa; valores bastantes favorables y que induce a considerar que se ha realizado un óptimo diseño capaz de crear una velocidad de autolavado. Sin embargo, este resultado se encuentra más que alejado de la realidad, pues SewerCAD identifica un y/D de apenas el 2.5 %, con una tensión de arrastre inferior a la mínima requerida, y una velocidad (0.35 m/s) 2.43 veces menor a la determinada en Excel; velocidad ligeramente superior a la mínima considerada según bibliografía especializada (CONAGUA).

Finalmente, entre otras diferencias encontradas en los resultados de ambas herramientas se mencionan 1) Ligeras discrepancias decimales en los caudales, debido a redondeos en ambos programas; 2) Diferencias en los niveles de entrada y salida en las coronas e invertos de ciertas tuberías, como resultado de haber utilizado la denominada “longitud 3D” (longitud real, considerando la pendiente del tubo) obtenida de la previa modelación en SewerCAD en lugar de la longitud plana del levantamiento topográfico; y 3) Ciertas diferencias en las profundidades de algunos pozos de visita, como consecuencia de las cotas de los invertos.

5.7. Estimación del presupuesto

Se realizó una estimación del presupuesto de obras a llevarse a cabo en la etapa de construcción, en la cual se incluyen los costos asociados a los volúmenes de

excavación y relleno, suministro e instalación de tuberías según diámetros requeridos, conexiones domiciliarias a realizar, PVS a construir, así como los costos relativos a la demolición y restauración de infraestructura vial y sanitaria existente en el sitio donde serán realizados los trabajos.

El costo, sin impuestos, alcanza un monto de US \$ 1,193,696.92, de los cuales, US \$ 904,436.53 corresponden a costos directos; US \$ 142,666.03 a costos indirectos; US \$ 41,884.10 a gastos administrativos centrales; y, US \$ 104,710.26 a la utilidad estimada. El resumen de los resultados de este proceso de cálculo se muestra en la Tabla 21; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Adicionalmente, en el Anexo J se desglosa los cálculos efectuados para la estimación de dicho presupuesto.

Tabla 21

Resumen de cálculo del monto de inversión requerido

ID	Descripción	Costo directo total (US \$)
1	Construcción del sistema de alcantarillado sanitario	904,436.53
1.1	Red de alcantarillado sanitario	904,436.53
1.1.1	Excavación, relleno y compactación	131,310.21
1.1.2	Suministro e instalación de tubería	43,776.58
1.1.3	Pozos de visita	129,693.70
1.1.4	Conexiones domiciliarias	55,199.37
1.1.5	Remoción y restauración de superficies	542,216.57
1.1.6	Remoción de tuberías y PVS existentes	319.94
1.1.7	Conexión a la red existente	13.03
1.1.8	Limpieza final	1,907.14
	Total, costo directo de ejecución de obras	904,436.53
	Costo indirecto de campo	142,666.03
	Costo directo más costo indirecto	1,047,102.56
	Gastos administrativos centrales	41,884.10
	Utilidad estimada	104,710.26
	Total, costo de venta	1,193,696.92
	(No incluye 1% de impuesto municipal ni 15% de IVA)	

Conclusiones

- 1) El estudio socioeconómico, realizado a través de la aplicación de la boleta catastral y encuesta socioeconómica proporcionada por la ENACAL, permitió determinar que el barrio se divide en dos sectores (Etapa 1 o “Sector Marvin Marín” y Etapa 2 o “Sector Los Rodríguez”), dentro de los cuales se encuentran ocupadas un total de 320 viviendas de 360 bienes inmuebles contabilizados, resultando en un índice de ocupación habitacional promedio de 6.52 habitantes/viviendas y una población actual de 1,888 habitantes.

Asimismo, se identificó que las formas de disposición de las aguas residuales y excretas más utilizadas en el barrio son: Los sumideros (52.22 %), y el conjunto de letrinas y evacuación a vías públicas (36.39 %). Además, se conoció que el 91 % de la población siente la necesidad de contar con un sistema de alcantarillado sanitario en el barrio, con el fin de concluir los constantes problemas vividos debido a la carencia de este.

- 2) El levantamiento topográfico permitió identificar las características planimétricas del Barrio Marvin Marín. Dentro de las características planimétricas, se identificó que el barrio cuenta con una extensión territorial de 10.5 Ha, dentro de los cuales se extienden 10 calles y 5 avenidas, cuyos revestimientos son de tierra, asfalto y adoquín. Por otro lado, dentro de las características altimétricas, se identificaron todos los niveles del barrio interpolando curvas a cada 5 cm, siendo el nivel más bajo de 203 msnm y el más alto de 231 msnm.
- 3) A partir del plano topográfico elaborado, se trazó la red de alcantarillado sanitario del barrio que garantiza el desalojo de todos los flujos de aguas residuales hacia su sitio de vertido en la red existente de la ENACAL (PVS-XO, ubicado en el Barrio San Judas, del semáforo del centro de salud

Edgard Lang, 3 cuadras al Este, 2 cuadras al Norte), por medio de la gravedad.

- 4) El aforo de aguas residuales, proporcionado por la ENACAL, fue realizado en el pozo de visita sanitario contiguo aguas abajo del sitio de conexión (PVS-X6), durante un período de 48 horas continuas, registrando un caudal máximo de 7.86 lps a una capacidad hidráulica (y/D) del 17%.
- 5) Los resultados del aforo permitieron valorar que la alcantarilla existente en el sitio de conexión (PVS-XO) tiene la capacidad hidráulica suficiente para transportar el flujo actual obtenido del aforo (7.86 lps, generado por algunos habitantes del Barrio San Judas); y el caudal de diseño que producirá los habitantes del Barrio Marvin Marín (13.78 lps). Consecuentemente, la nueva red de alcantarillado sanitario transportará un caudal de 21.64 lps, generados por una población total de 3,185 habitantes del Barrio Marvin Marín y un estimado de 1,817 habitantes en el tramo a rehabilitar en San Judas, a una capacidad del 46.81 % del diámetro.
- 6) Se modeló hidráulicamente la red sanitaria proyectada haciendo uso del software SewerCAD. De la modelación se obtuvo que el sistema consiste en una red de recolección de 3,194.22 m de tubería PVC de 150 mm de diámetro y un subcolector de 273.30 m de tubería PVC de 150 mm y 200 mm de diámetro; así como de 60 pozos de visita sanitarios nuevos; dos pozos de visita sanitarios existentes a destruir; dos existentes a reemplazar; y uno existente que funcionará como sitio de conexión a la red de alcantarillado sanitario de la ENACAL; y cuyas profundidades oscilan entre 1.40 m y 6.75 m.
- 7) El análisis hidráulico en plantilla Excel fue elaborado partiendo de las distancias y pendientes de las alcantarillas obtenidas del SewerCAD. La comparativa de resultados indican que la infraestructura hidráulica

(longitudes de tubería, pendientes y elevaciones de los tramos, tamaño de los diámetros y cantidades de pozos de visita) es congruente con aquella obtenida de la modelación hidráulica efectuada en SewerCAD, siendo su principal diferencia las relaciones hidráulicas (y/D , r/R y v/V) utilizadas entre ambos, lo que a su vez se traduce en discrepancias en la determinación de la fuerza tractiva.

Lo anterior conlleva a que se prefiera el uso de la modelación en SewerCAD sobre el dimensionamiento en hojas de cálculo en Microsoft Excel, debido a que el primero realiza sus propios cálculos para determinar las relaciones hidráulicas reales de las alcantarillas, obteniendo resultados más precisos; mientras que en Excel se debe interpolar estos valores según lo establecido en la “Curva del Banano”, misma que no presenta valores inferiores a un y/D correspondiente al 10 %; traduciéndose en posibles errores en la determinación de la tensión de arrastre, y consecuentemente, en la inadecuada valoración de un óptimo diseño.

No obstante, independientemente de la herramienta utilizada, todos los tramos del diseño cumplen con el criterio de la fuerza tractiva mínima (1 Pa) para generar una velocidad de autolavado.

- 8) Se estima que, para la construcción de la obra, se requiere un total de US \$ 1,193,696.92. Este valor proporciona un indicador de US \$ 374.79 por persona, para la población de diseño.

Recomendaciones

- 1) Considerando que el tramo del PVS-X1 al PVS-X2 registra una cobertura de 0.15 m, para garantizar el drenaje por gravedad, se recomienda revestir la tubería con concreto simple, a todo su largo, para asegurar un adecuado soporte de cargas.
- 2) Se recomienda buscar financiamiento para la construcción del sistema, lo que contribuirá a mejorar el nivel de vida de los habitantes del Barrio Marvin Marín.
- 3) Durante la fase de ejecución de obras, se recomienda realizar visitas a las familias beneficiadas para explicar sobre el uso adecuado de la red de alcantarillado sanitario, de forma que se contribuya a reducir el riesgo de posibles atascamientos por el vertido de desechos diferentes a las aguas residuales.
- 4) Considerando los resultados de las dos herramientas empleadas para el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario, se recomienda promover el uso del SewerCAD sobre las hojas de cálculo en Microsoft Excel, dadas su rapidez, altas precisiones de cálculo, y facilidad para la extracción de información gráfica requerida para la elaboración de planos, lo que a su vez se traduce en menores cantidades de tiempo para el diseño.

Referencias

- Alcantarillado. (18 de junio de 2020). En *Wikipedia*.
<https://es.wikipedia.org/wiki/Alcantarillado>
- Alianza por el Agua (con el Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua [CENTA]). (2008). *Manual de Depuración de Aguas Residuales Urbanas* (Vol. 3, págs. 15, 17-20, 26). (Alianza por el Agua, Ed.) Zaragoza, Aragón, España: Ideasmares.
<http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>
- Bentley Systems, Incorporated. (s.f.). *SewerCAD - Software de diseño, análisis y modelado de alcantarillado sanitario*. Bentley Systems. Recuperado el 28 de febrero de 2020, de <https://www.bentley.com/es/products/product-line/hydraulics-and-hydrology-software/sewercad>
- Capítulo 2 Modelación hidráulica*. (s.f.). Recuperado el 10 de junio de 2020, de http://www.biblioteca.udep.edu.pe/BibVirUDEP/tesis/pdf/1_123_183_81_1150.pdf
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Datos básicos* (3ª ed., p.7). (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.) Ciudad de México, México: Comisión Nacional del Agua [CONAGUA].
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/05DatosBasicos.pdf>
- Comisión Nacional del Agua [CONAGUA]. (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ed.) Ciudad de México, México: Comisión Nacional del Agua [CONAGUA],
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/S GAPDS-29.pdf>
- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados [ENACAL]. (s.f.). *Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) de la ciudad de Managua*.

- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados [ENACAL].
<https://www.enacal.com.ni/proyecto/04-04-2018-5.html>
- Fuerza tractiva (hidráulica). (09 de octubre de 2019). En *Wikipedia*.
[https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_tractiva_\(hidr%C3%A1ulica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_tractiva_(hidr%C3%A1ulica))
- García Salas, J. C., y Chocat, B. (s.f.). La modelación en el campo de la ingeniería hidráulica: reflexiones y discusión sobre las causas de error y sus consecuencias. *Aqua-LAC*, 1(1), 52-53,56.
<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/images/AquaLAC-Numero1-Vol1-54-64.pdf>
- Gobierno de la República de Nicaragua (con el Banco Mundial). (2017). *Plan nacional de recursos hídricos de Nicaragua: diagnóstico y propuesta de líneas estratégicas*. Gobierno de la República de Nicaragua.
- Gurdián Sacasa, F. (30 de noviembre de 2017). *Proyecto Managua Metropolitana*. GARCIA&BODAN. <https://garciabodan.com/proyecto-managua-metropolitana/>
- Gutiérrez A., J. C. (2009). Diferencias entre SewerCAD y SewerGEMS. *Bentley Communities*.
https://communities.bentley.com/other/old_site_member_blogs/bentley_employees/b/juan_gutierrez_blog/posts/diferencias-entre-sewercad-y-sewergems
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (1995). *Censos nacionales 1995* (p. 9). Managua, Nicaragua: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC].
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo [INIDE]. (2008). *Managua en cifras* (p. 6). Managua, Nicaragua: Instituto Nacional de Información de Desarrollo [INIDE].
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado [INAA]. (s.f.). *Guías Técnicas para el Diseño de Alcantarillado Sanitario y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales* (pp. 1-50). Managua, Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado [INAA].

- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado [INAA]. (s.f.). *Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua* (pp. 4-6). Managua, Nicaragua: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado [INAA].
- Kinloch Tijerino, F. (2005). *Historia de Nicaragua* (2ª ed., p. 208). Managua, Nicaragua: Instituto de Historia de Nicaragua y Centroamérica, Universidad Centroamericana [IHNCA-UCA].
- Lozano-Rivas, W. A. (2012). *Fundamentos de diseño de plantas depuradoras de aguas residuales* (pp. 26-27). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. https://www.researchgate.net/profile/William_Antonio_Lozano-Rivas/publication/298354134_Diseño_de_Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas_Residuales/links/56e898e908ae9bcb3e1cd7f4/Diseño-de-Plantas-de-Tratamiento-de-Aguas-Residuales.pdf
- Managua. (11 de agosto de 2020). En *Wikipedia*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Managua>
- Moovit. (s.f.). *¿Cómo llegar en Autobús a Barrio Marvin Marín en Managua?* Moovit. Recuperado el 27 de julio de 2020, de https://moovitapp.com/index/es-419/transporte_p%C3%BAblico-Barrio_Marvin_Mar%C3%ADn-Managua-site_11298009-3422
- Neteges Escobar. (7 de marzo de 2019). *Las primeras alcantarillas: ¿Cuál es su origen?* Neteges Escobar. <https://escobarsl.com/las-primeras-alcantarillas-cual-es-su-origen/>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (s.f.a). *Agua*. Organización de las Naciones Unidas [ONU]. Recuperado el 05 de marzo de 2020, de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (s.f.b). *Agua y saneamiento*. Desarrollo Sostenible. Recuperado el 04 de marzo de 2020, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (s.f.c). *Objetivos y metas de desarrollo sostenible*. Desarrollo Sostenible. Recuperado el 04 de marzo

de 2020, de <https://un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (14 de junio de 2019). *Saneamiento*.

Organización Mundial de la Salud [OMS]. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>

Programa de Agua y Saneamiento [WSP]. (2013). *Nicaragua: Costo del saneamiento inadecuado*. Banco Mundial.

<https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/Economics-Sanitation-Nicaragua-Spanish.pdf>

Psyma. (04 de noviembre de 2015). *¿Cómo determinar el tamaño de una muestra?* Psyma. <https://www.psyma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra>

Real Academia Española [RAE] y Consejo General del Poder Judicial [CGPJ].

(s.f.a). Aguas residuales domésticas. En *Diccionario del Español Jurídico*.

Recuperado el 24 de febrero de 2020, de <https://dej.rae.es/lema/aguas-residuales-dom%C3%A9sticas>

Real Academia Española [RAE] y Consejo General del Poder Judicial [CGPJ].

(s.f.b). Aguas residuales industriales. En *Diccionario del Español Jurídico*.

Recuperado el 24 de febrero de 2020, de <https://dej.rae.es/lema/aguas-residuales-industriales>

Real Academia Española [RAE] y Consejo General del Poder Judicial [CGPJ].

(s.f.c). Aguas residuales urbanas. En *Diccionario del Español Jurídico*.

Recuperado el 24 de febrero de 2020, de <https://dej.rae.es/lema/aguas-residuales-urbanas>

RobBlandon. (2008). *Lake Managua* [Video]. YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=JHGj0mgcvss&feature=related>

Rojas, J. (2019, 30 de septiembre). (+Video) Nicaragua contará con la mejor

cobertura de alcantarillado en Centroamérica. *Canal 4 Multinoticias*.

<https://www.canal4.com.ni/index.php/multinoticias/50739-sistema-alcantarillado-sanitario-nicaragua>

- Sandino, N. (2018, 09 de agosto). ENACAL presenta avances en el tratamiento de aguas residuales. *El 19 Digital*.
<https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:80075-enacal-presenta-avances-en-el-tratamiento-de-aguas-residuales->
- Sección 1: Las aguas residuales*. (s.f.). Recuperado el 10 de marzo de 2020, de <http://cidta.usal.es/Cursos/redes/modulos/Libros/unidad%205/residuales.PDF>
- Sy Corvo, H. (2019, 26 de diciembre). Estudio socioeconómico: para qué sirve, partes y ejemplo. *Lifeder*. <https://www.lifeder.com/estudio-socioeconomico/>
- Tutoriales al día-Ingeniería Civil. (s.f.). *Dos Métodos para la Estimación de Poblaciones Futuras*. Tutoriales al día-Ingeniería Civil.
<http://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/dos-metodos-para-la-estimacion-de-poblaciones-futuras/>
- UK Parliament. (s.f.). *1842 Report on the Sanitary Condition of the Labouring Population of Great Britain [1842 Informe sobre la Condición Sanitaria de la Población Obrera de Gran Bretaña]*. UK Parliament.
<https://www.parliament.uk/about/living-heritage/transformingsociety/livinglearning/coll-9-health1/health-02/>
- Viceministerio de Servicios Básicos. (2007). *Reglamentos Técnicos de Diseño de Sistemas de Alcantarillado Sanitario y Pluvial* (3ª ed., págs. 27, 30, 32-36, 38-40, 42-43, 45, 48, 50). La Paz, Bolivia: Ministerio del Agua.
<http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/06/NB688.pdf>
- Weather Spark. (s.f.). *El clima promedio en Managua*. Weather Spark. Recuperado el 27 de julio de 2020, de <https://es.weatherspark.com/y/14372/Clima-promedio-en-Managua-Nicaragua-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Anexos

Índice de anexos

Anexo A. Antecedentes: Cartas de solicitud de aprobación del “Proyecto de Aguas Servidas del Barrio Marvin Marín”	A:I
Anexo B. Ayuda memorias de reuniones.....	B:I
Anexo C. Boleta catastral aplicada para el conteo de viviendas, proporcionada por la ENACAL	C:I
Anexo D. Formulario de la encuesta socioeconómica aplicada, proporcionada por la ENACAL.....	D:I
Anexo E. Resultados de la boleta catastral	E:I
Anexo F. Resultados de la encuesta socioeconómica.....	F:I
Anexo G. Levantamiento topográfico	G:I
Anexo H. Aforo de aguas residuales	H:I
Anexo I. Tabla de la “Curva del Banano”	I:I
Anexo J. Presupuesto de obras.....	J:I
Anexo K. Juego de planos constructivos	K:I

Índice de figuras de anexos

Figura A-1 Primera carta de solicitud de aprobación del “Proyecto de Aguas Servidas”	A:II
Figura A-2 Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al “Proyecto de Aguas Servidas”	A:III
Figura A-3 Segunda carta de solicitud de aprobación del “Proyecto de Aguas Servidas”	A:XVII
Figura A-4 Carta de solicitud de inspección al barrio dirigida al SINAPRED	A:XVIII
Figura A-5 Tercera carta de solicitud de aprobación del “Proyecto de Aguas Servidas”	A:XXI
Figura A-6 Cuarta carta de solicitud de aprobación del “Proyecto de Aguas Servidas”	A:XXII
Figura A-7 Quinta carta de solicitud de aprobación del “Proyecto de Aguas Servidas”	A:XXIII

Figura A-8 Sexta carta de solicitud de aprobación del “Proyecto de Aguas Servidas”	A:XXIV
Figura B-1 Algunos partícipes de la 1 ^{era} reunión.....	B:V
Figura B-2 Situación uno de las aguas residuales en las calles del barrio	B:V
Figura B-3 Situación dos de las aguas residuales en las calles del barrio	B:VI
Figura B-4 Situación tres de las aguas residuales en las calles del barrio	B:VI
Figura B-5 Situación cuatro de las aguas residuales en las calles del barrio .	B:VII
Figura B-6 Situación cinco de las aguas residuales en las calles del barrio .	B:VIII
Figura B-7 Algunos partícipes de la 2 ^{da} reunión	B:XI
Figura B-8 Instalación del BM-6	B:XI
Figura B-9 Instalación del BM-5	B:XII
Figura B-10 Instalación del BM-3	B:XII
Figura B-11 Situación del rebalse de aguas residuales en las calles.....	B:XIII
Figura C-1 Boleta catastral aplicada para el conteo de viviendas.....	C:I
Figura E-1 Concentración de predios por sector	E:I
Figura E-2 Concentración de predios por manzana.....	E:III
Figura E-3 Situación del predio o del inmueble	E:IV
Figura E-4 Economía del inmueble	E:IV
Figura E-5 Servicio de electricidad en el inmueble	E:V
Figura E-6 Habitantes en el predio, inmueble o vivienda.....	E:VII
Figura E-7 Forma de abastecimiento de agua potable en el predio.....	E:VII
Figura E-8 Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en el barrio	E:IX
Figura E-9 Forma de disposición de las aguas servidas en el barrio	E:X
Figura E-10 Esquematización general de la distribución interna del barrio	E:XI
Figura F-1 Sexo de la persona encuestada	F:I
Figura F-2 Edad del encuestado	F:II
Figura F-3 Relación del encuestado con el jefe de familia.....	F:III
Figura F-4 Identificación de los servicios de agua y saneamiento en las viviendas encuestadas.....	F:V
Figura F-5 Formas de abastecimiento de agua de uso doméstico en las viviendas encuestadas.....	F:V

Figura F-6 Consumo mensual de agua potable en las viviendas encuestadas	F:VI
Figura F-7 Formas de eliminación de las aguas servidas en las viviendas encuestadas.....	F:VIII
Figura F-8 Costos mensuales en las viviendas encuestadas por el servicio de energía eléctrica.....	F:IX
Figura F-9 Percepción de los problemas relacionados con el abastecimiento de agua potable y el saneamiento en el barrio	F:X
Figura F-10 Problemas que más afectan al barrio	F:XII
Figura F-11 Enfermedades en los últimos 12 meses.....	F:XIII
Figura F-12 Interés de los encuestados por resolver estos problemas de agua y saneamiento.....	F:XIII
Figura F-13 Disposición de los encuestados a conexión al servicio de alcantarillado sanitario.....	F:XIV
Figura F-14 Grado de instrucción del jefe de familia.....	F:XV
Figura F-15 Habitantes en las viviendas encuestadas.....	F:XVI
Figura F-16 Cantidad de personas con ingresos en las viviendas encuestadas	F:XVI
Figura F-17 Ingresos del mes pasado de las familias encuestadas.....	F:XVIII
Figura F-18 Tabla del salario mínimo válido a partir del 1 ^{ero} de marzo del 2020	F:XVIII
Figura G-1 Ficha técnica de la estación total utilizada.....	G:IV

Índice de tablas de anexos

Tabla E-1 Actividad comercial del inmueble	E:V
Tabla E-2 Estado de la conexión.....	E:VIII
Tabla E-3 Estado de la caja de protección del medidor (RU)	E:VIII
Tabla F-1 Tipo de viviendas encuestadas	F:III
Tabla F-2 Tipo de calle de las viviendas encuestadas.....	F:IV
Tabla F-3 Costos mensuales en las viviendas encuestadas por el servicio de agua potable	F:VII

Tabla F-4 Costo mensual por el servicio de alcantarillado sanitario en las viviendas encuestadas	F:VIII
Tabla F-5 Percepción de los problemas relacionados con el abastecimiento de agua potable y el saneamiento en el barrio	F:X
Tabla F-6 Actividad económica principal de las personas con ingresos en el hogar	F:XVII
Tabla G-1 Puntos de control geodésicos	G:II
Tabla G-2 Resumen de la red de BMs	G:II
Tabla G-3 Normativa para el control de levantamientos topográficos	G:III
Tabla G-4 Memoria de cálculo de la poligonal base	G:VI
Tabla I-1 Relaciones de elementos hidráulicos para conductos circulares (conocida como “Curva del Banano “)	I:I
Tabla J-1 Estimación del presupuesto de las obras	J:II

Anexo A. Antecedentes: Cartas de solicitud de aprobación del “Proyecto de Aguas Servidas del Barrio Marvin Marín”.

Se presentan, a continuación, en orden cronológico ascendente, las cartas de solicitud de aprobación del denominado “Proyecto de Aguas Servidas del Barrio Marvin Marín”, emitidas por los líderes y representantes comunales del barrio objeto de estudio durante el período 2015-2018, hacia las instituciones siguientes: La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), y el Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED), con copia a la Secretaría Política del Distrito III de Managua.

Esta información fue compartida por el líder político del barrio, el Sr. Domingo Sotelo, miembro del Gabinete de la Familia, Comunidad y Vida del Barrio Marvin Marín; de la Estructura Política del Barrio Marvin Marín; de la Comunidad del Barrio Marvin Marín y Sector Los Rodríguez, y del Tendido Político del Barrio Marvin Marín.

Figura A-1

Primera carta de solicitud de aprobación del "Proyecto de Aguas Servidas"

Managua, 01 de Noviembre del 2015

Ingeniero
Ervin Enrique Barreda
Presidente Ejecutivo
ENACAL
Su despacho.

ENACAL RECIBIDO
Acueductos Locales
06 NOV 2015
RECIBIDO: *Rojas*
HORA: 3:52 pm

ENACAL
CATASTRO DE URBANISMO
Recibido: *Madro Achr.*
Fecha: 06/11/2015
Hora: 3:43pm.

Estimado Ingeniero Barreda.

Reciba la muestra de consideración y estima de parte del Gabinete de Familia Comunidad y vida, Estructura política y Comunidad Barrio Marvín Marín y Sector los Rodríguez. Ubicado en el distrito. III pista Sub-Urbana. Entrada a San Isidro camino de bola.

Nos dirigimos ante usted de Manera Escrita para hacerle saber que nuestra comunidad Barrio Antes mencionado tenemos mas de 30 años de ser fundados con un aproximado de 551 viviendas, por lo que solicitamos ser integrados a los proyectos que tienen programados en el año 2016 dicha institución bajo su cargo el cual es el proyecto de Aguas Servidas ya que no contamos con este servicio en nuestra comunidad cabe mencionar que en las viviendas que habitamos no tenemos espacio para realizar mas letrinas o sumidores por el crecimiento de nuestras familias y el tamaño de nuestros lotes de Terreno y de esta manera queremos evitar contaminación en nuestro medio Ambiente.

De igual manera queremos hacer mención que al dirigirnos a usted solicitando de su valiosa ayuda es por que no contamos con la capacidad económica para financiar este proyecto pero al mismo tiempo le manifestamos que estamos comprometidos a realizar arreglos de pago de tal manera que quedemos al día de acuerdo a las normativas de dicha institución.

No omitimos manifestarle que nuestra solicitud esta respaldada con firmas de la comunidad en papel sellado de ley de la Republica de Nicaragua, un dibujo sencillo de plano de nuestra comunidad y representado de acuerdo a Asamblea ordinaria de Pobladores realizada el día primero de noviembre del 2015 quedando conformada una comisión de la siguiente Manera:

Coordinadora de Comisión:
María Milagros Treminio Reyes *M. Treminio*
Cedula No. 001-120884-0006V
Teléfono: 2225-3437. Celular 8252-7846

Vise- Coordinadora
Marjorie De los Ángeles García Sánchez *Marjorie G.*
Cedula No. 001-270786-0049H
Celular. 8156-5315

Otros Miembros comisión

Marisol Gutiérrez García *Marisol Gutiérrez*
Cedula No. 002-281067-0004B
Celular. 8755-6895

SESION DEL COMERCIAL
ENACAL
RECIBIDO
Mayra

06/11/15
3:45 pm

ENACAL Despacho
Presidencia Ejecutiva
FECHA: 06 NOV 2015
RECIBIDO POR: *E. Rojas*
HORA: 3:37 pm

ENACAL
RECIBIDO
VICE GERENCIA
DE OPERACIONES DE MANAGUA
06-11-15

Recibido
06/11/15
3:35 pm
06/11/15
4:35 p.m.

Recibido
06/11/15

Figura A-2

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

SERIE "G"
No. 8342840

15 QUINCE CORDOBA 15

REPUBLICA DE NICARAGUA

En la Ciudad de Managua, Capital de la República de Nicaragua, siendo las dos de la tarde del día primero de noviembre del año dos mil quince, reunidos en Asamblea de Pobladores en el Barrio Marvin Marín perteneciente al Distrito número tres de la Ciudad Capital, los abajo firmantes por medio de nuestras firmas y números de cédulas de Identificación Ciudadana, damos el apoyo solidario para que el Proyecto de Aguas Servidas en nuestro Barrio Marvin Marín se gestione, ante la Autoridad e Institución rectora de esta Cartera la cual es ENACAL, perteneciente al Gobierno de Reconstrucción y Unidad Nacional de la República de Nicaragua. Queda conformada una Comisión que haga la gestión ante la mencionada Institución Pública, la cual queda aprobada en Asamblea de Pobladores.

Coordinadora Comisión
 Maña Milagros Treminio Reyes 001-120884-0006V *MFR*

Vice Coordinadora Comisión.
 Margoric de los Angeles Garcia Sanchez 001-270786-0049H. *Margoric G.*

Otros miembros Comisión.

Horisdl Gutierrez Garcia 002-281067-0064B *Manoel Gutierrez*

Cecilia del Carmen Acevedo Marenco 262-221159-0000U

Roger Antonio Trejos Acevedo - 001-290177-0025V *RAT*

Javier Gato Vallecillo - 001-060184-0037V. *JG*

Xiomara del Socorro Vega Zúñiga - 001-221273-0055U.

Juan Carlos Hernandez Rivas - 449-231268-0005X *JCR*

Liseth Paiz Mayorga - 001-051075-0100U.

Domingo de los Angeles Sotelo 001-280748-0005T *DS*



Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

1	Uriel Quijano Velozque - 001-160662-0002E	Juep
2	Maria Magdalena Hernandez - 001-100967-0003M	HEMERIS
3	Tania Tolpsta Quijano H. 001-060193-00035U	Tania Q
4	Susy Garcia Gutierrez 001-050681-00055m	Susy Garcia G.
5	H ^a del Carmen Alegria H. 001-130764-00053B.	(Signature)
6	Susana Ramon DAYLA 001-031064-0012-R	(Signature)
7	Shedy Keneth Daria Villeda 001-241087-0014C	(Signature)
8	Fco Javier Rodriguez 001-200160-00046E.	(Signature)
9	Leticia Garcia Sanchez 001-161171-00047P	(Signature)
10	Mano Jose Rostran Urbina 001-210540-00049T	(Signature)
11	Katherine Glath Tellez Corda 001-060793-00031E	Katherine T.
12	Jimmy Quezada Martinez 201-241274-0011L.	(Signature)
13	FELIPE-VEGA. 610-021258-0000B.	Felipa Vega.
14	yubirka Samiriba. 610-230484-06041t.	yubirka samiriba.
15	BIANCA MORALES. 001-120565-00020V.	(Signature)
16	ROGER BUSTAS. 001-281192-1006R.	(Signature)
17	ANTONIO MOLINA O. 001-130254-00049T	(Signature)
18	MARITHA H. SANDOVAL S. 001-010959-0001J	M Sandoval S.
19	Maria Magdalena Espinoza 001-21098800026W	Maria Espinoza.
20	Darby del C. Morales Hernandez 001-170181-00026y	(Signature)
21	Santa Francisca Sanchez P. 001-090549-00033M.	S.F.S.P
22	Donald Enrique para Sanchez 001-260684-00061X.	Donald Pérez
23	Miguel Noisies Herrera 001-990987-00040K	Miguel H
24	Dina Estabel Humayón Cajina 001-110163-00021t.	(Signature)
25	Wendy Jorgin Guerrero 001-150583-0011T	(Signature)
26	Leather Howard Custarez 001-171290-00031C	(Signature)
27	Cesar Antonio Parales . 001-210586-00052K.	Cesar P
28	Roger Jose Mandoza Torres -009-140969-0001R	ROGERME
29	Elizabeth Poppe Velazquez 001-090584-00057T	(Signature)
30	Gabriel Alexander Hernandez Lopez 001-081262-0007A	(Signature)

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

SERIE "G"

No. 8347859

1	Heidi Martinez Cuadra 001-230181-0067N Heidi Martinez
2	Linasto Palacios Mora 001-140277-0014H Linasto
3	Maia Elano Cuadra - 001-170659-0012L Maia
4	Yoheyling Palacios Martinez 001-310198-1002X Yoheyling
5	Lucia Raquel Meza Garcia. 001-210696-0026J Lucia Meza
6	Moises Daniel Medrano Osorno 001-220494-0054P Moises
7	Jorge Antonio Medrano Wilson 001-220483-0069M Jorge
8	Veronica del Socorro Cuadra Rodriguez 001-160570014 P Veronica
9	Esmeralda Magdalena Arias Cuadra 001-160690-0021A Esmeralda
10	Jorge Israel Lopez Ramirez 001-290785-0017H Jorge
11	Francisco Manuel Zarguero Salgado 001-110478-0013H Francisco
12	Manuel Obando 202-110477-0009E Manuel
13	Yvon Ramon Baez Obando 001-270796-0038B Yvon
14	Aldemar de Jesus Gona Membreño 001-210765-0059U Aldemar
15	Bielka maria Sanchez Pardo 291-051291-0001G Bielka S.
16	José Antonio Garcia Membreño 001-120683-0037W José G.
17	Blanca Lidia Garcia Membreño. 001-060972-0001Y Blanca
18	Denis Alberto Garcia Membreño. 001-120187-0053K Denis Garcia
19	Jeaneth del Carmen Aberto. 001-317289-0018Y Jeaneth Aberto
20	Pedro Luis Quiñan Tolojua 001-01286000985 P. Quiñan
21	Johana Garcia gusde 001-110272-0015E Johana Garcia
22	Carving Joel Realvarez Obando 001-130195-0020H Carving
23	Amparo de los Angeles Mungua Obando 001-140274-0007F Amparo
24	Erick Francisco Rodriguez Obando 001-110991-0046F Erick
25	Juana Dolores Rodriguez 001-130853-0001J Juana D.R.
26	Jaima Fco Biella Parayon C. 281-070547-0005K Jaima
27	Josefa Hilda Rodriguez. 001-010935-0000N Josefa Hilda Rodriguez
28	Olimpia del Socorro Rodriguez. 001-030458-0007S Olimpia R.
29	Karla Vanessa Guerrero Davila 001-230189-0053X Karla Guerrero.
30	Juan José Rodríguez. 001-250281-0044S Juan José R.

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

0085AEB

1	Karla Jessenia Araica D' Trinidad	007-210930-00975
2	Cesar Augusto Barrios	001-280783-0071A Cesar
3	Celia del Rosario D' Trinidad Garcia	001-101066-0075C. Celia D'
4	Moises Enrique Alvarez Medel	001-240686-0038H
5	Milton Francisco Alvarez Medel	001-041081-0011P
6	Carolina Jessenia Alvarez Medel	001-091088-0042U
7	Henry Alvarez Molina	561-100373-0010M
8	Aida Loz Medel Rodriguez	001-281060-0010J
9	Marisela del Carmen Alvarez Medel	001-041090,00394 Marisel
10	Darling Yesel Araica D' Trinidad	007-201286,0031F Darling A
11	Jessica del Carmen D' Trinidad	001-040989-0048D
12	MARION HERNANDEZ LOPEZ	001-290383-0066Y
13	Elizabeth Ortiz Garcia	001-140198-0004K Elizabeth Ortiz
14	Marcos picado	281-290363-0003U Marcilio Jose Picado
15	Carlos delgado Ortiz	001-270999-1000J CARLOS Ortiz
16	Leis delgado Ortiz	001-270999-1001K
17	Cristina delgado Ortiz	001-220999-1002L CRISTINA Ortiz
18	Wilber Gomez	291-190188-0001G Wilber Gomez
19	Abelina Garcia	001-101145-0045G Abelina Garcia
20	José Esteban Ortiz	001-220660-0002F - SETE-ESTE.
21	Raquel del C. Garcia Ortiz	001-220779-0006N Raquel Garcia
22	Pablo Benancio Guerrero	001-101074-0044A Pablo Guerrero
23	Dora Maria Ortiz Marquez	042-120750-0000F
24	Ana-Elizabeth Garcia Ortiz	001-270487-0070F Ana Garcia
25	Roger Isidro Ortiz Lopez	001-250484-0006N Roger Isidro Ortiz Lopez
26	Lenin Armando Castillo Urbina	001-250484-0006N Lenin Castillo
27	Ancalmo Garcia	001-210448-0011G
28	Enrique Danilo Cuadra Coma	001-070860-0064D Enrique Danilo Cuadra Coma
29	Albertina Isabel Ramirez Lainez	088-271158-0000H Albertina Isabel Ramirez Lainez
30	Karen de los Angeles Barrios R	007-79785-0074T Karen de los Angeles Barrios R

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

1	Franklin Antonio Mercado Martinez	001-050691-0048A	Jum
2	Valeska Tamara Mayorga Mena	001-081087-0010W	20/10/12
3	Alfonso Antonio Castillo Flores	001-010181-0001S	20/10/12
4	Iveth del Carmen Orozco M.	001-010585-0057C	20/10/12
5	Muri Coraymo Cortinez Moya	001-290993-0020F	20/10/12
6	Karla Patricia Orozco Mayorga	001-140879-0066S	
7	Carlos Salvador Serrano	001-201191-0075U	20/10/12
8	Karla Vanessa Asebedo Martinez	001-311091-0058T	Karla Asebedo
9	DAMARI del Socorro Martinez	001-077280-0706D	DAMARI
10	Sayda Raquel Olanda Gopierriez	001-201191-0075U	Sayda
11	ANTONIA COREA	001-130649-0003W	Antonia
12	KENYA YANNY ACUÑA COREA	001-050789-0032V	Kenia Acuña
13	Esperanza del Socorro Garcia Vasquez	001-070376-0002H	Esperanza
14	William Eliseo Velazquez	448-650684-0000K	William
15	Oscar Danilo Gonzalez	081-08-06-74-0007F	Oscar
16	Alvaro L Diaz Garcia	384-111071-0000A	Alvaro
17	Maria Lourdes Ochoa Calero	001-221092-0079R	Maria Lourdes
18	JOSÉ FRAJIN- RUIZ	40101051-0003Q	José Frajin
19	GIN FORTISUS RUIZ Sanchez	001-140688-0037K	GIN Fortisus
20	Maria Ines Sanchez Martinez	001-06560-0026B	Maria Ines
21	Rene Silva Parrales	043-250456-0003K	Rene Silva
22	Matilde Rios Sanchez	138-100357-0000H	Matilde Rios
23	Georgel (Geovania) Bonilla Vega	0010300860057S	Georgel
24	Jairo Mayorga	0010408710078C	Jairo Mayorga
25	Sair Selva	001270285-0067A	Sair Selva
26	Leslie Patricia Caldera Jarguin	001-260992-0022G	Leslie Patricia
27	Ana Auxiliadora Jarquin	570-070762-0003Q	Ana Jarquin
28	Rosa Rosales Ramos	001-020168-0061A	Rosa Rosales
29	Darling Massiel Jarquin Rosales	001-010594-0008A	Darling
30	Lucia Isabel Velazquez Reyes	001-081149-0018K	J. I. V. R.

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

1	Karla Patricia Membreño Vasquez	001-271378-0064H	<i>[Signature]</i>
2	Mauricio Hernandez Borjas	001951270 0054J	<i>[Signature]</i>
3	Dora Filomena Ascázar Díaz	125-060750-4444	<i>[Signature]</i>
4	Francisco José Mercado Calderon	041-101072 0006G	<i>[Signature]</i>
5	Marcial Flores Gutierrez	365-220861-0001S	<i>[Signature]</i>
6	Alypandeu Murrillo Salazar	001-270259-0012G	<i>[Signature]</i>
7	José Isaias Espinoza Zambrana	561-230973 0006E	<i>[Signature]</i>
8	Jefferson Rafael Morales Lopez	004-181292-0049N	<i>[Signature]</i>
9	Hellen Nahant Morales Cabrera	001-200494-0030F	<i>[Signature]</i>
10	Karm Tatiana Rodriguez Salazar	001-170893-0057N	<i>[Signature]</i>
11	Cesar Antonio Aguirre Parrake	001-212585-0052K	Cesar Antonio Aguirre
12	Melying Elizabeth Portabanco Paralez	001-181083-0019U	<i>[Signature]</i>
13	Lucia Karina Hernandez Mendoza	001-270297-0072L	Lucia Hernandez
14	Ana Lucia Quiñero Reyes	001-131287-0020X	Ana Quiñero
15	Zoyla Estrella Reyes Solórzano	001-060962-0070D	Zoyla Reyes
16	Marvin José Quiñero Reyes	001-171281-0118V	Marvin Quiñero
17	Conny H. Méndez Arafo	001-101062-0072V	<i>[Signature]</i>
18	Nieza Lasieth Romero Alvarado	001-260588-0011B	<i>[Signature]</i>
19	Kevin Javier Muñoz Muñillo	007-090794-0016P	<i>[Signature]</i>
20	Gerardo Francisco Muñoz Muñillo	122-170592-0001S	<i>[Signature]</i>
21	M ^a AURELIA GARCÍA ARBUSTEGUÍS	293-040264-0003L	<i>[Signature]</i>
22	Margarite Frías Sol	001-270692-0049T	<i>[Signature]</i>
23	ESCARLETH ISABEL Araica Paz	001-270392-0077X	<i>[Signature]</i>
24	Salvadora Jaramaín	570-251294-0000K	Salvadora Jaramaín
25	ALVARO ANTONIO GUTIERREZ	001-260971 0086Q	<i>[Signature]</i>
26	JAIRO JOSÉ REYES	007 011779 0015D	<i>[Signature]</i>
27	MARVIN ANTONIO MAYORGA	007 150388 0005U	<i>[Signature]</i>
28	Lidia M ^a Condaga García	001-030866-0054B	Lidia Condaga
29	Guillermo José Rodríguez Mayorga	042-200575-0000Y	<i>[Signature]</i>
30	JUSTINA DEL CARMEN RAYO VALLE	449-140541-0002B	J.C.R.V.

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

001-231281-0028U

1	Wilber Antonio Hernandez Mercado (Wilber H)
2	Pablo A. Rowena 0013108610008P
3	Karina yachoska Mendoza Rizo 001-101093-0054K
4	Sandra Mercedes Mercado Sancha Mercado 001-020766-0032T
5	Katia Yurielka Lopez Bibina 611-181095-00035
6	José Daniel Sandoval Gutierrez 001-300391-00553
7	José Daniel Sandoval Gutierrez 001-140385-0048H
8	Selvia Saitt Gutierrez 161-010580-0002C
9	Mercedes Gutierrez Perez 161-280953-0003H Mercedes Gutierrez
10	Maria Priscilla Dávila Castro 001-200880-0006K
11	José Antonio Ray R 449-130661-0007C
12	JOS+IV+M 001-130761-0065F J.A.S.M
13	Gama Mercedes Morales D. 004-260780-0000M - G.M.M.D.
14	Mariano Alfonso Silva T. 001-171036-0003C H.A.S.T.
15	Leydi Vanessa Juarez G. 241-060392-0003C
16	Wilmer Antonio M. 001-260372-0039U
17	Daniel Estrada S. 001-220262-0048T
18	Nelcia Bismutz 401-200660002W
19	Nerida Melissa Ortega Ruiz 001-040894-0023S Nerida Ortega
20	Roger Alberto Ruiz peralta 449-120580-0002R. Ruiz Joralla
21	Vilma del Socorro Ponce A. 001-131041-0006U. VILMA
22	Olea Maria Lezama M. 001-260672-0044U. O.M.L.M.
23	Brenda Mendoza Padilla 283086679-0000Y Brenda Mendoza
24	Sandra M. Briceño Carrion 007-290567
25	Rito José Blandon Rivera. 285-220555-0000N. Rito Blandon
26	José Daniel Rivera 001-102094-0049P
27	Rita Aracely Rivera Pios. 007-750772-0006W
28	Juan Elias RIVINA ROMERO 007-770997-0008U
29	Juan Rivera B. 089-1606630000E
30	Maria de la Concepcion Blandon 166-081250000L

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

1	Mariana Catalina Ramirez Sandoval	001-311094-0045 N	Mariana C. Ramirez
2	Jordan Rafael Mayorga Mendez	001-110391-0026 D	Jordan
3	José Alexander Cordero	001-24101841-0051 U	Ji. S.A.L.
4	Rosa Elena Mayorga Rodriguez	001-300855-0068 K	R M R
5	Joseph Ignacio Gutierrez Zamora	001-300793-0027 C	Joseph
6	Leon Francisco Uruyru	042-250367-0001 L	Leon
7	Fernando Antonio Mayorga Mendieta	001-190163-0002 A	Fernando
8	Katherine Sozmina Rodriguez	Farralcs 001-260694-0024 D	K.S.R.
9	Mayra Lourdes Ochoa Ochoa	001/22-10-90-0079 R	M ^{ra} Ochoa
10	Patricia Dol Carmen Lopez	001-290766-0038 I	Patricia
11	Cynthia Vanessa Mayorga Lopez	001-231194-0027 H	Cynthia
12	Kisao Jose Gonzalez Borge	001-190198-0020 E	Kisao
13	Claudia Roman Bonilla	001-021284-0013 H	Claudia Roman
14	Mayra Gutierrez	001-140953-0057 F	Mayra Gutierrez
15	Mayra de la Cruz Valeria	001-070574-0076 H	Mayra
16	Juan Carlos Parilla	001-130995-0072 D	Juan Carlos
17	Momone Bonilla Viduaga	001-100484-0051 P	Momone
18	Maria Lourdes Obando Gutierrez	001-100787-27 E	Maria Lourdes
19	Dani Obando Obando	001-301089-36 D	Dani
20	Maria de Lourdes Gutierrez	261-110257-0000 Y T	Maria de Lourdes
21	Miguel Cortez	042-091077-0006 D	Miguel
22	Franco José Rodriguez Aguirre	001-170868-0060 C	Franco
23	Rosa Blanca Jarquin Valle	366-080884-0002 F	Rosa Blanca
24	Ventura Valle	366-140752-0002 L	Ventura Valle
25	Lissethe Zelaya	001-190884-0023 E	Lissethe
26	Juan Angel Perez	042-010180-0009 P	Juan Angel
27	Leiva Isabel Correa	001-060594-0027 G	L.I.C.M
28	Anielka Patricia Correa	001-200196-0010 G	Anielka
29	Aymanda Cjo A	001-1603-74-0056 F	Aymanda
30	Angela Duarte Torres	001-080474-0007	Angela

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

1	Marisol Amanda Sotelo Samanucoia	001-211081-0003R	<i>[Signature]</i>
2	Karen del Socorro Menocal Corea	00110018410014K	<i>[Signature]</i>
3	Carara Elich, Corea	001-141185-0028N	<i>[Signature]</i>
4	Prasmary Corea	001-2312.80-0034X	<i>[Signature]</i>
5	Alcías del Socorro Samanucoia	001-260849-0005Q	<i>[Signature]</i>
6	Mengeli de las Angeles Rios Martinez	167-280582-0001Y	<i>[Signature]</i>
7	Yamilaith Rodriguez Canteno	001-300169-0068N	<i>[Signature]</i>
8	Fernanda Lucia Madac Rodriguez	001-170295-0011N	<i>[Signature]</i>
9	Holman Ricardo Silva	001-210368-0003R	<i>[Signature]</i>
10	Cinthya I. Zepeda Cordoba	001-110189-0024G	<i>[Signature]</i>
11	Manuel J. Salinas Cuabita	001-020480-0019J	<i>[Signature]</i>
12	Juanmy Auevaros Hengaloz	09377126/0001	<i>[Signature]</i>
13	Esteban Escobar Obando	001-990565-0053Y	<i>[Signature]</i>
14	Francisco Javier Mantel Lopez	001-090263-0073B	<i>[Signature]</i>
15	Ludibe del Carmen Aguirre	001-2765-0005	<i>[Signature]</i>
16	Wendy gao Sica	409-200387-0000	<i>[Signature]</i>
17	Ada Luz Espinosa Duarte	489-281162-0006	<i>[Signature]</i>
18	Michael Alexander Alvarado Suarez	001-020890-0036Y	<i>[Signature]</i>
19	Maryra de los Angeles Membrano Suarez	001-090771-0006D	<i>[Signature]</i>
20	Miguel Angel Alumbes Suan	001-290884-0044Y	<i>[Signature]</i>
21	Karen Jimenez Pizarra	001-031291-0012V	<i>[Signature]</i>
22	Emma Ruit Rivera	001-140694-0001C	<i>[Signature]</i>
23	Claudia Isseth Ruiz	001-220293-0017K	<i>[Signature]</i>
24	Jorge Alfredo Ruiz Jiron	001-190464-0046B	<i>[Signature]</i>
25	Digna Emerita Rivera Diaz	321-220971-0004H	<i>[Signature]</i>
26	Dayly Obando	202-040285-0001Y	<i>[Signature]</i>
27	Gloria Norosi	202-230161-0002B	<i>[Signature]</i>
28	Edwin Francisco Obando	202-060283-0003R	<i>[Signature]</i>
29	Esther Araoz	452-100682-0007C	<i>[Signature]</i>
30	Kathia yad silva Obando	001-141087-0049T	<i>[Signature]</i>

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

1	Ana Isabel Benios Ramirez	001-211183-0012 W	[Signature]
2	Julio César Amelo Pastillo	001-170770-0003 L	[Signature]
3	Eddy Ferrnir Espinosa	Atreco 001-221177-0085 X	[Signature]
4	Anabel Benios Ramirez	001-061282-0021 L	[Signature]
5	Mario Antonio Alvarado	001-090964-0024 I	[Signature]
6	Taufer Gago Nallecillo	001-0601840037 U	[Signature]
7	ALEX ANTONIO ZELAYA	001 210721 0067 R	[Signature]
8	Tercera de Jesus Osorno	001-020172-0005 B	[Signature]
9	Andrés Medina Osorno	001-180293-0026 S	[Signature]
10	Daniela Raquel Medina Osorno	001-011290-0036 X	[Signature]
11	Moises Daniel Medina Lira	001-040972-0078 D	[Signature]
12	Francisco José Miranda Collado	401-080357-0012 P	[Signature]
13	Dany M. Garcia Galano	001-191064-0051 G	[Signature]
14	Raul Ernesto Navarro Postnani	001-250093-0042 B	[Signature]
15	Jairo Raul Sanchez Cuadros	001-250283-0062 S	[Signature]
16	Kristel Farali Analea Vega	001-011090-0074 B	[Signature]
17	Esperanza de Jesus Ponac Miranda	001 1511 59-007 S.	[Signature]
18	Tessy Verónica Mendoza Mendieta	001-090293-0026 X	[Signature]
19	Juan Enrique Sánchez Cuadra	001-210976-0060 Y	[Signature]
20	Geroge Aurelio Rodríguez	001 250974-0050 H	[Signature]
21	Leonel de los Angeles Gonzalez	001-211166-0002 D	[Signature]
22	Cleokilde Marice Obando Loqui	366-030670-0002 H	[Signature]
23	Leyla de los Angeles Postay Flores	001-190864-0007 P	[Signature]
24	Hayra Guadalupe Lopez Lopez	001 240493 0068 P	[Signature]
25	Angelica Cilenis Torres Melendez	001-080296-0000 B	[Signature]
26	Rita de los Angeles Balladeno	001-150274-0004 Q.	[Signature]
27	María Adela Lopez Perez	408-051249-0002 V	[Signature]
28	Angel Antonio Vazquez Vazquez	001-0508940034 G	[Signature]
29	Bianca Iris Vivas Lopez	001-100988 0067 S	[Signature]
30			

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

REPUBLICA DE NICARAGUA		SERIE "O"
DIEZ CORDOBAS		No. 4070727
1	Ligia del Carmen Cabrera Puliceras - 001-070785-00146 - Ligia Cabrera	
2	Maria Magdalena Reyes Gomez - 089-200552-0001K - MRG	
3	Maria de los Angeles Romero Roca - 088-310558-0803F	
4	Rito José Blandón Rivera 285-220555-0000N	
5	Maxima Aurora Pios Romero - 089-18-0250-0007E	
6	José María Concepción Rivera Ríos - 089-060784-0003D	
7	José Daniel Rivera 001-101014-0019P	
8	Nestor W. Rivera 089-661679-00024	
9	Martha Lúcia Martínez - 001-291027-0003P	
10	Glenda Marina Laguarda Sanchez 001-190806-0010E <i>Glenda</i>	
11	Cookina del Carmen Martínez Jiménez 001-131171-0071J <i>Glenda</i>	
12	Flavio Carero Duarte 001-00026-00006 <i>Flavio</i>	
13	Marvin José Quintero Reyes 001-177281-0018V <i>Marvin</i>	
14	Juan Pablo Hernández Merced 001-040427-0002G <i>Juan Pablo</i>	
15	Maria Auxiliadora Moreno Seiva 007 010465 0000 W	
16	Jairo José Peralta Sanchez 092-281680-0000E	
17	ELENA Sanchez Guisasa 001-240285-0070L	
18	Juan Carlos Blanco Rocha: 001-280332-0008M. <i>JCB</i>	
19	David Antonio Mendoza Baltabano 001-280679-0006U	
20	Gloria Marina Gonzalez 001-1801860000N Gloria Gonzalez	
21	Mariano José Moreno 001-801088-0070V	
22	Maio Alejandro Centeno Zambona 001-240166-0042Y <i>Maio</i>	
23	Fátima del Carmen Cordero 001-246278-00394 <i>Fátima</i>	
24	José Obisid Fonseca Ramos 001-280680-0003L	
25	Darling del Carmen Morales Hernández 001-170181-00264 <i>Darling</i>	
26	Juan Pablo Zamora Ruiz 001-231131-0057L <i>Juan Pablo</i>	
27	Cabrinela Posca Zepeda Córdoba 001-190293-0035E <i>Cabrinela</i>	
28	Cruz María Pérez Hernández 090-170169-0000J	
29	Eliezer Benjamín Larios Pérez 001-181190-0029Y	
30	Iyron Edoardo Glendiera 001-150264-0063J	

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

1	Martha Mercedes Sandoval Silva	001-010959-0001 J.
2	Roberto Esau Acuña Espinoza	001-120491-0003c
3	Maribel del Carmen Alburto López	041-150589-0005K
4	Roberto de Jesús Acuña Salgado	003-251062-0000K
5	Ana María Espinoza	003-770466-00001
6	Kerlyn Elieth Acuña Espinoza	001-072888-0043K
7	Cynthia Raquel Mendieta Bustos	001-051293-0056M
8	Rosa Emilia Bustos Gutiérrez	001-250575-0038J.
9	Bryan Leonal Mendieta Bustos	001-190492-0019F
10	Joel Eduardo Solís Flores	001-270994-0033K
11	Deyanira Mariela González Hustedo.	001-100695-0059F
12	Josefina Denay Ruiz Sanchez	001-010983-0069K
13	Josefina Denay Ruiz Sanchez	123-05-12-68-0000J
14	Teo Doris Angélica Hustedo Miranda	125-0911490000OY
15	Flavio Augusto Zaldívar	001-040-158-0022R
16	Joel Orozco Barrios	001-131095-0052B
17	Lucila Barrios Cruz	561-270866-0001K
18	Deyanira del Carmen Garay Vega	042-081184-0003R
19	Francisca Margueta Vega Silva	001-081165-0062F
20	Francisco Lavin Rodríguez Salguero	001-200160-0046R
21	Xiomara Mariena Rodríguez	001-290864-0054T
22	Eusebio Manuel Hernández	001-050360-0002Y
23	Maria Dolores González Barrios	001-150785-0047K
24	Eddy Manuel Hernández Mariena	001-200881-0027c.
25	Kenia Judith Hernández Mariena	001-190697-0023V.
26	Emilio Maradaga	001-101168-0004W
27	Elieth Tatiana Mendieta Gutiérrez	001-151191-0019X
28	Joany Alexander Peraita Gutiérrez	001-190789-0035J
29	Martha Isabel Sánchez Pavón	001-080753-0050W
30	Juan Andrés García	291-080245-0002A.

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

1	Edgard Costa	001-220150-0005D.	Edgard Costa
2	Ivanira Suarez	001-300779-0026C	Ivanira Suarez
3	Kevin Hernandez	001-201097-0070K	Kevin Hernandez
4	Ena Gutierrez	001-311059-0059T	Ena Gutierrez
5	Hernaldo Tambio Polledo	092-130346-0007E	*H. Polledo
6	Perla Ninako Alvir Perez	001-111297-0036G	Perla Alvir
7	Francisco Isabel Perez	203-200551-0028B.	F. I. P.
8	JANNETTE de Lourdes Ubeda	001-311266-0025G	J.L.-U.
9	DANIELA Antonia E.	202-200959-0004Y	DANIELA E.
10	Dorian Orlando M.	001-051088-0068P	Dor. ch
11	Luzelia Lisbeth Velásquez	001-070987-0073H	Luzelia
12	Rony Rafael Garcia Ruiz	002-740294-0604F	Rony Garcia
13	Nepdy Tatiana Velásquez Montoya	007-187296-0038E	Nepdy
14	Jimmy Franklin Ruiz	007-077285-0000L	Jimmy
15	Martha Lorena Cajina Iglesias	001-311291-0072S	Martha Cajina
16	Estelita Borrero	5701301790000T	Borrero
17	Norman Ernesto Centeno Iglesias	001-020476-0011W	Norman
18	Audeline Veronica Avaredo Sanchez	001-210467-00654.	Avaredo
19	Jennifer De Los Angeles Mendoza	Vitalte. 001-200196-0028S	J.A.
20	Ricardo Flores Sandoval	001-070366-0038K	Ricardo
21	Raymundo Francisco Carda Hernandez	406-270978-0001F	Raymundo
22	Marta In Jose Diaz	081-230494-0009J	Marta In Jose
23	Luis Manuel Salgado Rogu	001-030292-0015V	Luis Manuel
24	Maria Elena Bone	001-090162-0035U	Maria Elena
25	JOEL H LARIUS	001-180167-0065A	JOEL H LARIUS
26	Nelis del Rosario Gutierrez Montenegro	241-180570-0000.H	Nelis
27	Eduardo Andino	001-131055-0026Q	Eduardo
28	Aura Ula Lira	001-042262-0001D.	Aura Ula
29	Luisa Karina Ramirez Gutierrez	001-230995-0049N	Luisa Karina
30	Hilmer Alexander Condessa Mendizeta	001-180185-0020X	Hilmer

Figura A-2 (continuación)

Firmas de la Asamblea de Pobladores en respaldo al "Proyecto de Aguas Servidas"

1	Rosajolina Mendita Martinez	001-251164-0043.
2	Leticia Sr. los Angeles Sanchez	001-290592-0055X
3	Reja Antonio Diaz Sandoval	001-140480-00274
4	Angela Oroz	570271264-00037
5	Angelica Maria Dominguez	0012701830008C
6	Gabriela Guadalupe Zamora Tellez	001-270296-0029Y
7	Domans del C. Medina Martinez	001-110171-00319
8	Ana Gabriela Baltodano Medina	001-180989-0008Q
9	Fabiola del Carmen Orozco Barros	[001-121184-0006P]
10	German Antonio Garay Vega	0412-030783-0002J
11	Karina Vanessa Orozco Barros	001-110588-0012P.
12	Josi Daniel Galeano Cerna	001-210589-0039B-
13	Stallens Alberto Vazquez Mercado	001-251187-0047W.
14	Sey sell Anielka Quijano Hernandez	001-131191-0013M
15	Mudiel Absalon Dias ortiz	001-220794-0022M
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

Figura A-3

Segunda carta de solicitud de aprobación del "Proyecto de Aguas Servidas"

Managua 20 de enero de 2016.

Ingeniero
Ervin Enrique Barreda
Presidencia Ejecutiva
ENACAL
Sus Manos.

Estimado Ingeniero Barreda.

Reciba la muestra de consideración y estima por parte del Gabinete de la Familia Comunidad y Vida Barrio Marvin Marín ubicado En el Distrito III. Pista Suburbana Entrada a san Isidro Camino de Bola.

El motivo de la presente es con el fin de anexar una información a nuestra solicitud entregada a su oficina el día 06 de noviembre del año 2015. Dicha información es una carta Dirigida a SINAPRED. Haciendo mención del peligro que corremos en las 551 viviendas de nuestra comunidad. Que se encuentran en peligro de colapsar por tantas letrinas y nidos de zomposos por lo que solitamos a SINAPRED una inspección para poder resolver esta problemática.

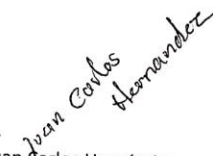
A la presente le anexamos copia de Carta Dirigida y recibida por SINAPRED.

Sin nada mas que agregar nos despedimos de usted deseando éxitos en sus labores diarias y en espera de una pronta y positiva repuesta de su parte para nuestra comunidad y anuentes a cualquier llamada.

Atentamente,


Domingo Sotelo
Secretario Político
Celular: 8380-3148




Juan Carlos Hernández
Coordinador Gabinete
Celular.: 8977-1744


Roger Trejos
Cartera Sinapred
Celular.:7826-1112


Milagros Treminio
Cartera Infraestructura
Celular.:8252-7846

Cc/archivo

CC/Milton Sandoval
Secretario Político D-III.

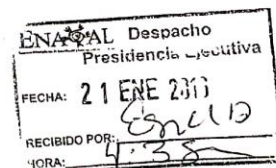


Figura A-4

Carta de solicitud de inspección al barrio dirigida al SINAPRED

Managua, 20 de enero 2016.

Co-Director
Doctor
Guillermo Gonzales
SINAPRED
Sus manos.

Estimado Doctor Gonzales.

Reciba la muestra de consideración y estima del Gabinete de la Familia Comunidad y Vida Barrio Marvin Marín ubicado En el Distrito III. Pista Suburbana Entrada a san Isidro Camino de Bola.


Nos dirigimos ante usted de manera escrita solicitando su valioso apoyo para con nuestra comunidad. El día 06 de noviembre del año 2015 nos presentamos ante ENACAL. De manera personal y escrita solicitando ser integrados en uno de sus proyectos de Aguas Servidas. Debido al peligro que corremos por la construcción de sumideros, letrinas y nidos realizados por zomposos y el deterioro de nuestras calles por lo que solicitamos se nos apoye con una inspección en nuestra comunidad y de esta manera encontrar una solución a nuestra problemática para poder vivir y descansar sin peligro alguno.

A esta solicitud le adjuntamos copia de carta de Solicitud ante ENACAL. De aguas Servidas con fecha del 06 de Noviembre del año 2015. Dos hojas con fotos y descripción del problema.

Sin nada mas que agregar nos despedimos deseando éxito en sus labores diarias y en espera de una pronta y positiva repuesta de su parte. Y anuentes a cualquier llamada.

Atentamente,


Domingo Sobelo
Secretario Político
Celular: 8380-3148


Roger Trejos
Cartera Sinapred
Celular.:7826-1112

Cc/archivo

Cc/Ingeniero Ervin Enrique Barreda
ENACAL PRESIDENCIA EJECUTIVA

CC/Milton Sandoval
Secretario Político D-III.



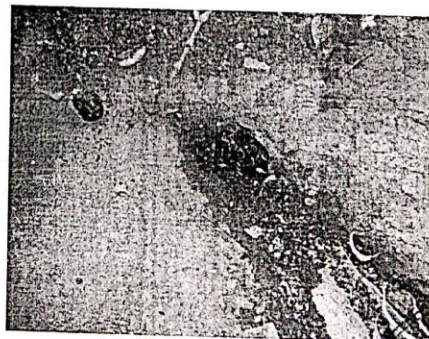
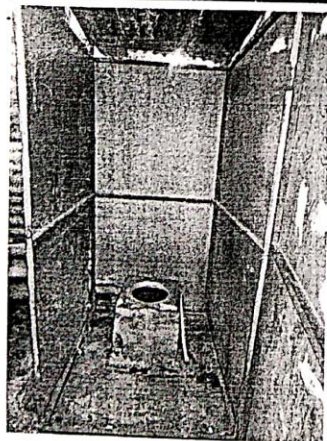
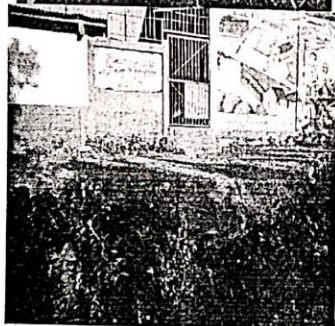
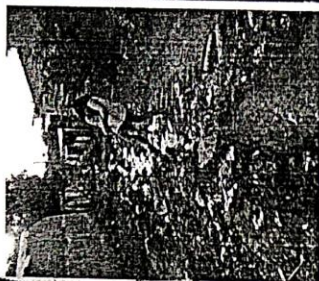
Juan Carlos Hernandez
Juan Carlos Hernández
Coordinador Gabinete
Celular.: 8977-1744

Milagros Tremín
Milagros Tremín
Cartera Infraestructura
Celular.:8252-7846

ENACAL Despacho Presidencia Ejecutiva	
FECHA: 21 ENE 2016	
RECIBIDO POR: <i>[Signature]</i>	
SIN RECIBIDO	
Por: <i>Luz Plana Postón</i>	
Fecha: <i>21/01/2016</i>	
Hora: <i>3:32 pm</i>	

Figura A-4 (continuación)

Carta de solicitud de inspección al barrio dirigida al SINAPRED



Estas son unas pocas fotos donde se puede observar el peligro en que nos encontramos en nuestra comunidad. Ya que al no contar con el servicio de Aguas servidas. Sean realizado en algunas viviendas sumideros que ahora están presentando peligros por mal estado uno de estos es el de el Colegio ubicado en nuestra comunidad. En algunas viviendas tienen Letrinas pero al no tener salida de agua han optado en ocupar los nidos de zompopos para la ubicación de aguas servidas. En otras viviendas por el crecimiento de familias han construido encima de los sumideros y nuestras calles en poco tiempo no podrán ser transitables.



Figura A-4 (continuación)

Carta de solicitud de inspección al barrio dirigida al SINAPRED

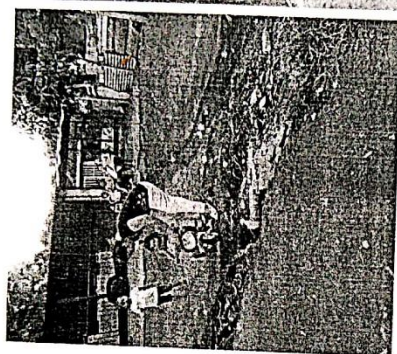


Figura A-5

Tercera carta de solicitud de aprobación del "Proyecto de Aguas Servidas"

Managua 14 de marzo de 2016.

Ingeniero
Ervin Enrique Barreda
Presidencia Ejecutiva
ENACAL
Su Despacho.

Estimado Licenciado Barreda.


Reciba la muestra de consideración y estima por parte del gabinete de Familia Comunidad y vida Barrio Marvin Marín y sector los Rodríguez. Ubicado en el Distrito III. Pista Sub urbana Entrada a San Isidro camino de Bola.

El motivo de la presente es con el fin de solicitar a usted de manera Escrita información acerca de nuestra solicitud del proyecto de Aguas Servidas solicitud que presentamos por escrito el día 06 de noviembre de 2015. Hacemos mención en la presente que aproximadamente entre 27 y 28 de enero de 2016, por parte de SINAPRED, Fuimos visitados en nuestra comunidad con el fin de realizar una inspección para observar la problemática y el peligro que se corre por la construcción de sumideros, letrinas y nidos de zompopos por la falta de proyecto de aguas servidas por lo que le solicitamos un repuesta a nuestra solicitud por lo que se están fluyendo falsa información a la población de que ya hay una aprobación que nosotros como representantes de la comunidad ante dichas instituciones no tenemos repuesta alguna de parte de usted como representante de dicha institución por lo que solicitamos se delegue a un personal de dicha institución para reunirnos y de esa manera darle a nuestra comunidad la repuesta indicada y correcta.

Anexamos a la presente copia de escritos de los movimientos realizados con referencia a solicitud de proyecto de aguas Servidas.

Sin nada mas que agregar nos despedimos deseando éxito en sus labores diarias y en espera de una pronta y positiva repuesta de su parte.



Domingo Sotelo
Secretario Político
Celular 8380-3148


Roger Trejos
Secretario de Organización y C. Sinapred
Celular 7826-1112

Cc/archivo
Cc/Guillermo González Sinapred
Cc/ Milton Sandoval Secretario político DIII

Cordialmente,




Juan Carlos Hernández
Coordinador del Gabinete
Celular 8977-1744


María Milagros Tremín
Cartera Infraestructura
Celular 8252-7846



Figura A-6

Cuarta carta de solicitud de aprobación del "Proyecto de Aguas Servidas"



Managua 12 de abril 2016

Lic. Ervin Barreda
Presidente ejecutivo ENACAL

Sus manos.

Lic. Barreda reciba los más sinceros saludos de parte del gabinete de familia comunidad y vida y tendido político del barrio Marvin Marín.

El motivo de dirigirnos a su persona nuevamente es para solicitar una respuesta del proyecto de aguas servidas o (aguas negras) solicitada formalmente el día 06 de noviembre del 2015 está extendida con copias a los departamentos de ENACAL: vicegerencia de operaciones, acueductos locales, catastro de usuario, gerencia comercial, y proyectos prasma. Luego de esto solicitamos inspección a la institución Sinapred el día 20 de enero del 2016, dirigido por el doctor Guillermo Gonzales y hicimos llegar copia a su despacho el mismo día.

En ambas cartas se señala la problemáticas y el peligro que corre el barrio con los sumideros y letrinas donde la población no tiene más espacio en sus terrenos para hacer nuevas; y criaderos de somposos que ya han hecho colapsar algunos de los antes mencionados. Hacemos de su conocimiento nuevamente que entre los días 28 y 29 de enero nos respondieron del Sinapred recibiendo la visita, para la inspección solicitada donde dio como resultado que es necesario el proyecto solicitado a la empresa que usted dirige.


El día 16 de marzo del 2016 nos volvimos a dirigir a su persona formalmente por escrito para hacer de su conocimiento la visita del Sinapred y solicitamos nuevamente respuesta a la solicitud, o la visita de algún representante de la empresa esto porque personas ajenas a este proceso han administrado información errada y negativas a la población.

Lastimosamente no hemos recibido ninguna respuesta hasta la fecha a ninguna de nuestras cartas, señalamos que la población en gran parte hizo arreglos de pago cumpliendo con el compromiso adquirido en la primera carta donde se anexaron firmas y números de cedula.

Le recuerdo compañero que como gabinete de familia estamos cumpliendo con lo mandatado por nuestro presidente comandante Daniel y compañera rosario murillo; de organizarnos como barrio y seguir por las vías correspondientes para las solicitudes a proyectos sociales para la población y así seguir conquistando victorias futuras.

Solicitamos nuevamente se delegue algún funcionario de la empresa para la revisión de nuestra solicitud y búsqueda de solución a la problemática.

Sin más que agregar nos despedimos de usted deseándole éxito en sus labores diarias y esperando una pronta y positiva respuesta de su parte para nuestra comunidad.

Atte. 
Juan Carlos Hernández
Coordinador de gabinete
Cel. 8977-1744


Domingo Sotelo
secretario político
Cel. 8380-3148


Milagro Treminio
cartera de infraestructura
Cel.8552-7846


Roger Trejos
Secretario de organización
Cel.7826-1112

C/c Archivo
C/c Milton Sandoval secretario político D III
C/c Secretaria Departamental
C/c Secretaria Nacional

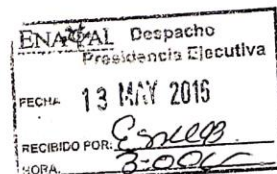
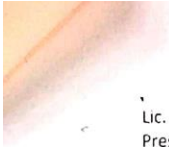


Figura A-7

Quinta carta de solicitud de aprobación del "Proyecto de Aguas Servidas"



Managua 04 de octubre de 2017

Lic. Ervin Enrique Barreda
Presidente Ejecutivo
ENACAL
Su despacho.

Estimado licenciado barreda.

Reciba la muestra de consideración y estima de parte del gabinete de familia comunidad y vida, estructura política y comunidad del barrio Marvin Marín y sector los Rodríguez ubicado en el distrito. III pista sub urbana entrada a san isidro de bola.

Nos dirigimos nuevamente a su persona de manera escrita para recordarle la solicitud de proyecto de aguas servida y alcantarillado sanitario que se hizo por este mismo medio el día 01 de noviembre del año 2015 cual fue firmada por la población de nuestro barrio, desde este tiempo hemos seguido el proceso ya que igual manera le hemos escrito en varias ocasiones, con fechas 20 de enero del 2016, 14 de marzo del 2016, está dándole a conocer que se solicitó al compañero Guillermo Gonzales director de SINAPRES una inspección en el barrio por problemáticas de inseguridad en las viviendas por ya no haber espacio para la construcción de letrinas y sumideros temiendo que cualquier vivienda colapse, el 12 de abril del 2016 nuevamente escribimos para conocer cómo iba nuestra solicitud y donde le dimos a conocer que no habíamos tenido ninguna respuesta de parte de ENACAL y solicitamos se delegara un funcionario para la revisión de nuestra solicitud no teniendo respuesta,

Lic. Barreda el 14 de diciembre del 2016 se le envió información donde dimos a conocer que nuestro barrio está conformado con 740 familias, 369 viviendas, dando un total de habitantes 2800 entre niños, adultos, ancianos y adolescentes también en este escrito se le reitero la visita de compañeros del sinapres donde se quedó claro la necesidad del proyecto, pero hasta la fecha no ha habido respuesta Lic. Le recordamos que la población se comprometió a arreglos de pago donde gran parte han cumplido, y no se ha visto interés de ENACAL a nuestra solicitud.

Le recuerdo compañero que como gabinete de familias y tendido político estamos cumpliendo con el mandato de nuestro presidente Daniel y compañera rosario; de organizarnos como barrio y seguir por las vías correspondientes para las solicitudes de proyectos sociales para la población y así seguir compañero cosechando más victorias.

Lic. Barreda este escrito es para recordarle que seguiremos gestionando esta solicitud hasta ver respuesta positiva y que se nos tome en cuenta en futuros proyectos sociales que ENACAL vaya a iniciar.

Sin más que agregar nos despedimos de usted deseándole éxito en sus labores diarias y esperando una pronta y positiva respuesta de su parte para nuestra comunidad.

Atte. 
Domingo Soto
secretario político
Cel.8380-3148


Juan Carlos Hernández
coordinador de gabinete
Cel. 8977-1744


Milagro Frennino
coordinadora de infraestructura
Cel. 8552-7846

C/c Milton Sandoval secretario político D III
C/c Secretaria departamental
C/c Secretaria Nacional

RECIBIDO
Por: <i>La Pluma R</i>
Fecha: <i>18/10/2017</i>
Hora: <i>3:27 pm</i>



18/10/17
9:25 am
Karin

Figura A-8

Sexta carta de solicitud de aprobación del "Proyecto de Aguas Servidas"

Managua 05 de marzo de 2018

Lic. Ervin Barreda
Presidente ejecutivo ENACAL
Sus manos

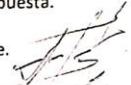
Lic. Barreda reciba los más sinceros saludos de parte del gabinete de familia comunidad y vida y tendido barrio Marvin Marín.


El motivo de dirigirnos a su persona a su persona nuevamente es para solicitar respuesta del proyecto de aguas servidas (aguas negras) solicitada formalmente el día 06 de noviembre del año 2015 esta extendida con copias a los departamentos de ENACAL vice gerencia de operaciones, acueductos locales, catastro de usuarios, gerencia comercial, y proyectos prasma. Luego de esto solicitamos inspección ala institución del sinapred el día 20 de enero del 2016 dirigido por el doctor Guillermo González y se hizo llegar copia a su despacho el mismo día en ambas cartas se señala la problemática y el peligro que corre nuestro barrio y comunidad con los sumidero y letrinas donde la población no tiene más espacio en sus terrenos para hacer nuevas y los creaderos de sompopo ya han hecho colapsar algunos antes mencionados ,hacemos de su conocimiento nuevamente que el día 29 de enero del año 2016 nos respondieron del sinapred, dónde recibimos la visita de compañeros inspectores dando como resultado que es necesario el proyecto solicitado a la empresa que usted dirige.


Lastimosamente no hemos recibido ninguna respuesta hasta la fecha a ninguna de nuestras cartas, señalamos que la población en gran parte hizo arreglos de pago cumpliendo con el compromiso adquirido en la primera carta donde se anexaron firmas y números de cedula, cabe señalar que ya se han instalado medidores de agua en varios sectores del barrio por lo cual nos da esperanza que este proyecto sea una realidad. Le recuerdo compañero que como gabinete de familia estamos cumpliendo con lo mandatado por nuestro presidente Daniel y compañera vicepresidenta rosario; de organizarnos como barrio y seguir por las vías correspondientes para solicitudes de proyectos sociales para la población y así seguir conquistando victorias futuras. Anexamos a este escrito copia de archivo de toda la gestión hecha para el proyecto y firmas en protocolo por parte de los pobladores de la comunidad apoyando dicha petición.


Sin nada más que agregar nos despedimos deseando éxito en sus labores diarias y en espera de una pronta respuesta.


Atte.


Domingo Sotelo
Secretario político
Cel. 83803148


Milagros Trejino
gabinete de familia infraestructura
Cel. 82527846


Juan Carlos Hernández
coordinador de gabinete
Cel. 89771744


Roger Antonio Trejos
Secretario de Organización
Cel. 83731480


Leydi Juárez Gutiérrez
gabinete de familia salud
Cel. 89622031

C/c Milton Sandoval Secretario político distrito III



*Bl. 312
A. 4000
L. 1000*

Anexo B. Ayuda memorias de reuniones

Se presentan, a continuación, en orden cronológico ascendente, las ayudas memorias de las reuniones realizadas durante el desarrollo del trabajo monográfico. Cada uno de estos documentos contienen información sobre la fecha, hora de inicio y de fin, y el punto de encuentro fijado para la reunión; el objeto de la misma; la agenda; los partícipes de la reunión; el desarrollo de esta; y fotos tomadas a manera de evidencia.

En vista de lo anterior, las reuniones realizadas fueron las siguientes:

Primera reunión: Delimitación del área objeto de estudio (página B:II).

Segunda reunión: Inicio del levantamiento topográfico (página B:IX).

2.1. Primera reunión: Delimitación del área objeto de estudio

Fecha: Miércoles 24 de junio del 2020.

Hora de inicio: 09:30 a.m.

Hora de fin: 10:30 a.m.

Lugar: Casa del Sr. Domingo Sotelo, Barrio Marvin Marín.

Objeto:

Se realizó la primera visita al Barrio Marvin Marín, situado en el Distrito III-1 (o Distrito 3.1) de la ciudad de Managua, con el propósito de abordar, en conjunto con los representantes políticos del barrio y la ENACAL, la problemática en materia de saneamiento de la población, los límites territoriales del barrio, y su configuración interna.

Agenda:

1. Problemática general de los habitantes del barrio en lo que respecta a la carencia de un alcantarillado sanitario.
2. Delimitación del barrio.
3. Distribución interna del barrio, por sectores y manzanas.

Asistentes:

- Domingo Sotelo (líder político del barrio);
- Olga Murillo (miembro de Brigada y Salud);
- Brenda Téllez Rodríguez (segunda política del barrio, representante del Sector “Los Rodríguez”);
- Juan Carlos Hernández (representante de Organización);
- María Milagros Treminio (segunda política del barrio, representante del Sector “Marvin Marín”);
- Lic. Fabiola Salinas (licenciada en desarrollo rural; ayudante para la aplicación de boleta catastral y encuesta socioeconómica).

- Ing. Peter Miranda (Ingeniero técnico del departamento de Alcantarillado Sanitario de ENACAL); y
- Ing. Juan Silva (Ingeniero supervisor del departamento de Alcantarillado Sanitario de ENACAL).

Desarrollo:

1. El Sr. Domingo Sotelo evidencia que, desde el año 2015 han elaborado y enviado cartas a la ENACAL y el SINAPRED en donde manifiestan la preocupación de los pobladores hacia la situación sanitaria del barrio, y la urgencia de contar con un sistema de alcantarillado sanitario (ver Anexo A).
2. Debido a que las viviendas son multifamiliares, se carece de espacio libre en ellas, por lo que, muchas familias se han visto forzadas en construir sus sistemas de disposición de aguas residuales dentro de sus viviendas, como en cuartos de habitación (caso de la Sra. María Milagros Treminio, cuyo cuarto se encuentra justamente encima del sumidero de su familia).
3. Dentro de los sistemas de disposición de aguas residuales utilizados por las familias del barrio, mencionados por el Sr. Domingo Sotelo, se encuentran los sumideros y las letrinas.
4. Los representantes del barrio describen que la carencia de un sistema de alcantarillado sanitario en el Barrio Marvin Marín ha causado diversos problemas en la población y representan constantes temores para las familias que lo conforman; puesto que, en los últimos años, varios de los sumideros y letrinas se han venido socavando, mientras que otros han colapsado. Como ejemplo, mencionaron los siguientes:
 - En una ocasión, una letrina se hundió después que fuese utilizada por una niña.

- Al regresar a casa, una familia se encontró con una sorpresa: Un hoyo que evidenciaba el colapso de su sumidero.
 - Recientemente, el sumidero de la escuela a la cual asisten varios niños, y que se encuentra ubicado en frente al portón de esta, está empezando a socavarse.
5. Una vez abordada la problemática y constante preocupación de los habitantes del barrio, se les proporcionó un mapa (elaborado con Google Earth) al Ing. Peter Miranda, funcionario de ENACAL, y al Sr. Domingo Sotelo, líder del barrio, en el cual se presentaba la delimitación efectuada del barrio; siendo esta aprobada por el Sr. Domingo Sotelo.
6. Delimitado correctamente el barrio, se conoció la división política interna del mismo, estando conformada por dos sectores, conocidos como “Los Rodríguez” y “Marvin Marín”; y a su vez, por un total de 17 manzanas, ordenadas alfabéticamente.
7. Posteriormente, se realizó un recorrido general por el barrio, en el cual se evidenció el curso de las aguas residuales en las calles y avenidas (ver Figuras B-2, B-3, B-4, B-5 y B-6).
8. Finalmente, se identificaron dos posibles sitios de interconexión a la red de alcantarillado sanitario municipal:
- Un PVS situado a mano izquierda después del puente peatonal que limita al Barrio Marvin Marín del Barrio San Judas, sector sur; y,
 - Un PVS situado al atravesar el puente de San Judas, en la Pista Suburbana.

Fotografías de la reunión:

Se presentan a continuación las fotografías tomadas durante la reunión, que evidencian la presencia de los participantes y la situación sanitaria del barrio.

Figura B-1

Algunos partícipes de la 1^{era} reunión



Nota. De izq. a der.: Juan Carlos Hernández, María Milagros Treminio, Domingo Sotelo, Lic. Fabiola Salinas, y Brenda Téllez.



Nota. De izq. a der.: Ing. Peter Miranda, Ing. Juan Silva, Juan Carlos Hernández, María Milagros Treminio, y Domingo Sotelo.

Figura B-2

Situación uno de las aguas residuales en las calles del barrio



Nota. Nótese el desagüe de las aguas residuales.



Figura B-3

Situación dos de las aguas residuales en las calles del barrio



Figura B-4

Situación tres de las aguas residuales en las calles del barrio



Figura B-5

Situación cuatro de las aguas residuales en las calles del barrio



Nota. Nótese el desagüe de las aguas residuales.



Nota. Nótese el desagüe de las aguas residuales.



Nota. Nótese la espuma (lo blanco).



Nota. Nótese la espuma (lo blanco).

Figura B-6

Situación cinco de las aguas residuales en las calles del barrio



Nota. Nótese la espuma (lo blanco).



Nota. Nótese la espuma (lo blanco).



Nota. Nótese la espuma (lo blanco).

2.2. Segunda reunión: Inicio del levantamiento topográfico

Fecha: Miércoles 08 de julio del 2020.

Hora de inicio: 09:30 a.m.

Hora de fin: 11:00 a.m.

Lugar: Barrio Marvin Marín.

Objeto:

Se realizó la segunda visita al Barrio Marvin Marín con el propósito de dar inicio al levantamiento topográfico del barrio, con la colocación de los BMs en presencia de los representantes políticos del barrio.

Agenda:

1. Explicar el propósito de los BMs a los líderes políticos.
2. Colocar los BMs de la poligonal auxiliar proyectada, en puntos estratégicos.

Asistentes:

- Domingo Sotelo (líder político del barrio);
- María Elizabeth Medrano (miembro de Comunicación);
- Sergio Ramón Dávila (miembro de Movimiento Comunal);
- Verónica Cuadras (líder política del Sector “Los Rodríguez”);
- Brenda Téllez Rodríguez (segunda política del barrio, representante del Sector “Los Rodríguez”); y
- Cuadrilla topográfica.

Desarrollo:

1. Se les informó a los líderes comunales presentes, el propósito de la instalación de estos elementos: Servir como punto de referenciación planialtimétricas (control horizontal y vertical) para la etapa topográfica y constructiva del proyecto. Debido a ello, se les pidió a los líderes comunales

la máxima protección posible de estos elementos; petición a la cual ellos accedieron.

2. Se colocaron un total de 10 mojones de concreto cilíndrico, de 15 cm de diámetro, por 50 cm de longitud, cada uno con un perno al centro de 12 mm de diámetro y 15 cm de longitud, pintados en color “amarillo tráfico”; en puntos estratégicos en el barrio, que servirán de BMs para el levantamiento topográfico (ver Figura B-8, Figura B-9, y Figura B-10).
3. El Sr. Domingo Sotelo informó sobre las dimensiones promedio de los lotes del barrio, siendo estos entre 200 vrs² y 300 vrs².
4. Se evidenció, nuevamente, la situación del rebalse de aguas servidas en las calles.

Fotos:

Se presentan a continuación las fotografías tomadas en la reunión, que incluyen fotos de los participantes, fotos de los primeros tres BMs colocados en el barrio, y, nuevamente, fotos que evidencian la situación del rebalse de aguas residuales en las calles del barrio.

Las fichas de cada uno de los BMs se encuentran en Anexo G. Levantamiento topográfico.

Figura B-7

Algunos partícipes de la 2^{da} reunión



Nota. De izq. a der.: María Elizabeth Medrano, Sergio Ramón Dávila, Verónica Cuadras, Brenda Téllez Rodríguez, y poblador de la comunidad al que le fue asignado el cuidado del BM-5.

Nota. De izq. a der.: Brenda Téllez Rodríguez, María Elizabeth Medrano, Sergio Ramón Dávila, Domingo Sotelo, y Juan Carlos Sequeira de la cuadrilla de topografía.

Figura B-8

Instalación del BM-6

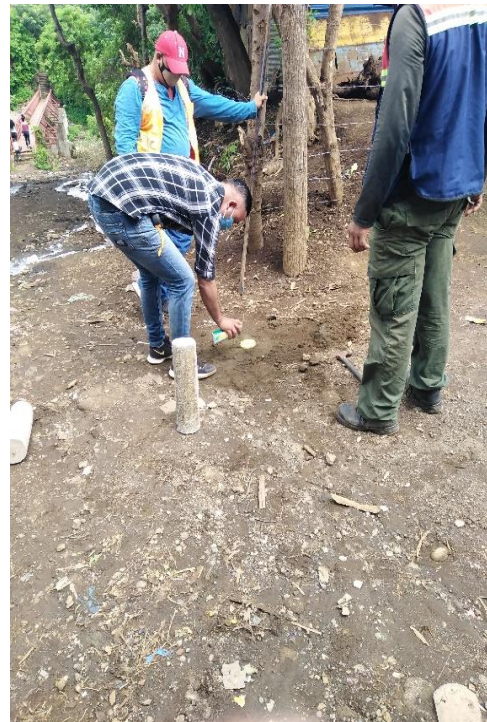


Figura B-9
Instalación del BM-5



Figura B-10
Instalación del BM-3



Figura B-11

Situación del rebalse de aguas residuales en las calles



Nota. Nótese la tubería utilizada para evacuación de las aguas residuales.



Nota. Extensión de las aguas evacuadas de la anterior fotografía.



Nota. Nótese la tubería utilizada para evacuación de las aguas residuales, y la extensión de esta.



Nota. Nótese la tubería utilizada para evacuación de las aguas residuales.



Nota. Extensión uno de las aguas evacuadas presentadas en la anterior fotografía.



Nota. Extensión dos de las aguas evacuadas presentadas en la anterior fotografía.

**Anexo C. Boleta catastral aplicada para el conteo de viviendas,
proporcionada por la ENACAL**

Figura C-1

Boleta catastral aplicada para el conteo de viviendas

ENACAL		Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados				Programa Actualización del Catastro de Usuario Enacal		Gobierno de Reconstrucción y Unidad Nacional		
[Una empresa del Pueblo!]		Catastro de Vivienda				Boleta Catastral		El Pueblo, Presidente!		
DATOS CATASTRALES DE UBICACIÓN DE LA PROPIEDAD										
1	Zona / Barrio	I	II	III	IV	V				
2	Código	3	No. De Manzana	4	No. Predio					
5	Barrio				6	Calle				
7	Depto/Filial				8	Municipio/Ciudad				
Nombre del Usuario del Servicio										
9	1er Nombre				11	1er Apellido				
10	2do Nombre				12	2do Apellido				
13	Cantidad de Habitantes en la vivienda									
DATOS DEL TERRENO O DEL INMUEBLE										
14	Situación del Predio o del Inmueble									
Ocupado hay Gente		1	Desocupado en Buen Estado		4	Predio Baldío		7		
Ocupado No hay Gente		2	Demoída		5	Plaza Pública o Parque		8		
En Construcción		3	Venta o Alquiler		6					
DATOS DEL INMUEBLE										
15	Economía				16	Tiene Electricidad	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Asentamiento		1	Residencial		4					
Urbanización Social		2	Comercial		5					
Domiciliar		3	Industrial		6					
Sector Público				7						
17	Nombre del Local									
18	Actividad Comercial									
USO Y ABASTECIMIENTO DEL AGUA										
19	De que forma se abastece de agua el predio									
Red de ENACAL		1	Camión, Cisterna o Pipa		4					
Pozo Propio		2	Acarreo desde Fuente Pública		5					
Abastecimiento del Vecino		3	Otra Especificar		6					
DATOS DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO SANITARIO										
20	Pasa la red de A/S de Enacal frente a su predio (Verificar) (SELECCIONAR)				Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	2	
21	De que forma dispone las aguas servidas del predio (Leer y Verificar) (SELECCIONAR)									
Conexión a la red de AS de Enacal		1	Red particular, planta de tratamiento		5					
Pozo Negro o Sumidero		2	No genera AS		6					
Letrina o Vertido a vía pública o curso de agua		3	Pila Séptica		7					
Cauce		4	Otras (Especificar)		8					
DATOS TÉCNICOS DE LA MICROMEDICIÓN DE AGUA POTABLE PARA LOS CONECTADOS A ENACAL CLIENTES REGISTRADOS O NO, SERVICIOS EN USO O CORTADOS										
22	Estado de la Conexión (SELECCIONAR)				23	Estado de la Caja de Protección del Medidor (RU) (SELECCIONAR)				
Con Medidor en buen estado		1	Con tapa de la caja		1					
Con Medidor en mal estado		2	Mal estado o sin tapa		2					
Servicio Directo		3	No tiene		3					
DATOS DE GEOREFERENCIA										
22	COORDENADAS		X:							
			Y:							
24	OBSERVACION									
Fecha					Nombre del Entrevistador					

Nota. Fuente: ENACAL. (s.f.).

**Anexo D. Formulario de la encuesta socioeconómica aplicada,
proporcionada por la ENACAL**

A. Identificación

Barrio: _____

Calle: _____

No.: _____

A.1. Identificación del servicio de agua potable

¿De dónde obtienen ustedes habitualmente el agua que utilizan para uso doméstico?

1 Conectado a red de agua potable (solicitar factura de agua potable y anotar):

No. de cuenta: _____

Cantidad de agua consumida: (m³/mes) _____

Monto de agua potable: C\$/mes _____

2 La acarrear:

Cantidad de agua consumida: (m³/mes) _____

Monto de agua potable: C\$/mes _____

A.2. Identificación del servicio de alcantarillado sanitario

¿Cómo se eliminan las aguas servidas de esta vivienda?

1 Conectado a red de alcantarillado sanitario (solicitar factura de agua potable y anotar):

No. de cuenta: _____

Monto de alcantarillado: C\$/mes _____

2 Tanque séptico:

B. Tipo de vivienda

- 1 Casa o villa unifamiliar
- 2 Departamento
- 3 Cuarto en casa de inquilinato

C. Servicios de la vivienda

C.1. Servicios de la vivienda

- 1 Agua potable
- 2 Disposición de aguas servidas
- 3 Recolección de basura

C.2. ¿Cómo se eliminan las aguas servidas de esta vivienda?

- 1 Conectado a red de alcantarillado
- 2 Tanque séptico
- 3 Pozo ciego
- 4 Evacuan a quebrada
- 5 Otro _____

C.3. ¿De dónde obtienen ustedes habitualmente el agua que utilizan para uso doméstico?

- 1 Conexión domiciliaria
- 2 La acarrean
- 3 La compran
- 4 Pozo propio
- 5 Otros _____

D. Percepción de los problemas de saneamiento

D.1. De los siguientes problemas que voy a leerle, y que se relacionan con el abastecimiento de agua potable, ¿cómo cree usted que afectan a los habitantes de este barrio? (leer cada uno y anotar)

Falta de higiene personal	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Enfermedades relacionadas con la falta de agua	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Alto costo para adquirir el agua	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Incomodidad general	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Baja calidad de vida	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Mal olor por aguas servidas	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Inundaciones en viviendas y calles	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Moscas y mosquitos	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Rebalse de aguas servidas en las calles	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Acumulación de basura en Acequias y ríos	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Erosión o lavado de terrenos	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR
Derrumbes de terrenos	1	<input type="checkbox"/>	Mucho	2	<input type="checkbox"/>	Poco	3	<input type="checkbox"/>	Nada	4	<input type="checkbox"/>	NS/NR

D.2. De todos estos problemas, ¿cuál considera usted que es el que más afecta a este barrio? _____

D.3. ¿En los últimos doce meses ha habido casos entre los integrantes de su familia de algunas de las siguientes enfermedades?

1 Fiebre tifoidea

- 2 Diarrea
- 3 Cólera
- 4 Trastornos digestivos
- 5 Parásitos intestinales
- 6 Hepatitis infecciosa
- 7 Otras (especificar): _____

D.4. Para que se resuelvan estos problemas de saneamiento y de salud de la población, usted está:

- 1 Muy interesado
- 2 Interesado
- 3 Poco interesado
- 4 Sin interés
- 5 NS/NR

D.5. (Solo para los que no están conectados a la red de agua potable) Si frente a su casa pasará la red pública de agua potable, ¿estaría dispuesto a conectarse a dicho sistema?

- 1 Sí
- 2 No
- 3 Depende. ¿De qué? _____

D.6. (Solo para los que no están conectados a la red de alcantarillado) Si frente a su casa pasará la red pública de alcantarillado, ¿estaría usted dispuesto a conectarse a dicho sistema?

- 1 Sí
- 2 No
- 3 Depende. ¿De qué? _____

D.7. ¿Cuánto paga mensualmente de luz? C\$ _____

D.8. ¿Cuánto paga mensualmente de agua potable? C\$ _____

E. Características familiares

E.1. Grado de instrucción del jefe de familia (estudios cursados):

- | | | |
|---|--------------------------|-----------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Ninguno |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Primario incompleto |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Primario completo |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Secundario incompleto |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Secundario completo |
| 6 | <input type="checkbox"/> | Técnico |
| 7 | <input type="checkbox"/> | Superior incompleto |
| 8 | <input type="checkbox"/> | Superior completo |

E.2. ¿Cuántas personas viven en esta casa? _____

E.3. De estas personas, ¿cuántas tienen algún tipo de ingreso? _____

E.4. ¿Cuáles de las siguientes actividades son las principales del jefe de familia y otros miembros que tienen ingresos?

- | | | |
|----|--------------------------|-----------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | Industria |
| 2 | <input type="checkbox"/> | Construcción |
| 3 | <input type="checkbox"/> | Comercio |
| 4 | <input type="checkbox"/> | Agricultura y afines |
| 5 | <input type="checkbox"/> | Minería |
| 6 | <input type="checkbox"/> | Transporte |
| 7 | <input type="checkbox"/> | Profesional o Técnica |
| 8 | <input type="checkbox"/> | Docencia |
| 9 | <input type="checkbox"/> | Empleo Público |
| 10 | <input type="checkbox"/> | Servicio Doméstico |

11 Otro (especificar) _____

E.5. ¿Cuáles fueron los ingresos de la familia el mes pasado?

Persona 1: C\$ _____

Persona 2: C\$ _____

Persona 3: C\$ _____

Persona 4: C\$ _____

Persona 5: C\$ _____

Persona 6: C\$ _____

Otros Ingresos (explicar): C\$ _____

F. Características del entrevistado

F.1. Edad del entrevistado: _____

F.2. ¿Cuál es su relación con el jefe de familia?

- 1 Jefe de familia
- 2 Esposa/o
- 3 Hija/o
- 4 Madre
- 5 Padre
- 6 Otro: _____

G. Información mediante observación

G.1. Sexo del entrevistado:

- 1 Masculino
- 2 Femenino

G.2. Tipo de pavimento de la calle donde se ubica la vivienda:

- 1 Tierra
- 2 Piedra
- 3 Asfalto
- 4 Cemento
- 5 Otro: _____

Observaciones:

Entrevistador: _____

Fecha: _____ **Hora:** _____ am/pm

Supervisor: _____

Fecha: _____

Anexo E. Resultados de la boleta catastral

Se aplicó la boleta catastral de ENACAL para el conteo de viviendas (Anexo C), a un universo conformado por un total de 360 bienes inmuebles distribuidos en dos sectores y 17 manzanas en el barrio objeto de estudio. A continuación, se presentan los resultados de esta.

5.1. Datos catastrales de ubicación

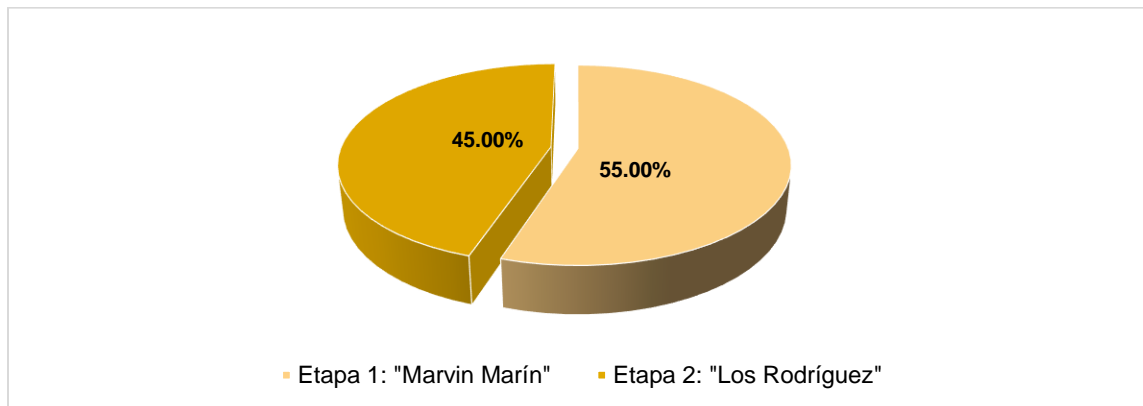
5.1.1. Concentración de predios por sectores

El 55 % de los predios contabilizados en el barrio objeto de estudio se concentran en el sector denominado “Etapa 1” o “Sector Marvin Marín” (ver Figura E-1). A su vez, este sector está constituido por un total de 11 de las 17 manzanas que conforman el barrio, siendo estas las manzanas A, B, C, D, E, F, G, H, I, J y N.

El restante 45 % de los bienes inmuebles se encuentran concentrados en el Sector denominado “Etapa 2”, comúnmente conocido por los pobladores del barrio como Sector “Los Rodríguez” (ver Figura E-1). A su vez, este está constituido por un total de 6 de las 17 manzanas que conforman el barrio, siendo estas las manzanas K, L, M, O, P y Q.

Figura E-1

Concentración de predios por sector



Estos datos permiten identificar la distribución y concentración de los grupos de viviendas en el barrio objeto de estudio para la aplicación de la encuesta socioeconómica (ver Anexo F).

5.1.2. Concentración de predios por manzanas

El 41.39 % de los predios del Barrio Marvin Marín está conformado por una distribución media de 18 predios por manzana, y se encuentran concentrados en las manzanas B, D, E, G, H, I, L y M, siendo las manzanas D, E y G las que poseen la mayor concentración (5.83 % cada una)

En cambio, el 24.72 % del total de predios contabilizados se concentra en las manzanas P y Q, cuyas distribuciones representan el 12.78 % (con 46 predios por manzana) y 11.94 % (con 43 predios por manzana) de la distribución total de los predios en el barrio, respectivamente.

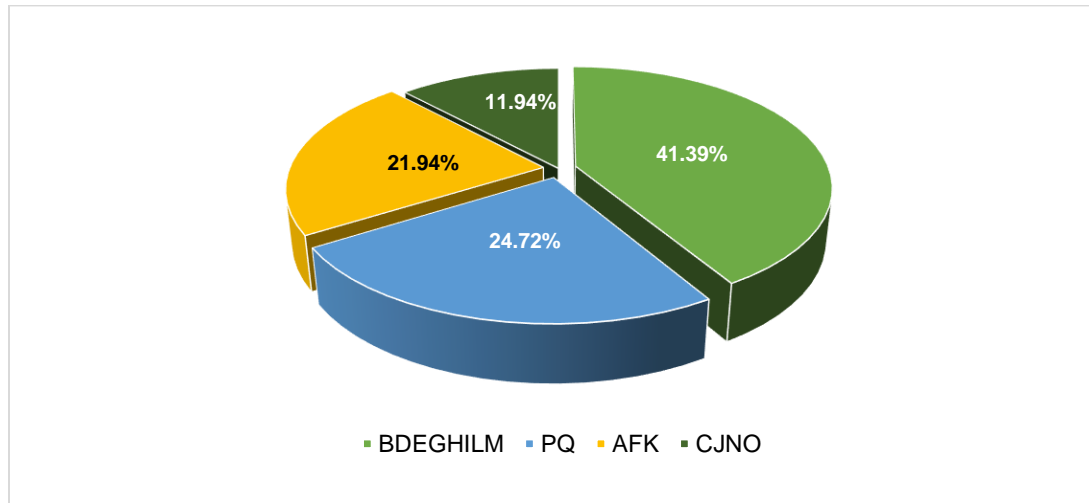
Similarmente, el 21.94 % de los predios del barrio está conformado por una distribución de 28 predios por manzana, 26 predios por manzana y 25 predios por manzana, concentrándose en las manzanas A (7.78 %), F (7.22 %) y K (6.94 %), respectivamente.

Por otro lado, apenas el 11.94 % de los bienes inmuebles del barrio se concentran en las manzanas C, J, N y O; grupos constituidos por una media de 11 predios por manzana.

En la Figura E-2 se observa la distribución de los predios, bienes inmuebles y grupos de viviendas por manzanas. Adicionalmente, en la Figura E-10 se muestra la configuración empleada para los predios, bienes inmuebles y grupos de viviendas del barrio objeto de estudio; información utilizada para la selección aleatoria de las viviendas que conformaron la muestra de la encuesta económica (Anexo F).

Figura E-2

Concentración de predios por manzana



5.2. Datos del terreno o del inmueble

5.2.1. Situación del predio o del inmueble

El 89.44 % de los bienes inmuebles se encontraban ocupados al momento de la aplicación de la boleta catastral, resultando en un total de 322 bienes inmuebles habitados en el barrio. De estos, en el 86.11 % (310 bienes inmuebles) se contaba con la presencia de gente al momento de la aplicación del instrumento.

Por otro lado, un 3.61 % de los bienes inmuebles corresponde a predios baldíos; un 3.06 %, son inmuebles demolidos o desocupados y en buen estado; y un 1.94 % se encuentran en construcción, en venta o alquiler. Finalmente, el 1.94 % restante corresponde a los sectores públicos (“plazas públicas y parques”), como iglesias, parques, centros de salud, casa comunal, etc. (ver Figura E-3).

5.2.2. Economía del inmueble

El 97.40 % de los inmuebles del barrio objeto de estudio se categorizan como inmuebles domiciliarios, resultando en un total de 337 viviendas domiciliarias en el barrio.

Por otro lado, el 2.02 % de los inmuebles corresponden a sectores públicos, como parques, escuelas, centros de salud e iglesias; y apenas el 0.58 %, al sector comercial, como empresas de servicios, y al sector industrial, como empresas de maquinaria (ver Figura E-4).

Figura E-3

Situación del predio o del inmueble

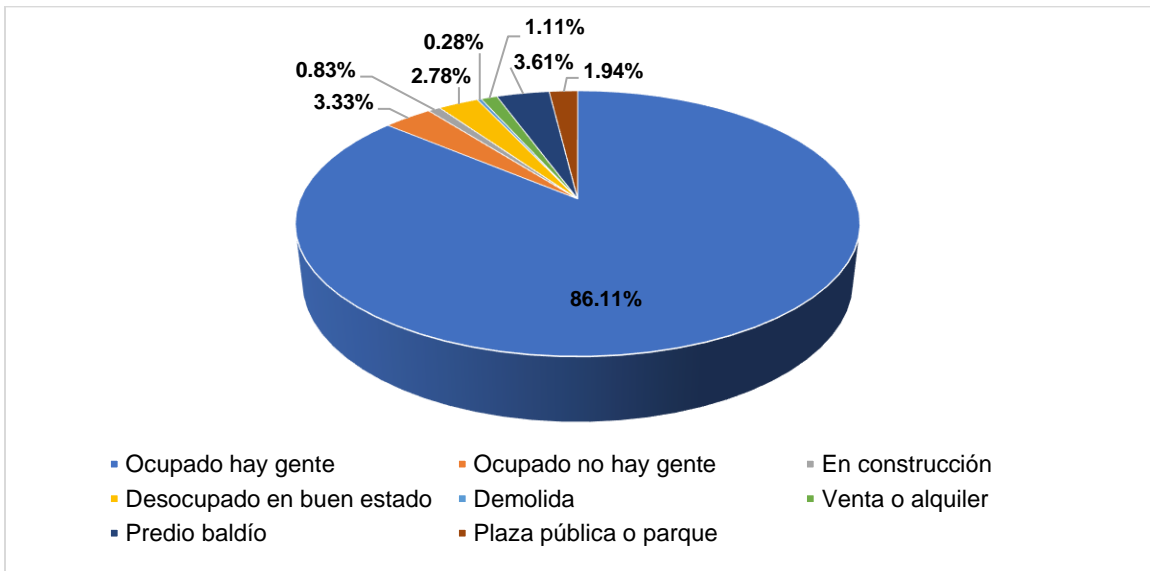
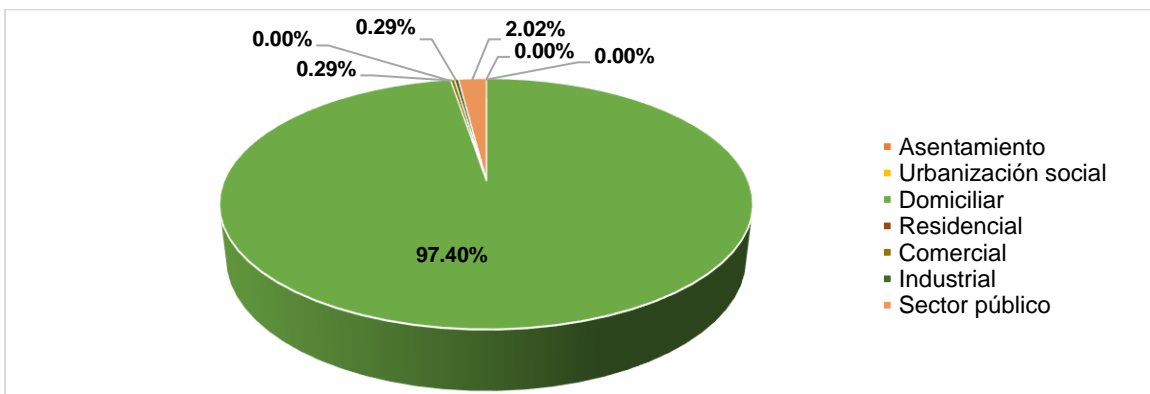


Figura E-4

Economía del inmueble



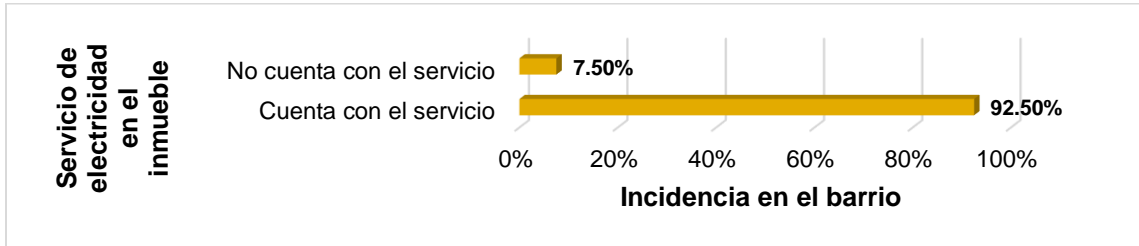
Nota. Los porcentajes están en base a un total de 346 bienes inmuebles, al no considerar para este análisis la vivienda demolida y los 13 predios baldíos.

5.2.3. Servicio de electricidad del inmueble

En lo que respecta al servicio de energía eléctrica, el 92.76 % de los bienes inmuebles del barrio cuenta con este servicio (ver Figura E-5).

Figura E-5

Servicio de electricidad en el inmueble



5.2.4. Actividad comercial del inmueble

Entre las actividades comerciales principales ejercidas por la población, destacan las lubricantes, las empresas de acerillo y las de transporte (ver Tabla E-1). Estos locales son conocidos por la población de estudio por nombres variados, tales como: “Lubricante La Pista”, “Empresa de acerillo”, y “Cargo Trans”.

Tabla E-1

Actividad comercial del inmueble

Actividad comercial del inmueble	Valor de frecuencia	Porcentaje
Lubricante	1	33.33%
Empresa de acerillo	1	33.33%
Empresa de transporte	1	33.33%
Total	3	100%

Por otro lado, se destaca una ligera actividad comercial ejercidas por la población dentro de sus viviendas, tales como venta de hielo, refrescos naturales, meneítos, gaseosas, helados, ventas de recargas móviles, pulperías, venta de frijoles, tortillerías, pequeñas ventas de comida y pequeñas ventas de ropa.

5.2.5. Cantidad de habitantes en el predio, inmueble o vivienda

De las viviendas que contaban con la presencia de los residentes al momento de la aplicación de la boleta catastral, se levantó la información referente a la cantidad de habitantes en el predio, inmueble o vivienda, resultando en la siguiente configuración:

- 1) En el 33.89 % de las viviendas habitan entre 1 y 4 personas;
- 2) En el 41.11 % de las viviendas habitan entre 5 y 9 personas;
- 3) En el 6.67 % de las viviendas habitan entre 10 y 13 personas;
- 4) En el 3.33 % de las viviendas habitan entre 14 y 18 personas;
- 5) En el 0.28 % de las viviendas habitan entre 19 y 22 personas; y,
- 6) En el 0.83 % de las viviendas, los habitantes no respondieron esta pregunta.

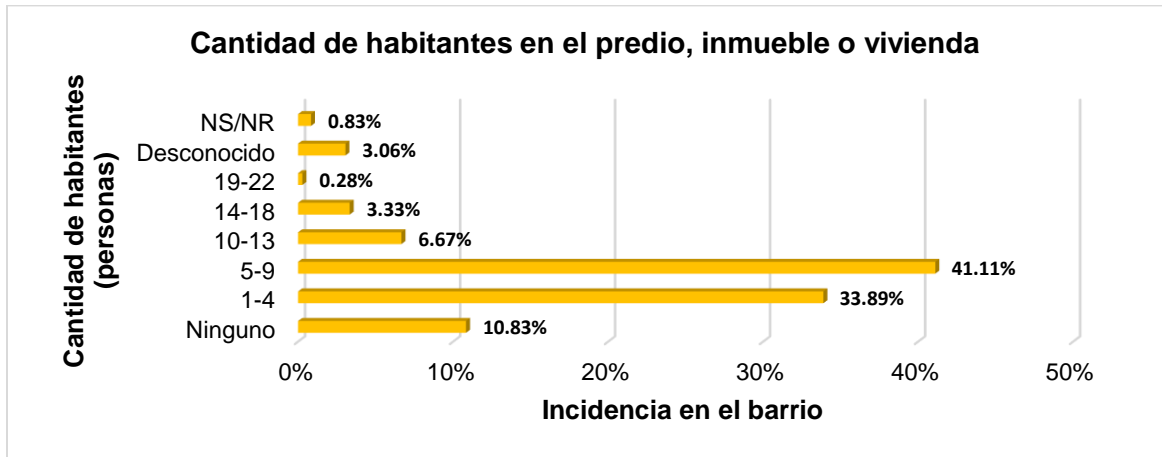
Esta información brinda un estimado de la población actual residente en el barrio objeto de estudio, siendo este de 1,809 habitantes, incluyendo únicamente las viviendas ocupadas con gente al momento de la visita.

En cambio, en el 3.06% de las viviendas, se desconoce la cantidad de personas que la habitan, al encontrarse estas sin gente al momento de la visita. Por otro lado, en el 10.83 % de los predios y bienes inmuebles no habita ninguna persona al tratarse de empresas, sectores públicos, viviendas que se encuentran en venta o alquiler, demolidas, desocupadas, en construcción o predios baldíos. Debido a ello, la población para estos predios baldíos y grupos de viviendas serán determinados haciendo uso del índice poblacional.

Los resultados de esta pregunta se muestran en la Figura E-6.

Figura E-6

Habitantes en el predio, inmueble o vivienda



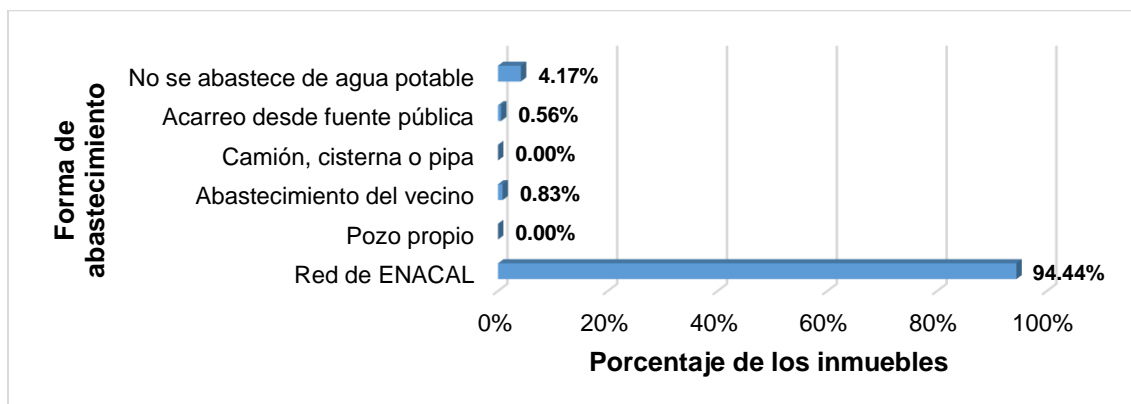
5.3. Información de agua potable en el predio

5.3.1. Forma de abastecimiento de agua potable en el predio

Dentro de las formas de abastecimiento de agua potable en los predios, el 94.44 % de la población expresa que se abastece conectado a la red de agua potable administrada por la ENACAL. Un 1.39 % la obtiene mediante otros medios, tales como el abastecimiento por parte del vecino y el acarreo desde fuente pública. El 4.17 % restante no se abastece de agua potable (ver Figura E-7).

Figura E-7

Forma de abastecimiento de agua potable en el predio



5.3.2. Datos técnicos de la micro medición de agua potable

En esta sección se expone la información recopilada tras la observación de los medidores de agua potable para los conectados a ENACAL, clientes registrados o no registrados, y servicios en uso o cortados.

5.3.2.1. Estado de conexión

El 84.72 % de los bienes inmuebles tienen servicio directo al agua potable. Únicamente en el 10.28 % de los inmuebles se utilizan medidores, de los cuales el 10 % se encuentra en buen estado (ver Tabla E-2).

Tabla E-2

Estado de la conexión

Estado de conexión	Valor de frecuencia	Porcentaje
Con medidor en buen estado	36	10.00%
Con medidor en mal estado	1	0.28%
Servicio directo	305	84.72%
No tiene ninguno de los anteriores ^a	18	5.00%
Total	360	100%

^a Debido a que no se abastece de agua potable.

5.3.2.2. Estado de la caja de protección del medidor (RU)

De los bienes inmuebles que poseen medidores, el 3.33 % de estos conservan la tapa de la caja de protección; mientras que el 6.94 % están en mal estado o sin ella (ver Tabla E-3).

Tabla E-3

Estado de la caja de protección del medidor (RU)

Estado de la caja de protección del medidor	Valor de frecuencia	Porcentaje
Con tapa de la caja	12	3.33%
Mal estado o sin tapa	25	6.94%
No tiene	323	89.72%
Total	360	100%

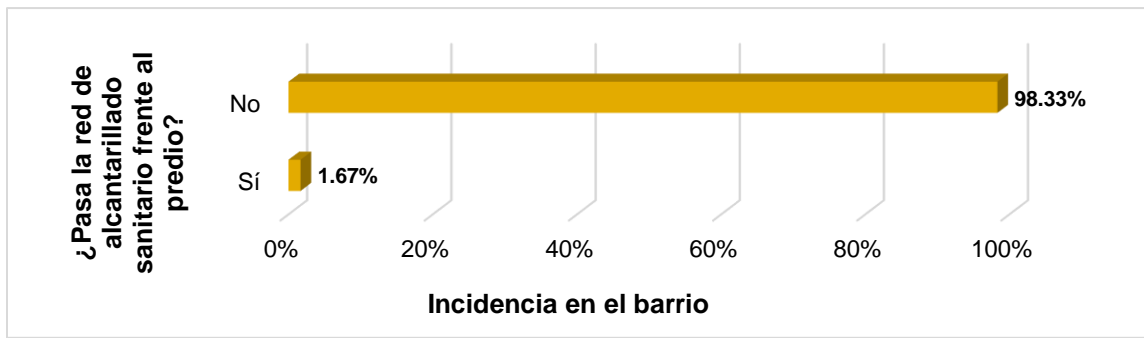
5.4. Información de las aguas residuales en el predio

5.4.1. Servicio de alcantarillado sanitario

Únicamente el 1.67 % de los predios dispone del servicio de alcantarillado sanitario (conectados al alcantarillado sanitario del Parque de Ferias), resultando en un déficit de 98.33 % de este servicio en el barrio objeto de estudio (ver Figura E-8).

Figura E-8

Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario en el barrio



5.4.2. Forma de disposición de las aguas servidas en el predio

Dentro de las formas de eliminación de las aguas residuales en los predios que carecen del servicio de alcantarillado sanitario, se destacan las siguientes:

- 1) En el 52.22 % de los inmuebles la disposición de las aguas servidas se realiza a través de pozos negros o sumideros;
- 2) En el 36.39 % de los inmuebles se utilizan letrinas para la disposición de las aguas negras; mientras que la disposición de las aguas grises se realiza con el vertido de estas a las vías públicas.
- 3) El 7.78 % de los inmuebles no generan aguas residuales al tratarse de predios baldíos, predios en construcción y/o predios desocupados; y,
- 4) En el 1.94 % de los inmuebles se desconoce la forma de disposición de las aguas residuales, al no recibir respuesta de los entrevistados y/o porque

los vecinos y líderes del barrio desconocían este dato de aquellos inmuebles en los que no había gente al momento de la visita.

Los resultados se muestran en la Figura E-9.

Figura E-9

Forma de disposición de las aguas servidas en el barrio

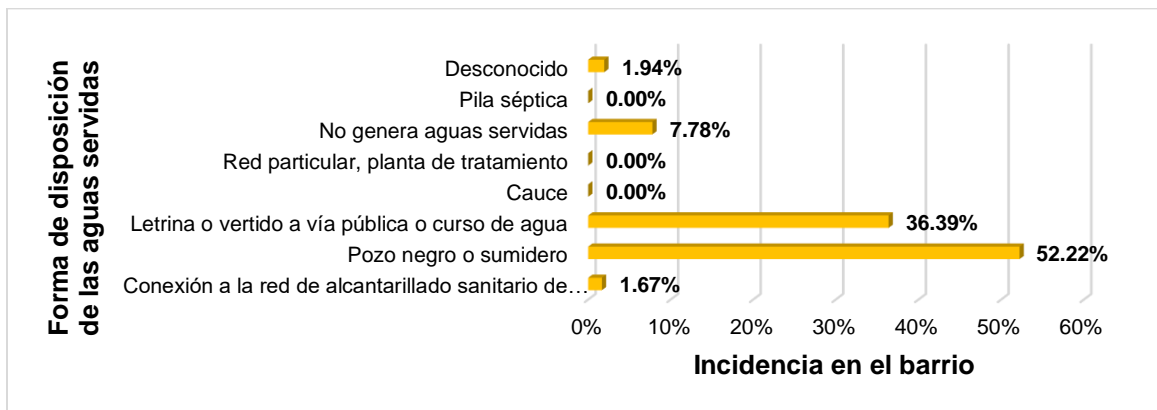


Figura E-10

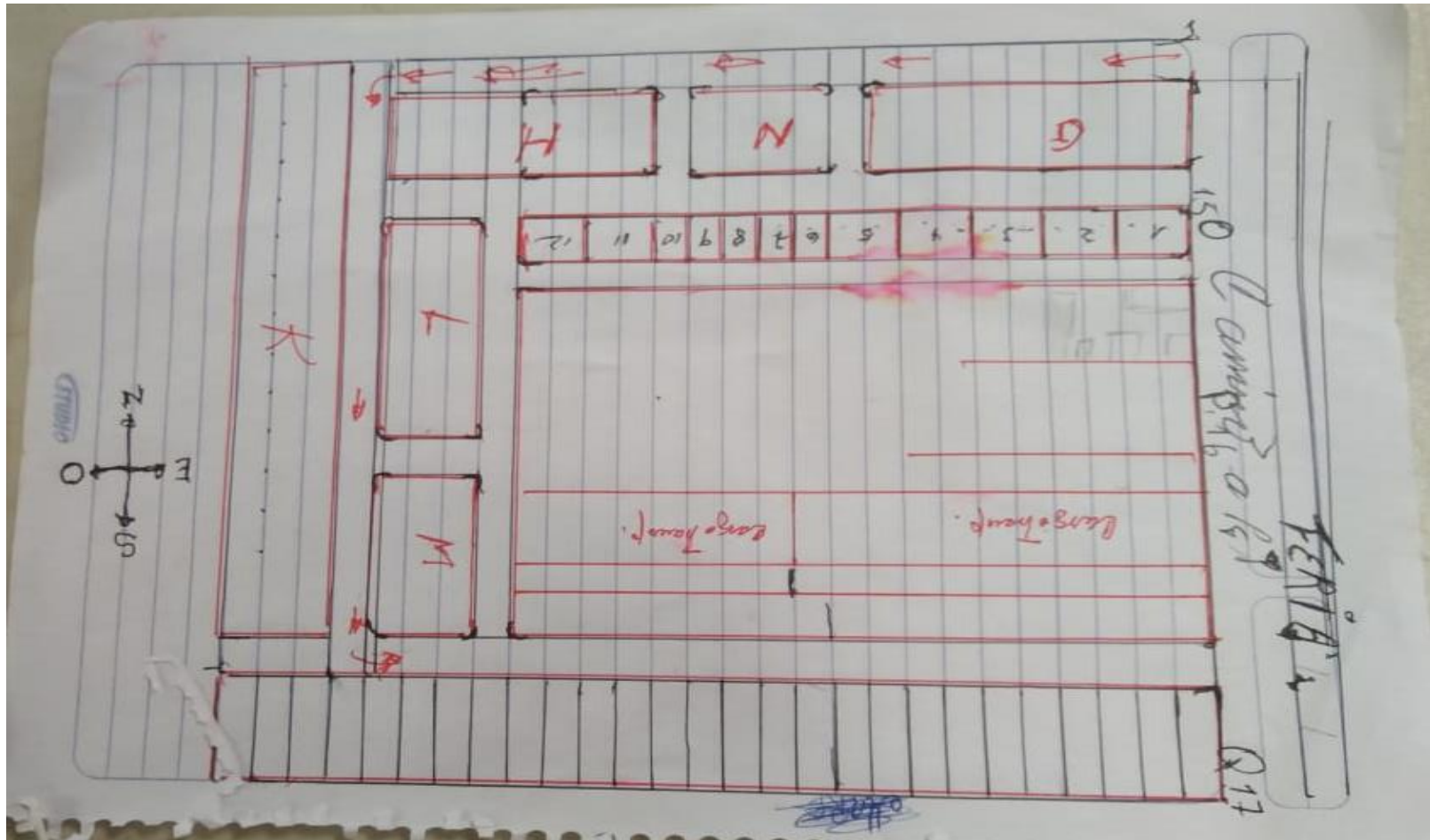
Esquematación general de la distribución interna del barrio



Nota. Información proporcionada por los líderes del barrio.

Figura E-10 (continuación)

Esquematación general de las manzanas y sectores del barrio objeto de estudio



Nota. Información proporcionada por los líderes del barrio.

Anexo F. Resultados de la encuesta socioeconómica

Se aplicó una encuesta socioeconómica a una muestra conformada por 100 viviendas en el barrio objeto de estudio. Las viviendas encuestadas fueron seleccionadas al azar, considerando la distribución de los grupos de viviendas mostrados en la Figura E-10 del Anexo E. De esta forma, se llenaron 7 formularios para la manzana A; 5 para la manzana B; 2 para la manzana C; 6 para la manzana D; 6 para la manzana E; 8 para la manzana F; 6 para la manzana G; 4 para la manzana H; 4 para la manzana I; 3 para la manzana J; 7 para la manzana K; 5 para la manzana L; 5 para la manzana M; 4 para la manzana N; 3 para la manzana O; 12 para la manzana P; y 13 para la manzana Q.

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta socioeconómica aplicada.

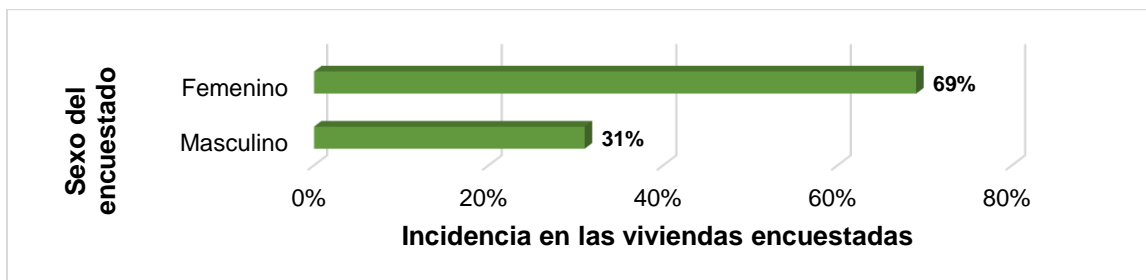
6.1. Características del encuestado

6.1.1. Sexo de la persona encuestada

El 69 % de las personas encuestadas son mujeres, quienes se encontraban en la vivienda al momento de la visita. A partir de esta información, se puede deducir que la mayoría de las mujeres permanecen en la casa dedicadas a las labores domésticas o negocios propios realizados desde su vivienda o ambas situaciones (ver Figura F-1).

Figura F-1

Sexo de la persona encuestada



6.1.2. Edad del encuestado

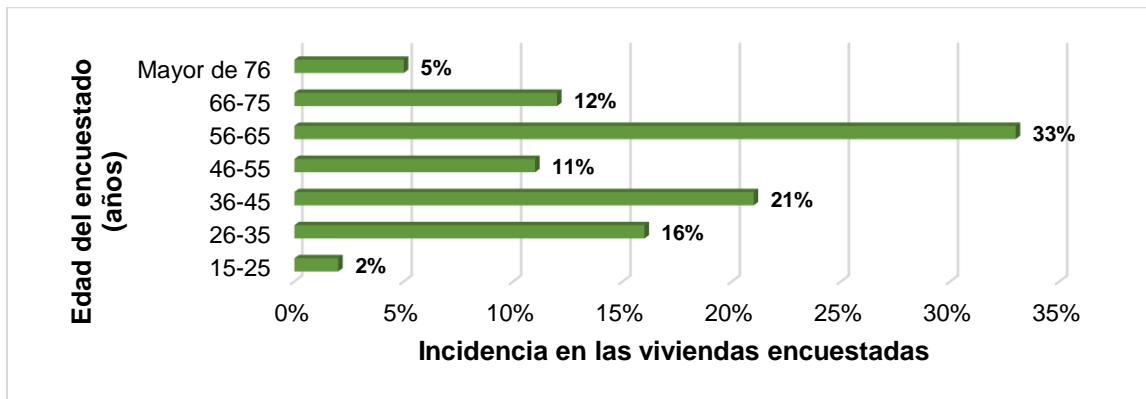
Las edades de los encuestados fueron analizadas por rangos, resultando en la siguiente distribución:

- 1) El 33 % de los encuestados tienen entre 56 y 65 años;
- 2) El 21 % de los encuestados tienen entre 36 y 45 años; y,
- 3) El 16 % de los encuestados tienen entre 26 y 35 años.

De lo anterior, se infiere que la edad de la mayoría de las personas que fueron encuestadas (81 %) está comprendida entre los 26 y 65 años, lo que asegura la calidad de información recolectada a través de la serie de encuestas aplicadas (ver Figura F-2).

Figura F-2

Edad del encuestado



6.1.3. Relación del encuestado con el jefe de familia

Ante la interrogante planteada a los encuestados sobre la relación que guardan con el jefe de familia, se obtuvieron las siguientes respuestas:

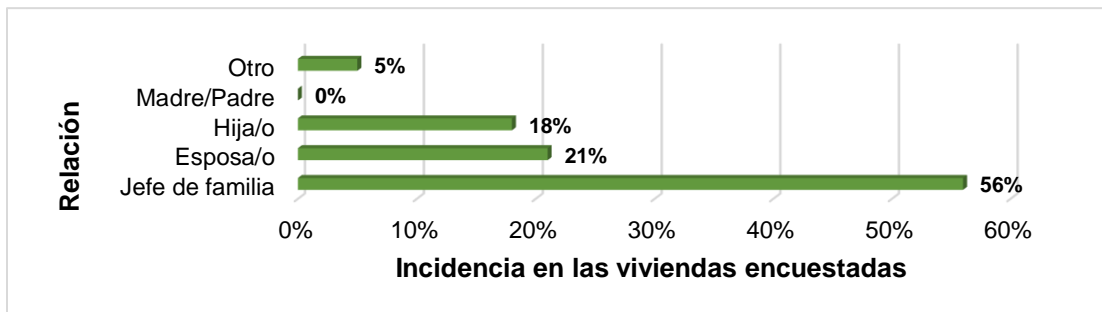
- 1) El 56 % de las personas encuestadas son el jefe de familia;
- 2) El 21 % de las personas encuestadas son cónyuge del jefe de familia;

- 3) El 18 % de las personas encuestadas son hijos del jefe de familia; y,
- 4) El 5 % de las personas encuestadas son hermanos, nietos, nueras y suegras del jefe de familia.

Basado en lo anterior, se obtiene que el 95 % de los encuestados forman parte del núcleo familiar y están íntimamente relacionadas con la dinámica de vida de la familia, lo que a su vez indica que su información es altamente calificada (ver Figura F-3).

Figura F-3

Relación del encuestado con el jefe de familia



6.2. Información de las viviendas

6.2.1. Tipo de vivienda

La totalidad de las viviendas encuestadas están en la clasificación de “casa o villa unifamiliar” (ver Tabla F-1); no obstante, es importante mencionar que la mayoría del barrio está conformado por viviendas multifamiliares.

Tabla F-1

Tipo de viviendas encuestadas

Tipo de vivienda	Valor de frecuencia	Porcentaje
Casa o villa unifamiliar	100	100%
Departamento	0	0%
Cuarto en casa de inquilinato	0	0%
Total	100	100%

6.2.2. Tipo de calle

El 76 % de las calles del barrio objeto de estudio están hechas de tierra, mientras que un 22 % son de asfalto (ver Tabla F-2).

Tabla F-2

Tipo de calle de las viviendas encuestadas

Tipo de calle	Valor de frecuencia	Porcentaje
Tierra	76	76%
Piedra	0	0%
Asfalto	22	22%
Cemento	2	2%
Total	100	100%

6.3. Identificación de los servicios de la vivienda

6.3.1. Servicios de agua y saneamiento de la vivienda

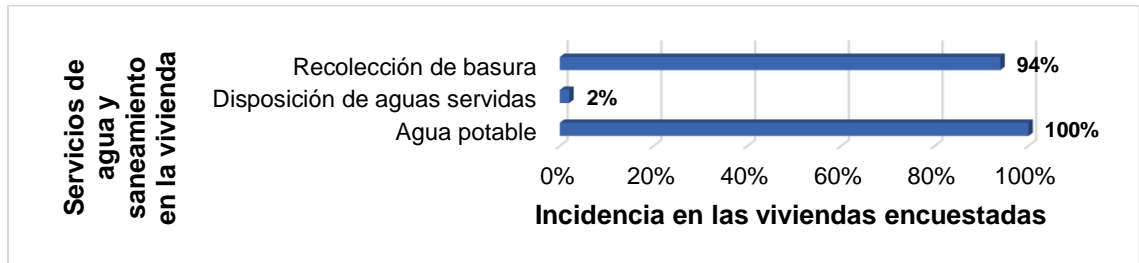
De los tres servicios básicos que consiste el agua y saneamiento, se les preguntó a los encuestados cuáles de ellos tenían, resultando en la siguiente configuración:

- 1) El 100 % de las viviendas cuenta con el servicio de agua potable;
- 2) El 94 % de las viviendas cuenta con el servicio de recolección de basura;
- 3) El 2 % de las viviendas cuenta con el servicio de alcantarillado sanitario.

Los resultados se muestran en la Figura F-4.

Figura F-4

Identificación de los servicios de agua y saneamiento en las viviendas encuestadas

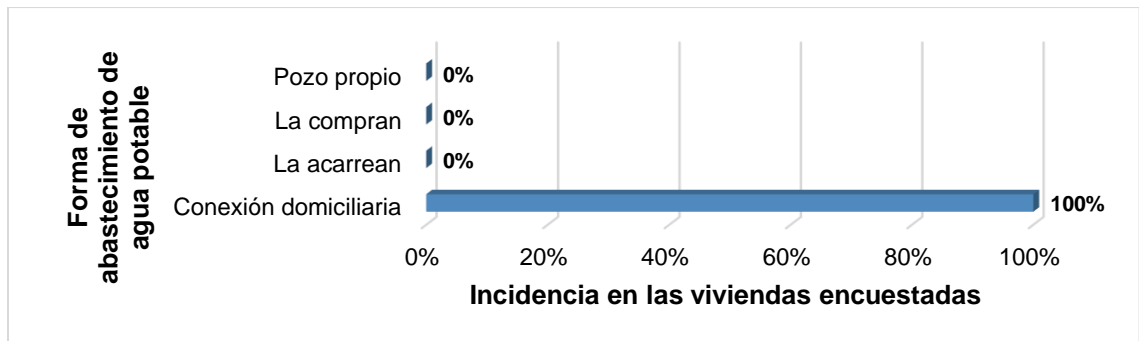


6.3.2. Forma de abastecimiento de agua de uso doméstico

Dentro de las formas de abastecimiento de agua potable para uso doméstico, el 100 % de las viviendas encuestadas se abastece a través de la conexión a la red de agua potable administrada por la ENACAL (Ver Figura F-5).

Figura F-5

Formas de abastecimiento de agua de uso doméstico en las viviendas encuestadas



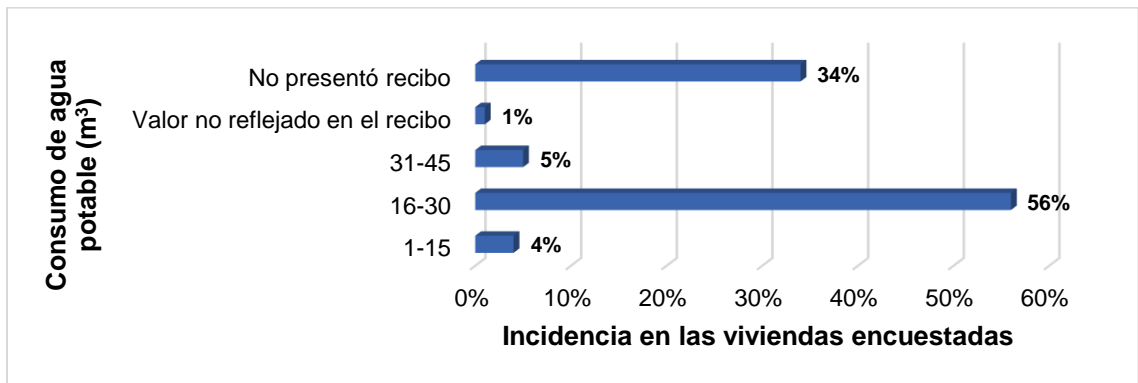
6.3.3. Consumo de agua potable en la vivienda

En cuanto al consumo mensual de agua potable en la vivienda, el 60 % de los encuestados (siendo estos la mayoría) consumen menos de 30 m³ al mes. Caso contrario, una minoría de 5 % de los encuestados consumen más de 30 m³ al mes.

Por otro lado, en un 35 % de las viviendas encuestadas se desconoce el consumo mensual de agua potable al no disponer de una factura del servicio al momento de la aplicación de la encuesta; al no reflejarse correctamente el valor del consumo en el recibo; o por estar conectados ilegalmente a la red de agua potable de ENACAL (ver apartado 6.3.4.) (ver Figura F-6).

Figura F-6

Consumo mensual de agua potable en las viviendas encuestadas



6.3.4. Costos mensuales de agua potable en la vivienda

En lo que respecta al monto mensual por el servicio de agua potable en la vivienda, se obtuvo que el 48 % de los encuestados paga entre C\$ 101 y C\$ 200 al mes; y que el 19 % de los encuestados paga un monto menor o igual a C\$ 100 al mes. Al sumar estas cifras, se obtiene que el 67 % paga menos de C\$ 200, valor bastante cercano con el porcentaje de hogares que consumen menos de 30 m³ al mes (60 %).

Cabe destacar que un 8 % de los encuestados se encuentra conectado ilegalmente al servicio de agua potable proporcionado por ENACAL (Ver Tabla F-3).

Tabla F-3

Costos mensuales en las viviendas encuestadas por el servicio de agua potable

Pago mensual (C\$)	Valor de frecuencia	Porcentaje
1-100	19	19%
101-200	48	48%
201-300	19	19%
301-400	3	3%
401-500	1	1%
Conexión ilegal	8	8%
NS/NR	2	2%
Total	100	100%

6.3.5. Formas de eliminación de las aguas servidas en la vivienda

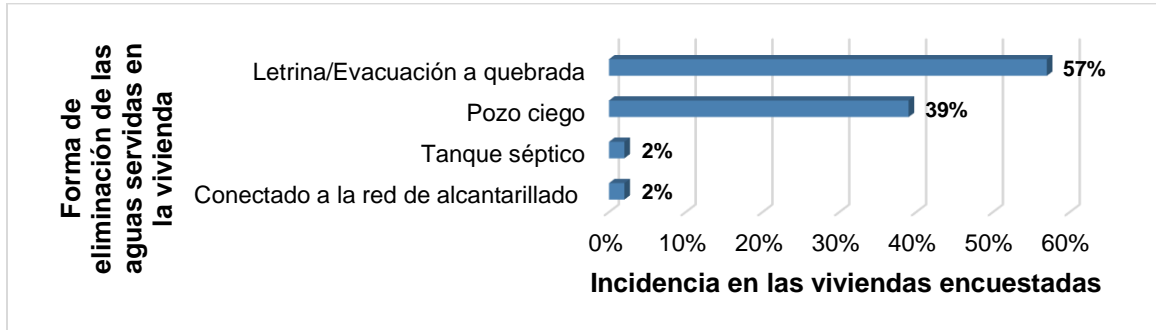
De las viviendas encuestadas, el 98 % carece de la conexión al servicio de la red de alcantarillado sanitario. Esto ha generado que los pobladores del barrio recurran a otros métodos de disposición de aguas servidas, tal como se describe a continuación:

- 1) En el 57 % de las viviendas, se utilizan letrinas para la disposición de las aguas negras; mientras que la disposición de las aguas grises se realiza con el vertido de estas a las vías públicas;
- 2) En el 39 % de las viviendas la disposición de las aguas servidas se realiza a través de pozos ciegos, negros o sumideros; y,
- 3) En el 2 % de las viviendas se cuenta con tanques sépticos.

Los resultados se muestran en la Figura F-7.

Figura F-7

Formas de eliminación de las aguas servidas en las viviendas encuestadas



6.3.6. Monto de pago por alcantarillado sanitario (C\$)

Acerca del monto, en córdobas, pagado por el servicio de alcantarillado sanitario que poseen las únicas dos viviendas encuestadas que sí están conectados a este, se obtuvo que ninguno de los encuestados paga este servicio al estar conectados ilegalmente (ver Tabla F-4).

Tabla F-4

Costo mensual por el servicio de alcantarillado sanitario en las viviendas encuestadas

Pago mensual	Valor de frecuencia	Porcentaje
No paga: No cuenta con este servicio	98	98%
No paga: Está conectado ilegalmente a este servicio	2	2%
Total	100	100%

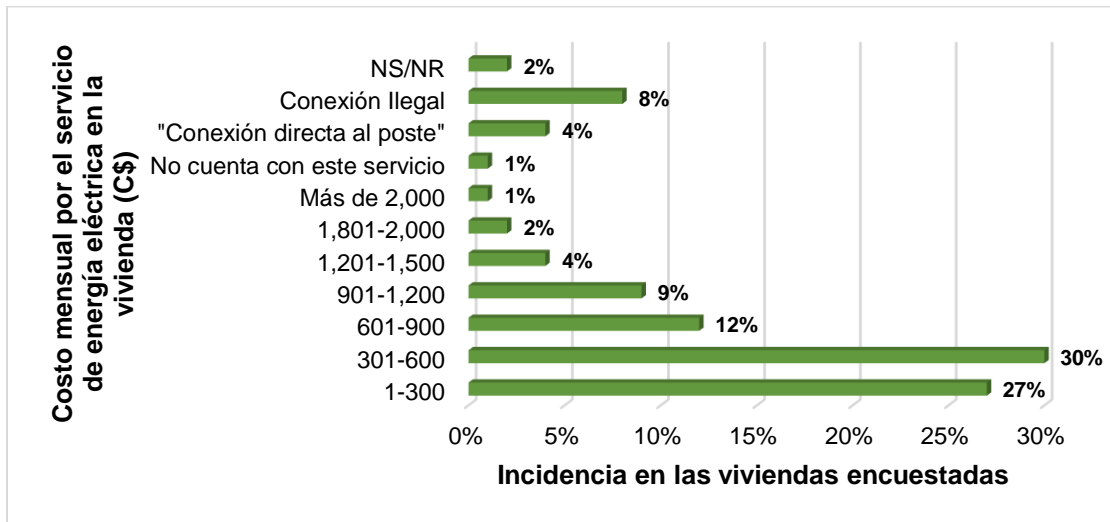
6.3.7. Pago mensual de energía eléctrica (C\$)

En lo que respecta al monto mensual pagado por el servicio de energía eléctrica en la vivienda, se obtuvo que el 57 % (siendo la mayoría) paga menos de C\$ 600 al mes; seguido de las familias que pagan entre C\$ 601 y C\$ 1,200 mensuales (21 %). En cambio, el 7 % de los encuestados pagan más de C\$ 1,200.

Por otro lado, un 4 % los encuestados expresan que se encuentran “conectados directamente al poste”; mientras que un 8 % se encuentran conectados ilegalmente a este servicio (ver Figura F-8).

Figura F-8

Costos mensuales en las viviendas encuestadas por el servicio de energía eléctrica



6.4. Problemas de saneamiento en el barrio

6.4.1. Percepción de los problemas

Ante la pregunta “de los siguientes problemas, ¿cómo cree usted que afectan a los habitantes del barrio?”, se les presentó a los encuestados los problemas relacionados con el abastecimiento de agua potable y el saneamiento, con el propósito de conocer sus percepciones sobre la afectación de estos temas en el barrio objeto de estudio (siendo las opciones “mucho”, “poco”, “nada” o “NS/NR”). Los resultados se muestran en las Tabla F-5 y Figura F-9.

Tabla F-5

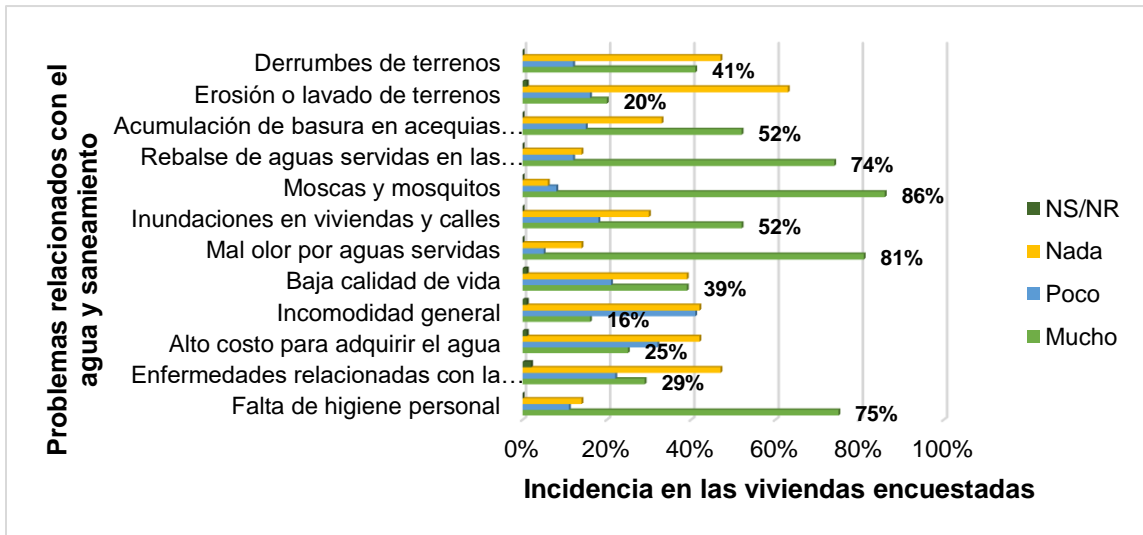
Percepción de los problemas relacionados con el abastecimiento de agua potable y el saneamiento en el barrio

Problemas	Porcentaje				Total
	Mucho	Poco	Nada	NS/NR	
Falta de higiene personal	75%	11%	14%	0%	100%
Enfermedades relacionadas con la falta de agua	29%	22%	47%	2%	100%
Alto costo para adquirir el agua	25%	32%	42%	1%	100%
Incomodidad general	16%	41%	42%	1%	100%
Baja calidad de vida	39%	21%	39%	1%	100%
Mal olor por aguas servidas	81%	5%	14%	0%	100%
Inundaciones en viviendas y calles	52%	18%	30%	0%	100%
Moscas y mosquitos	86%	8%	6%	0%	100%
Rebalse de aguas servidas en las calles	74%	12%	14%	0%	100%
Acumulación de basura en acequias y ríos ^a	52%	15%	33%	0%	100%
Erosión o lavado de terrenos	20%	16%	63%	1%	100%
Derrumbes de terrenos	41%	12%	47%	0%	100%

^a Considerada en calles y cauces.

Figura F-9

Percepción de los problemas relacionados con el abastecimiento de agua potable y el saneamiento en el barrio



Nota. La etiqueta de datos representa únicamente a la categoría “mucho”.

Si se agrupan únicamente los que ubican la categoría “mucho”, los resultados significativos son los siguientes:

- 1) El 86 % de los encuestados perciben que las moscas y mosquitos son un problema que afecta mucho a este barrio.
- 2) En cambio, el 81 % de los encuestados considera que el mal olor generado por las aguas residuales afecta mucho a este barrio.
- 3) Por otro lado, el 75 % de los encuestados expresan que la falta de higiene personal afecta mucho a este barrio; y,
- 4) Finalmente, el 74 % de los encuestados destacan que el rebalse de aguas servidas en las calles afecta mucho a este barrio.

6.4.2. Problemas que más afectan al barrio

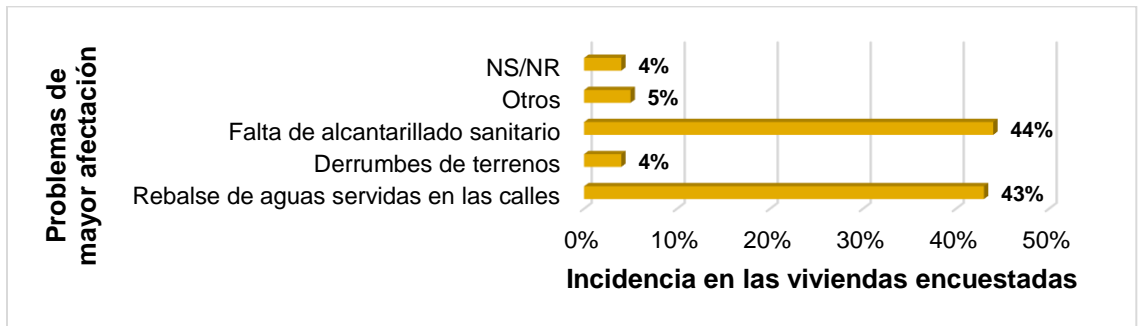
De los anteriores problemas descritos en el apartado 6.4.1, se les preguntó a los encuestados cuál de ellos considera que más afecta a este barrio. Sin embargo, la mayoría de los encuestados propusieron un problema diferente a los antes mencionados, pero que guarda una estrecha relación; resultando en lo siguiente:

- 1) El 44 % de las viviendas consideran que el principal problema que afecta al barrio es la falta de alcantarillado sanitario;
- 2) El 43 % de las viviendas perciben que se trata del rebalse de aguas servidas en las calles;
- 3) El 4% de las viviendas expresan que son los derrumbes de terrenos, refiriéndose estos específicamente a los sumideros.
- 4) Un 5 % de las viviendas, en cambio, sugiere que son la falta de higiene personal, la baja calidad de vida, las moscas y mosquitos, la acumulación de basura y el servicio de agua potable; y,
- 5) El 4 % restante no respondieron.

De lo anterior se infiere que el 91 % de los encuestados están conscientes que los problemas que más afectan al barrio están asociados a la falta de un sistema de alcantarillado sanitario, siendo este la causa de sus problemas (ver Figura F-10).

Figura F-10

Problemas que más afectan al barrio



6.4.3. Enfermedades en los últimos doce meses

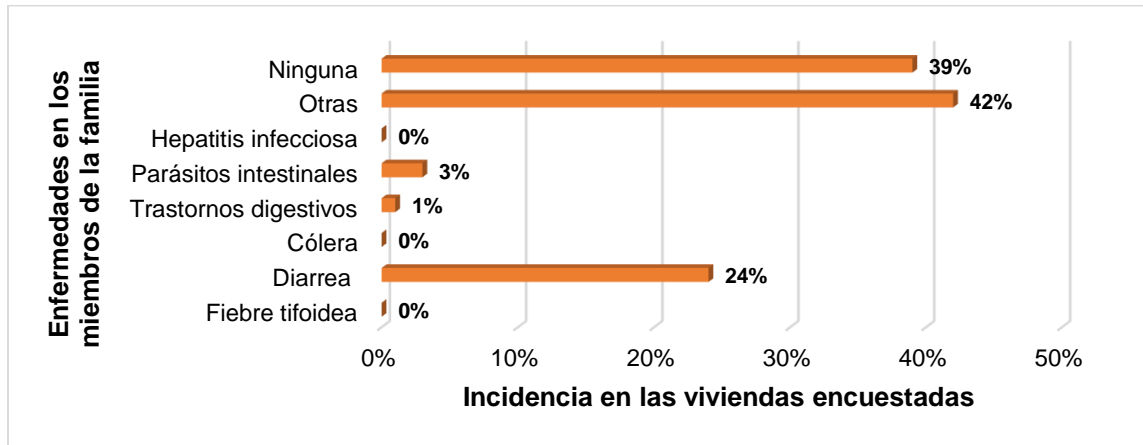
Ante la pregunta realizada a las personas encuestadas sobre si en los últimos doce meses integrantes de su familia han presentado afecciones o enfermedades, se obtuvieron las siguientes respuestas:

- 1) El 24 % de los encuestados manifiestan que los integrantes de la familia han padecido diarrea; lo que podría estar relacionado con la calidad del agua, con el saneamiento y hábitos de higiene no adecuados;
- 2) El 39 % de los encuestados afirman que, en los últimos doce meses, los integrantes de la familia no han tenido ninguna afectación por enfermedades; y.
- 3) El 42 % de los encuestados sostienen que los integrantes de la familia han padecido otras enfermedades o afecciones, entre las que destacan la gripe y el dengue.

Los resultados se muestran en la Figura F-11.

Figura F-11

Enfermedades en los últimos 12 meses



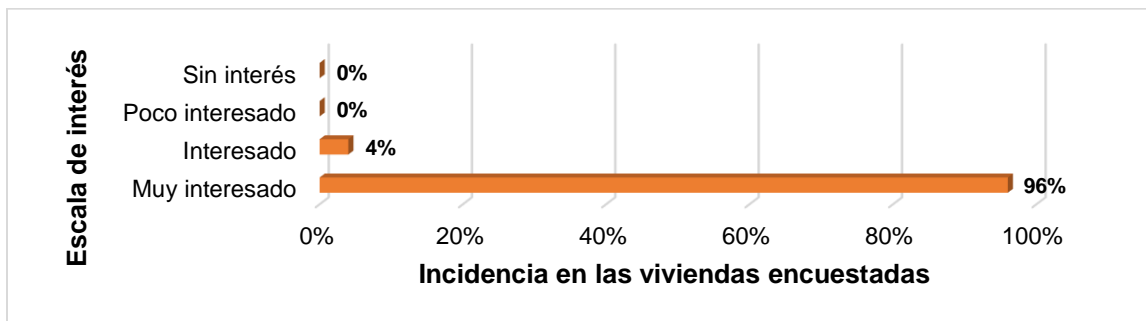
Nota. Resultados obtenidos por vivienda. En algunas viviendas se mencionaron más de una enfermedad que han padecido los miembros de la familia en los últimos 12 meses.

6.4.4. Interés por resolver estos problemas

El 96 % de las personas encuestadas expresan que están muy interesadas en resolver estos problemas de saneamiento y salud de la población. El 4 % restante expresan interés (ver Figura F-12).

Figura F-12

Interés de los encuestados por resolver estos problemas de agua y saneamiento



6.4.5. Disposición a conexión a la red de agua potable

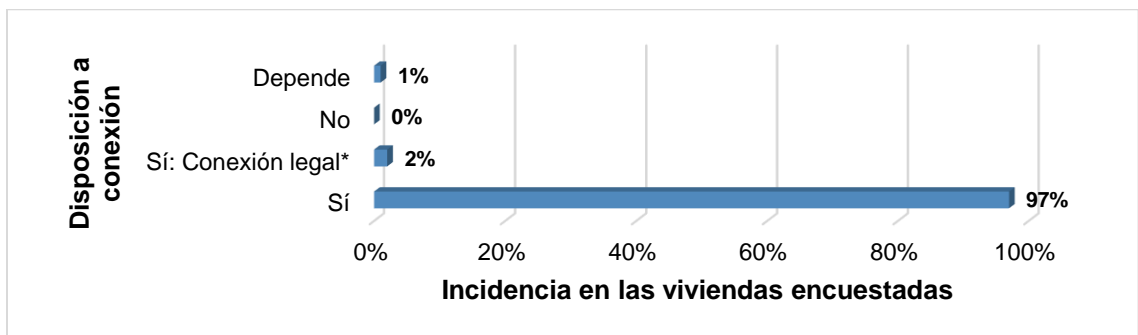
Esta pregunta fue obviada al estar conectadas a la red de agua potable de ENACAL todas las viviendas encuestadas.

6.4.6. Disposición a conexión a la red de alcantarillado sanitario

El 99 % de las personas encuestadas, conectadas o no conectadas al servicio de alcantarillado sanitario del Parque de Ferias, afirman que estarían dispuestas a conectarse al sistema de alcantarillado sanitario proporcionado por ENACAL si frente a su casa este pasara. Un 1% de las viviendas expresó que su decisión depende del costo de la conexión y del servicio, al tratarse de un barrio muy pobre (ver Figura F-13).

Figura F-13

Disposición de los encuestados a conexión al servicio de alcantarillado sanitario



* Refiriéndose a las viviendas que están conectadas al AS de la Feria, ilegalmente.

6.5. Características de la familia

6.5.1. Grado de instrucción del jefe de familia

Ante la interrogante planteada a las personas encuestadas acerca del grado de instrucción del jefe de familia, se obtuvieron las siguientes respuestas:

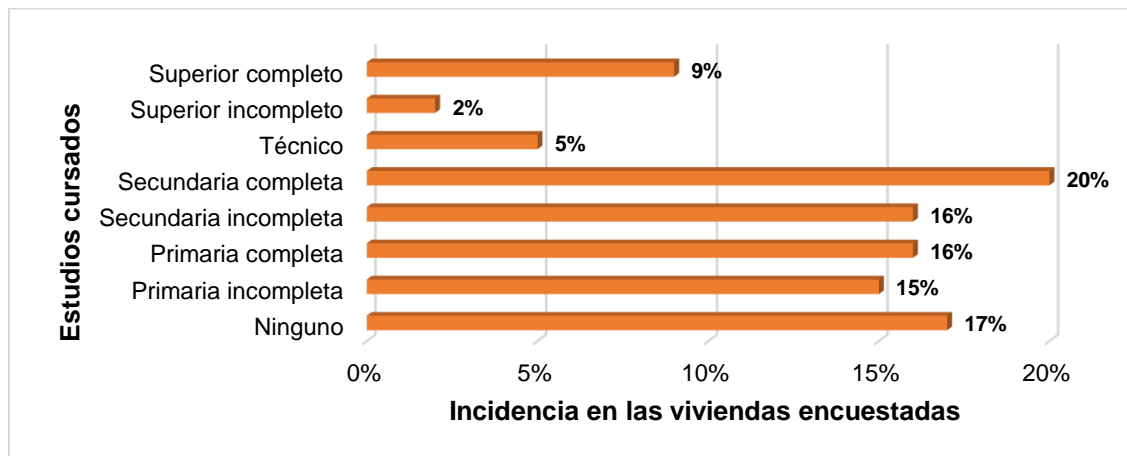
- 1) El 17 % de los jefes de familia no posee ningún estudio;
- 2) El 16 % de los jefes de familia completaron la primaria; mientras que un 15 % no la culminaron.
- 3) El 20 % de los jefes de familia completaron la secundaria; mientras que un 16 % no la culminaron.
- 4) El 5 % de los jefes de familia posee un técnico; y,

- 5) El 9 % de los jefes de familia poseen títulos profesionales, mientras que el 2 % no completaron sus estudios superiores.

Los resultados se muestran en la Figura F-14.

Figura F-14

Grado de instrucción del jefe de familia



6.5.2. Habitantes en el hogar

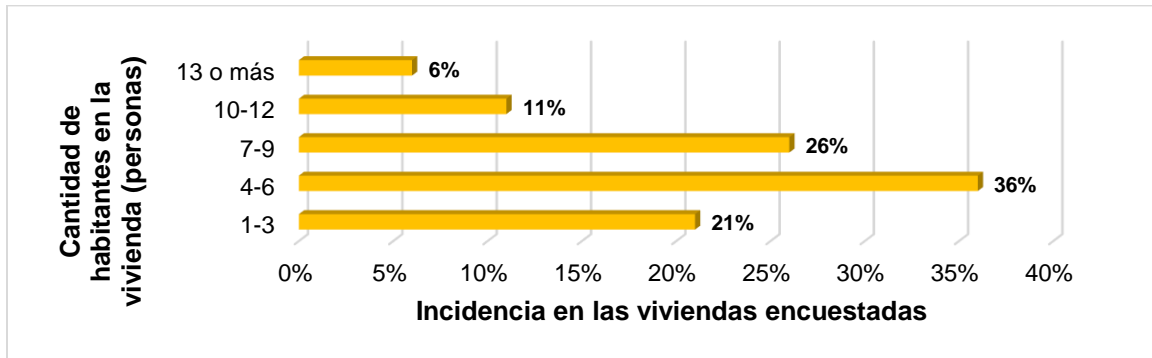
La configuración referente a la cantidad de habitantes en las viviendas encuestadas es la siguiente:

- 1) En el 36 % de las viviendas habitan entre 4 y 6 personas;
- 2) En el 26 % de las viviendas habitan entre 7 y 9 personas;
- 3) En el 21 % de las viviendas habitan entre 1 y 3 personas;
- 4) Solamente en el 17 % de las viviendas habitan más de 9 personas.

Los habitantes encontrados en las viviendas seleccionadas como parte de la muestra, según la respuesta de los encuestados, es de 652 habitantes, resultando en un índice de ocupación habitacional promedio de 6.52 habitantes/vivienda. Los resultados se muestran en la Figura F-15.

Figura F-15

Habitantes en las viviendas encuestadas

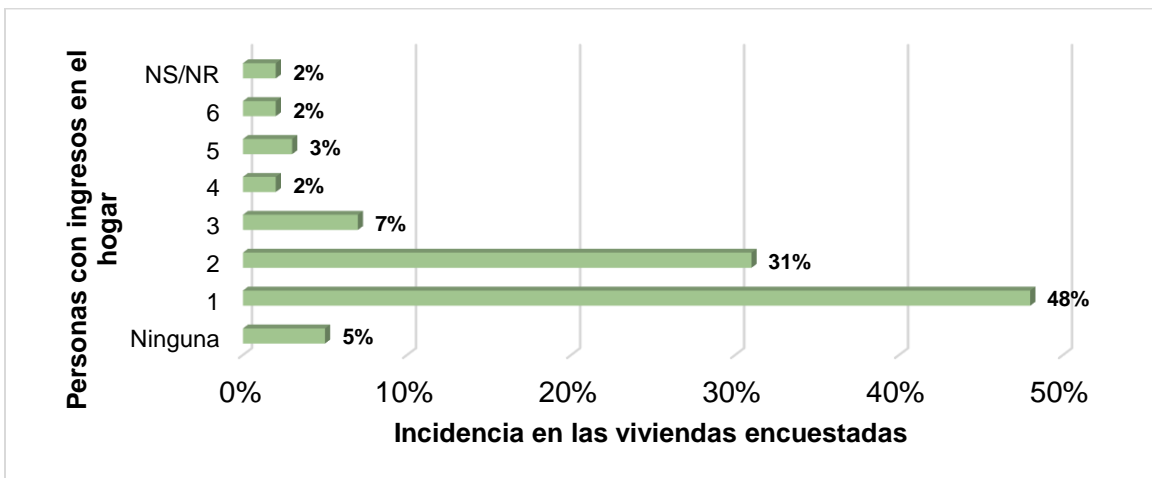


6.5.3. Cantidad de personas con ingresos en el hogar

En el 48 % de las viviendas encuestadas, los encuestados aseguran que en el hogar existe únicamente una persona con ingresos económicos. A esta cantidad le sigue el 31 %, en donde los ingresos económicos del hogar son proporcionados por dos personas. Es importante mencionar que el 5 % de los encuestados expresaron que los miembros con ingresos de sus respectivas familias actualmente se encuentran desempleados, producto de la situación que afronta el país (COVID-19) (ver Figura F-16).

Figura F-16

Cantidad de personas con ingresos en las viviendas encuestadas



6.5.4. Actividad económica principal de las personas con ingresos en el hogar

Dentro de las actividades económicas principales de las personas que poseen ingresos económicos en sus respectivos hogares, se destacan las siguientes:

- 1) En primer lugar, "Otros", con un 52 %, entre los cuales se destaca la jubilación (13.74 %) y los negocios o "trabajos por cuenta propia", tales como pulperías, puestos de comida, tortillería, entre otros;
- 2) En segundo lugar, profesional o técnica, con un 23 %;
- 3) En tercer lugar, el empleo público con un 16 %; y,
- 4) En cuarto lugar, el servicio doméstico con un 13 %.

Los resultados se muestran en la Tabla F-6.

Tabla F-6

Actividad económica principal de las personas con ingresos en el hogar

Actividad económica principal	Total	Porcentaje
Industria	1	1%
Construcción	6	6%
Comercio	9	9%
Agricultura y afines	1	1%
Minería	0	0%
Transporte	1	1%
Profesional o Técnica	23	23%
Docencia	2	2%
Empleo Público	16	16%
Servicio Doméstico	13	13%
Otros	52	52%
NS/NR	7	7%
Total	131	131%

Nota. Resultados obtenidos por vivienda. En algunas viviendas se mencionaron más de una actividad económica principal.

6.5.5. Ingresos de la familia el mes pasado

Ante la interrogante proporcionada a los encuestados sobre cuáles fueron los ingresos de la familia el mes pasado, se obtuvo que:

- 1) El 45 % de las familias (que representa a la mayoría) cuenta con un ingreso que oscila entre los C\$ 4,001 y C\$ 19,500 mensuales (ver Figura F-17);
- 2) Sin embargo, el 34 % de las familias tiene un ingreso menor de C\$ 4,000 al mes; valor situado por debajo del salario mínimo (ver Figura F-18).

Figura F-17

Ingresos del mes pasado de las familias encuestadas

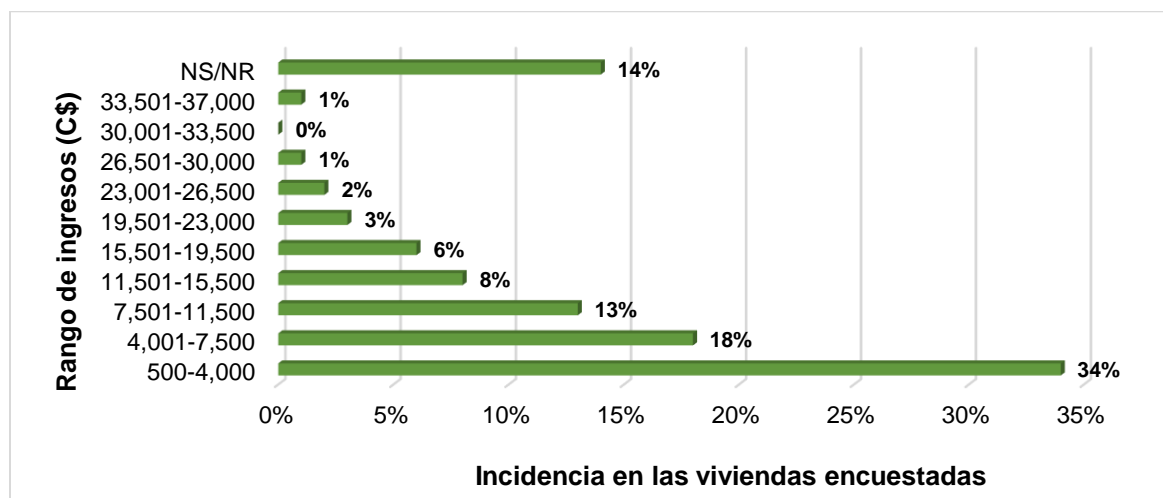


Figura F-18

Tabla del salario mínimo válido a partir del 1^{ero} de marzo del 2020

	Por mes
Agropecuario	C\$4,286.33
Pesca	C\$6,517.50
Minas y Canteras	C\$7,698.07
Industria Manufacturera	C\$5,763.44
Micro y pequeña industria artesanal y turística	C\$4,605.42
Electricidad y agua; Comercio, Restaurantes y Hoteles; Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	C\$7,861.99
Construcción, Establecimientos Financieros y Seguros	C\$9,592.40
Servicios Comunales Sociales y Personales (incluyendo los trabajadores domésticos)	C\$6,008.97
Gobierno Central y Municipal	C\$5,345.25

Nota. Fuente: Wageindicator. (2020). Salario Mínimo. Recuperado de [Tusalario.org/Nicaragua](https://tusalario.org/nicaragua), <https://tusalario.org/nicaragua/tu-salario/salario-minimo>.

Anexo G. Levantamiento topográfico

Los estudios relacionados al levantamiento topográfico del Barrio Marvin Marín se realizaron en el periodo comprendido entre el 07 y 11 de julio del 2020, con el fin de proveer la configuración actual del terreno y las ubicaciones de las estructuras existentes en el área objeto de estudio.

Para ello, el estudio se inició con el establecimiento de puntos de control y la monumentación de una red interna de BMs, seguida del levantamiento de una poligonal auxiliar proyectada que sirviera de base de replanteo para el propio levantamiento topográfico del barrio (a través de una poligonal abierta de 3,909.427 m) y, que, a su vez, garantizara la precisión de los trabajos planialtimétricos.

Debido a ello, el presente anexo contiene toda la información relacionada de los puntos de control y BMs, incluyendo sus presentaciones de fichas; las consideraciones de la poligonal auxiliar y su respectivo levantamiento y memoria de cálculo; así como los planos del levantamiento topográfico del barrio (poligonal abierta).

7.1. Puntos de Control y BMS

Las poligonales se realizaron partiendo de dos puntos de control establecidos exclusivamente para el proyecto. Estos puntos de partida fueron constituidos por monumentos de concreto, y geo-referenciados con lecturas satelitales con equipo Garmin GPSMAP 64st. En la Tabla G-1 se detallan sus coordenadas y elevaciones.

Tabla G-1*Puntos de control geodésicos*

Punto de partida	Coordenadas		Elevación (m)
	Norte (m)	Este (m)	
GPS1	1338664	577136	210.80
GPS2	1338674.258	577055.456	213.265

Por otro lado, la construcción de la red de BMs a lo largo de las calles levantadas se realizó con el objetivo de densificar los puntos de apoyo al momento de realizar los levantamientos topográficos, permitiendo reducir, lo máximo posible, errores acumulativos propios del estudio.

Dentro de las características y dimensionamiento de los monumentos que conforman la red de BMs en la cual se apoyó la poligonal base se detalla: Mojones cilíndricos prefabricados con dimensiones: 0.15 m x 0.50 m, empotrados en sitios estratégicos en donde no sean dañados por la inclemencia de la naturaleza, por peatones o, en su defecto, por el proceso constructivo. En la Tabla G-2 se presenta un resumen de las coordenadas y elevaciones de todos los BMs colocados en el sitio.

Tabla G-2*Resumen de la red de BMs*

Punto	X (m)	Y (m)	Z (m)
BM1	577134.991	1338512.714	217.520
BM2	577118.041	1338416.531	222.118
BM3	577129.253	1338271.502	230.120
BM4	577084.516	1338272.254	229.619
BM5	577024.402	1338264.541	218.413
BM6	576896.328	1338269.922	211.246
BM7	576899.036	1338356.269	209.852
BM8	576886.187	1338486.450	206.830
BM9	576974.303	1338495.863	211.303
BM10	577053.607	1338512.757	220.638

En la sección 7.5 presentada al final de este anexo, se muestran las fichas de los GPS y BMs considerados para la elaboración del levantamiento topográfico.

7.2. La poligonal auxiliar (base de replanteo)

La poligonal auxiliar y base de replanteo se estableció mediante el levantamiento de una poligonal cerrada con chequeo lineal en el punto de partida, desde donde se partió con el levantamiento de la misma, para garantizar la óptima precisión en los levantamientos planialtimétricos.

El control horizontal y vertical para el levantamiento topográfico realizado fue apoyado en las normas de control de tolerancias del Tercer Orden, Clase I (1:10,000), descritos en la Tabla G-3.

Tabla G-3

Normativa para el control de levantamientos topográficos

Ítem	Primer Orden		Segundo Orden		Tercer Orden	
Control Horizontal						
	Clase I	Clase II	Clase I	Clase II	Clase I	Clase II
Precisión relativa entre puntos directamente conectados, antes de compensación angular (como mínimo)	1 parte en 100,000		1 parte en 50,000	1 parte en 20,000	1 parte en 10,000	1 parte en 5,000
Control Vertical						
Precisión relativa entre puntos directamente conectados o entre bancos de marca (error permisible de cierre)	4mm \sqrt{k}	5mm \sqrt{k}	6mm \sqrt{k}	8mm \sqrt{k}	12mm \sqrt{k}	

Nota. Fuente: INETER. K: kilómetros de itinerario; n: número de puntos en la poligonal

Para la realización de su levantamiento topográfico, se utilizó una estación total marca Leica TCR-407. Las características y datos técnicos de la misma se presentan en la Figura G-1.

Una vez levantada la poligonal, se procedió a realizar el respectivo chequeo de cierre y revisión de la precisión requerida. Estos datos se sometieron a un riguroso chequeo apoyándose en el software de cálculo Microsoft Excel, para su respectiva

compensación. Verificada la poligonal, se procedió a la entrega final de coordenadas a los equipos de topografía.

Figura G-1

Ficha técnica de la estación total utilizada

Datos técnicos	
Anteojó:	
• Totalmente basculable	
• Aumentos:..... 30x	
• Imagen:..... derecha	
• Diámetro libre del objetivo: 40 mm	
• Distancia mínima de enfoque:..... 1.7 m (5.6 ft)	
• Enfoque:..... fino	
• Campo visual:..... 1°36' (1.6gon)	
• Campo visual a 100m 2.6m	
Medida de ángulo:	
• absoluta, continua	
• Tiempo de repetición 0.3 segundos	
• Unidades elegibles	
360° (sexag.), 400gon,	
360° decimal, 6400 mil, V%, ±V	
• Desviación típica (según DIN 18723 / ISO 12857)	
TC(R)403..... 3" (1 mgon)	
TC(R)405..... 5" (1.5 mgon)	
TC(R)407..... 7" (2 mgon)	
• Resolución de pantalla	
gon..... 0.0005	
360d..... 0.0005	
360s..... 1"	
mil..... 0.01	
Sensibilidad de los niveles:	
• Nivel esférico:..... 6"/2 mm	
• Nivel electrónico: 20"/2mm	
Plomada láser:	
• Situación:..... en el eje principal del	
..... instrumento	
• Precisión:..... Desviación de la línea	
..... de la plomada: 1.5 mm	
..... (2s) a 1.5m de altura	
..... del instrumento	
• ø del punto láser: 2.5mm/1.5m	

Nota. Fuente: Leica Geosystems.

7.2.1. Descripción del Método de Cálculo y ajuste de Poligonal

La compensación de la poligonal se realizó mediante el método de los mínimos cuadrados. Posterior a la distribución de cualquier pequeño error permisible, el método se fundamenta en calcular la corrección aplicada a las latitudes y longitudes de la poligonal mediante términos que contienen varias magnitudes de las que intervienen en el cálculo. Estas correcciones calculadas se realizan en dichas magnitudes, obteniéndose, de esta forma, la compensación total de la poligonal.

En resumen, el método converge en una sola iteración cuya solución cumple con las hipótesis admitidas, y distribuye el error de cierre entre las longitudes lineales (distancias) de los lados únicamente. Se tiene una prueba del cierre si la suma de las diferentes correcciones es igual al error total con signo opuesto. Otra

comprobación es calculando las medidas lineales corregidas de los lados en función de los valores corregidos de las latitudes y longitudes.

El método se aplica si el error de cierre está sujeto a errores accidentales que afectan por igual a las medidas angulares y a las lineales, y/o si se supone que los errores accidentales en las mediciones lineales son mayores que en las angulares.

7.3. Levantamiento topográfico

7.3.1. Secciones transversales y detalles

Desde cada base de replanteo o BM con vista a la base adelante y atrás, y desde cualquier zona del proyecto, se realizó el levantamiento seccionando aproximadamente cada 20 m en los tramos rectos y en puntos de interés.

Las secciones transversales fueron levantadas hasta el derecho de vía en caminos alimentarios y en las zonas céntricas se levantó una sección hasta el límite de las casas, tomando todos los detalles que se encontraron a lo largo de cada calle, y que pudieran ser obstáculos a la hora de la ejecución de las obras.

Similar a la sección anterior, se utilizó una estación total marca Leica 407, trípodes como base nivelante para la fijación de la estación total, y prismas de rebote fijados a un bastón con su respectivo nivel para la precisión de cada punto.

7.3.2. Resumen de cálculo de la poligonal

Se presenta en la Tabla G-4 un resumen del cálculo de la poligonal proyectada como base de replanteo.

Tabla G-4

Memoria de cálculo de la poligonal base

Punto	X (m)	Y (m)	Z (m)	COD	Distancia (m)	N/S	E/W	Ángulo (°)	Rumbo	Proyección lateral		Proyección longitudinal		Proyección lateral		Proyección longitudinal		Coordenadas ajustadas		
										Norte	Sur	Este	Oeste	Norte	Sur	Este	Oeste	X (m)	Y (m)	Z (m)
BM1	577134.991	1338512.714	217.520	BM1														577134.991	1338512.714	217.520
BM2	577118.041	1338416.528	222.117	BM2	97.668	S	W	9.99	S 9°59'38.8" W	0.000	96.186	0.000	16.950	0.000	96.183	0.000	16.950	577118.041	1338416.531	222.118
BM3	577129.253	1338271.493	230.118	BM3	145.468	S	E	4.42	S 4°25'13.7" E	0.000	145.035	11.212	0.000	0.000	145.030	11.212	0.000	577129.253	1338271.502	230.120
BM4	577084.515	1338272.245	229.617	BM4	44.744	N	W	89.04	N 89°2'13.2" W	0.752	0.000	0.000	44.738	0.752	0.000	0.000	44.737	577084.516	1338272.254	229.619
BM5	577024.400	1338264.532	218.410	BM5	60.608	S	W	82.69	S 82°41'19.2" W	0.000	7.713	0.000	60.115	0.000	7.713	0.000	60.114	577024.402	1338264.541	218.413
BM6	576896.324	1338269.913	211.242	BM6	128.189	N	W	87.59	N 87°35'39.1" W	5.381	0.000	0.000	128.076	5.381	0.000	0.000	128.074	576896.328	1338269.922	211.246
BM7	576899.032	1338356.257	209.847	BM7	86.386	N	E	1.80	N 1°47'46.9" E	86.344	0.000	2.708	0.000	86.347	0.000	2.708	0.000	576899.036	1338356.269	209.852
BM8	576886.183	1338486.433	206.824	BM8	130.809	N	W	5.64	N 5°38'13.6" W	130.176	0.000	0.000	12.849	130.181	0.000	0.000	12.849	576886.187	1338486.450	206.830
BM9	576974.297	1338495.846	211.297	BM9	88.615	N	E	83.90	N 83°54'8.5" E	9.413	0.000	88.114	0.000	9.413	0.000	88.115	0.000	576974.303	1338495.863	211.303
BM10	577053.600	1338512.739	220.631	BM10	81.082	N	E	77.97	N 77°58'28.9" E	16.893	0.000	79.303	0.000	16.894	0.000	79.304	0.000	577053.607	1338512.757	220.638
CIE=BM1	577134.983	1338512.696	217.512	CIE=BM1	81.383	S	E	89.97	S 89°58'11" E	0.000	0.043	81.383	0.000	0.000	0.043	81.384	0.000	577134.991	1338512.714	217.520
					944.953					248.959	248.977	262.720	262.728	248.968	248.968	262.724	262.724			

error y = -0.018 error x = -0.008
 suma en y = 497.936 suma en x = 525.448
 factor de corrección (y) = -0.00004 factor de corrección (x) = -0.00002

Pres lineal Perm = 1 / 7500.00
 Distancia recorrida = 944.95
 Dist cierre = 0.020
 Precisión Lineal = 1 / 47972.70 ¡Bien!

Estaciones = 10.000
 Precisión equipo (10'') = 0.00278°
 Pres. Alt. Perm (PAngP=Precis Eq*√est) = 0°0'31.6"

Llegada = Punto equiv =

Punto	Punto	
bm1	gps1	S 48°15'21.9" E
bm1	gps1	S 48°15'21.8" E
Ángulo Diferencial =		0°0'0.1" ¡Bien!

Punto	Referencia	Elevaciones
CIE=BM1	Elev A' =	217.512
BM1	Elev A =	217.520
Error diferencial z =		0.008
Distancia =		944.95
Pres. Altim. Perm (PAP=0.012*√dist) =		0.012 ¡Bien!

7.4. Planos topográficos

En el Anexo K se muestran los planos del levantamiento topográfico del Barrio Marvin Marín, elaborados en el programa de automatización de dibujo AutoCAD. Los planos correspondientes son:

- 1) Levantamiento plani-altimétrico.
- 2) Localización de BM's y poligonal de cierre.

En el primero se detallan las características planialtimétricas del terreno y se incluyen las ubicaciones de las estructuras existentes en el área objeto de estudio. En el segundo, se incluye el bosquejo de la poligonal cerrada considerada y la ubicación de los BMs y GPS establecidos para el levantamiento.

7.5. Fichas de BMs y GPSs

Se presentan, a continuación, las fichas técnicas correspondiente a los dos puntos de control (GPSs) y 10 BMs considerados en el levantamiento topográfico del Barrio Marvin Marín. En estas se incluyen información sobre las dimensiones y material de los mojones, la ubicación exacta del mismo, puntos de referencia, su ubicación en el plano topográfico, y una fotografía para su identificación. Las dimensiones están dadas en metros.

FICHA TÉCNICA

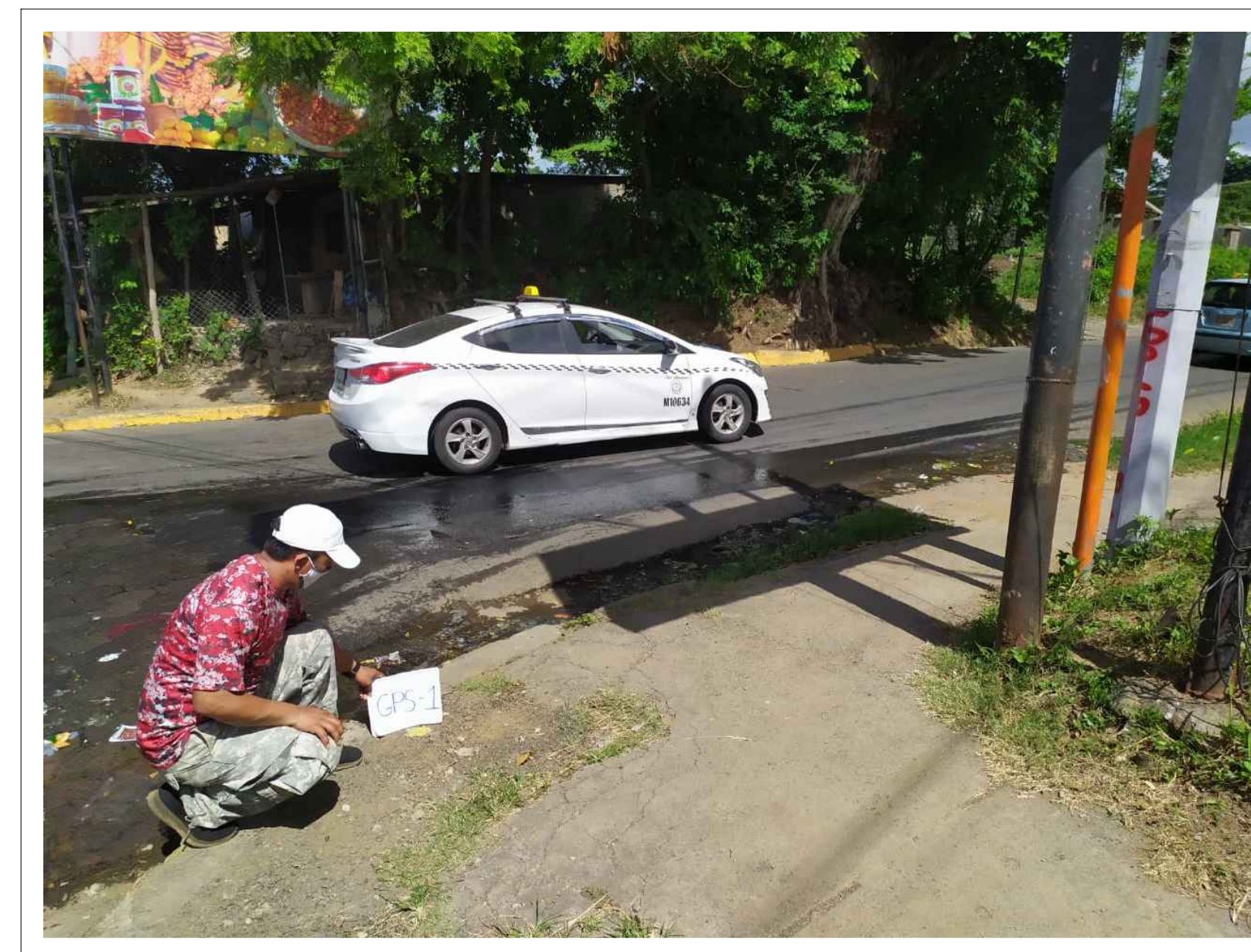
PUNTO	X	Y	Z
GPS-1	577136.000	1338664.000	210.8

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



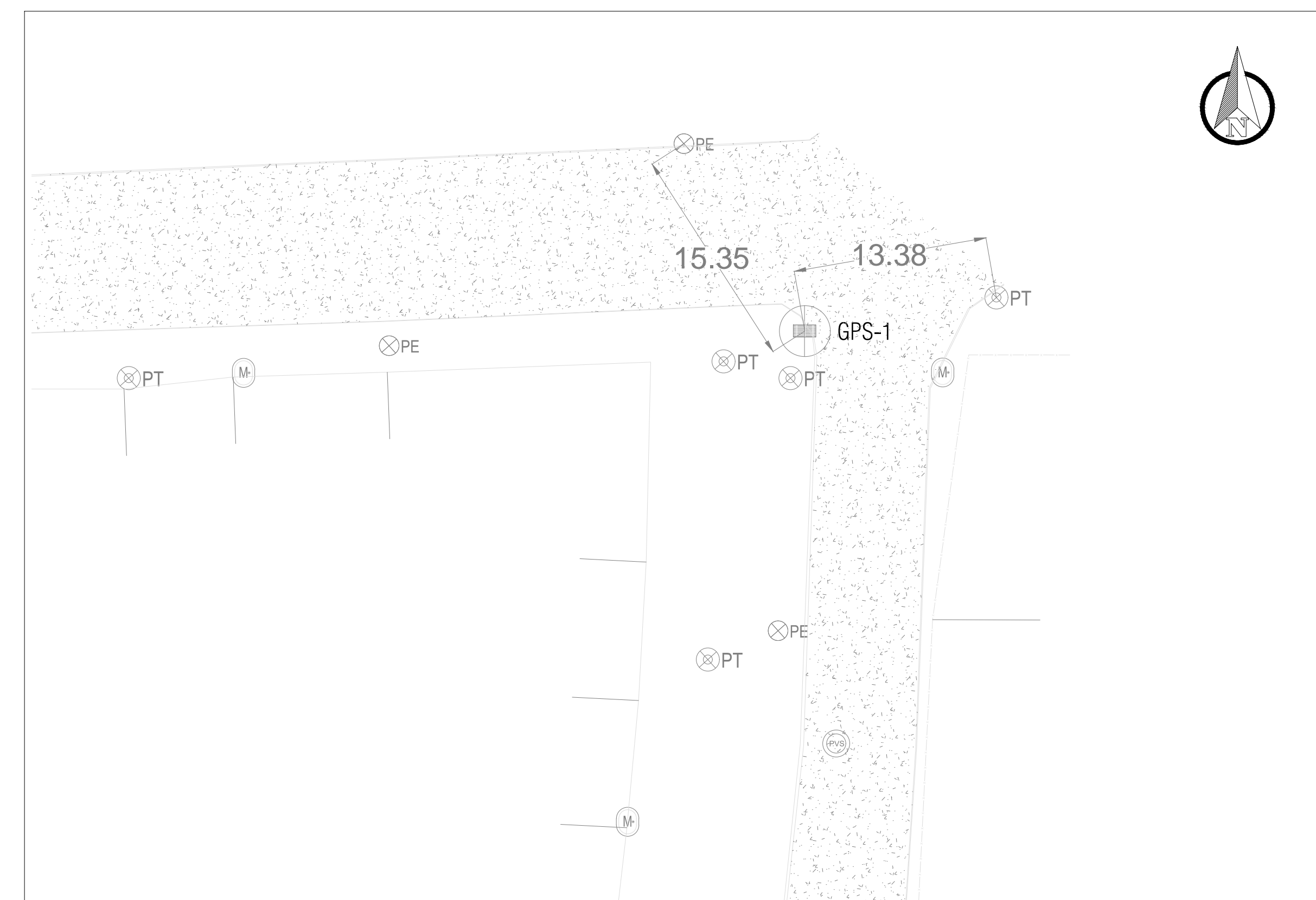
FOTOGRAFÍA GPS-1

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
GPS-2	577055.456	1338674.258	213.265

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

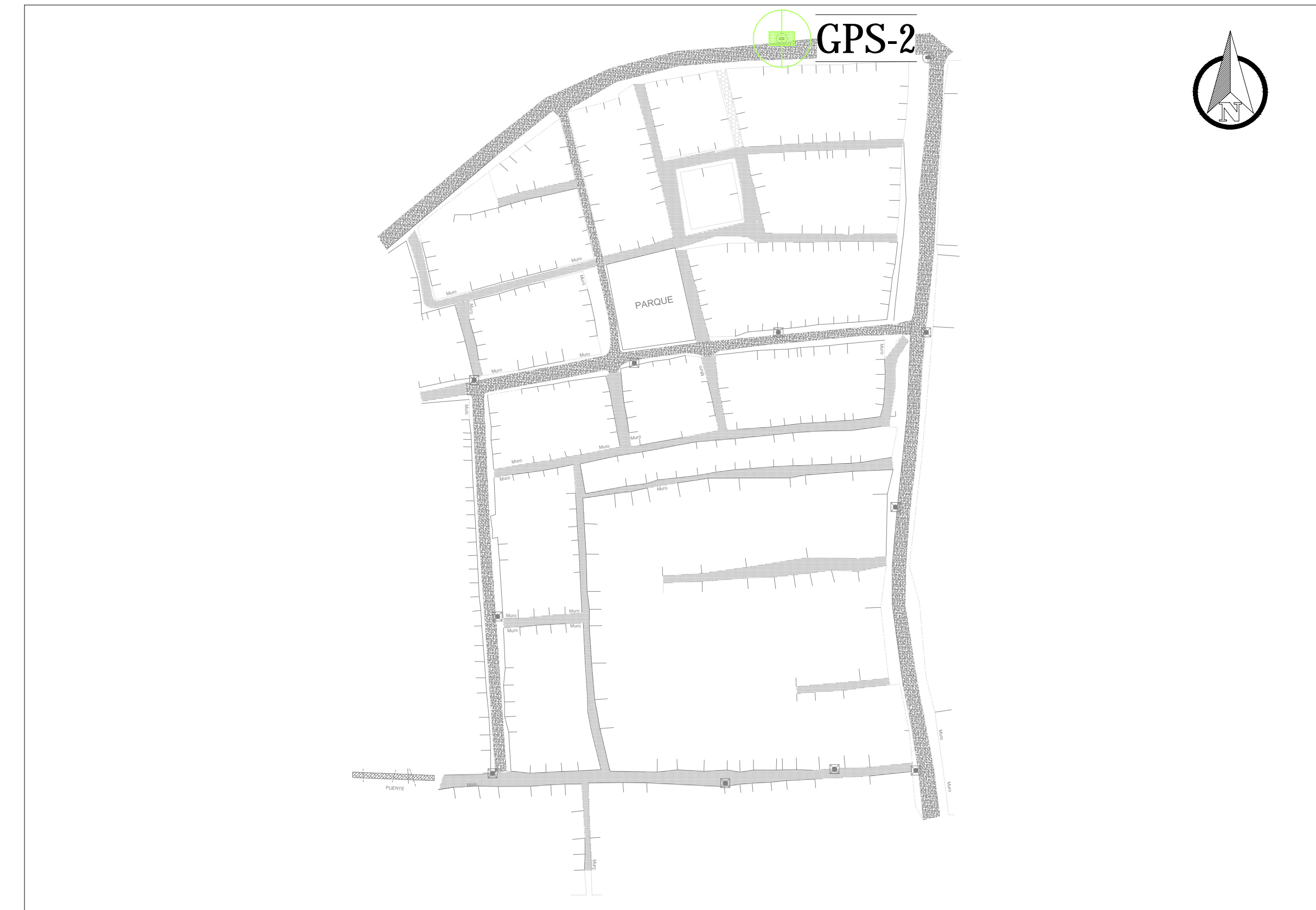
SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



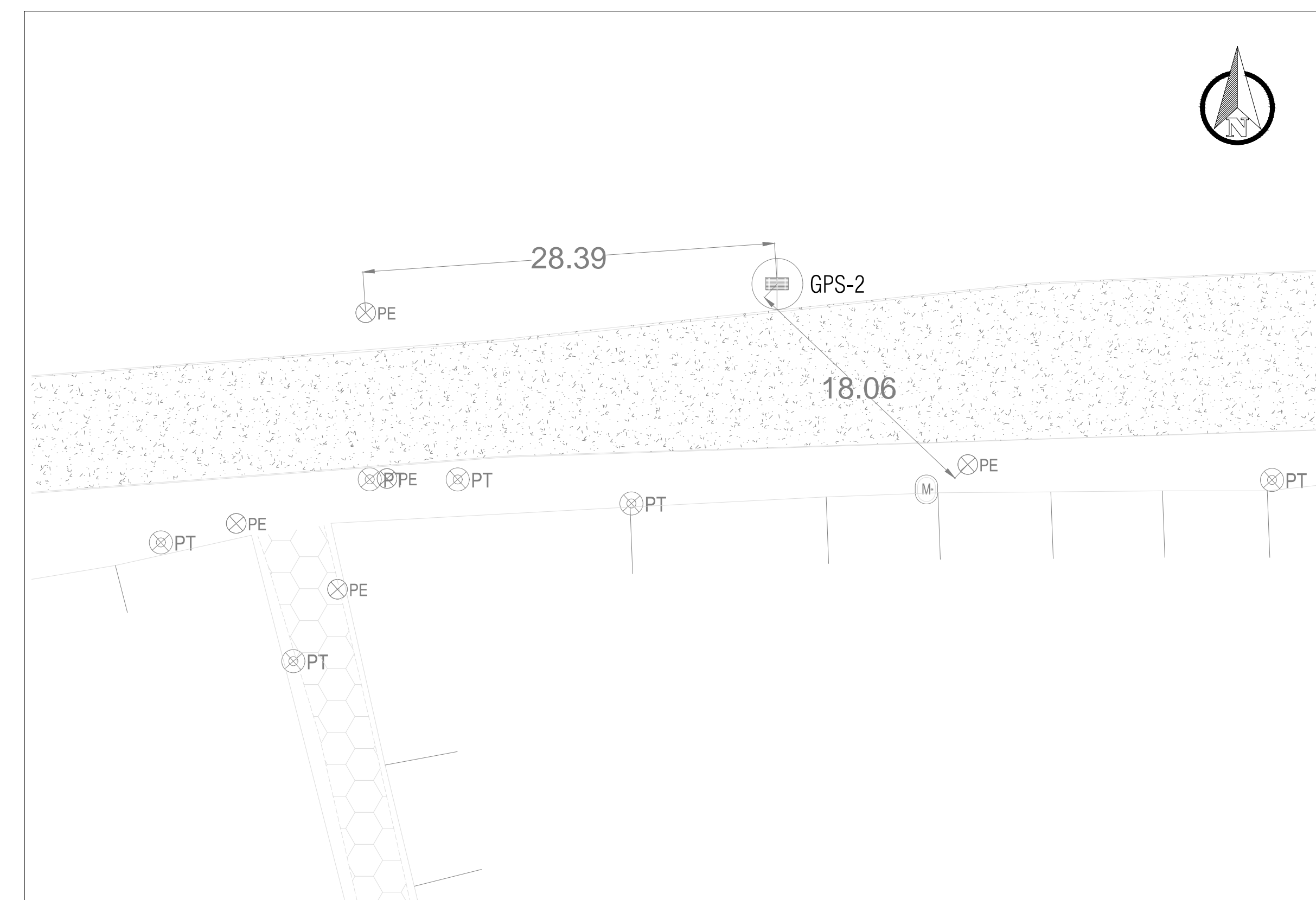
FOTOGRAFÍA GPS-2

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM1	577134.991	1338512.71	217.52

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

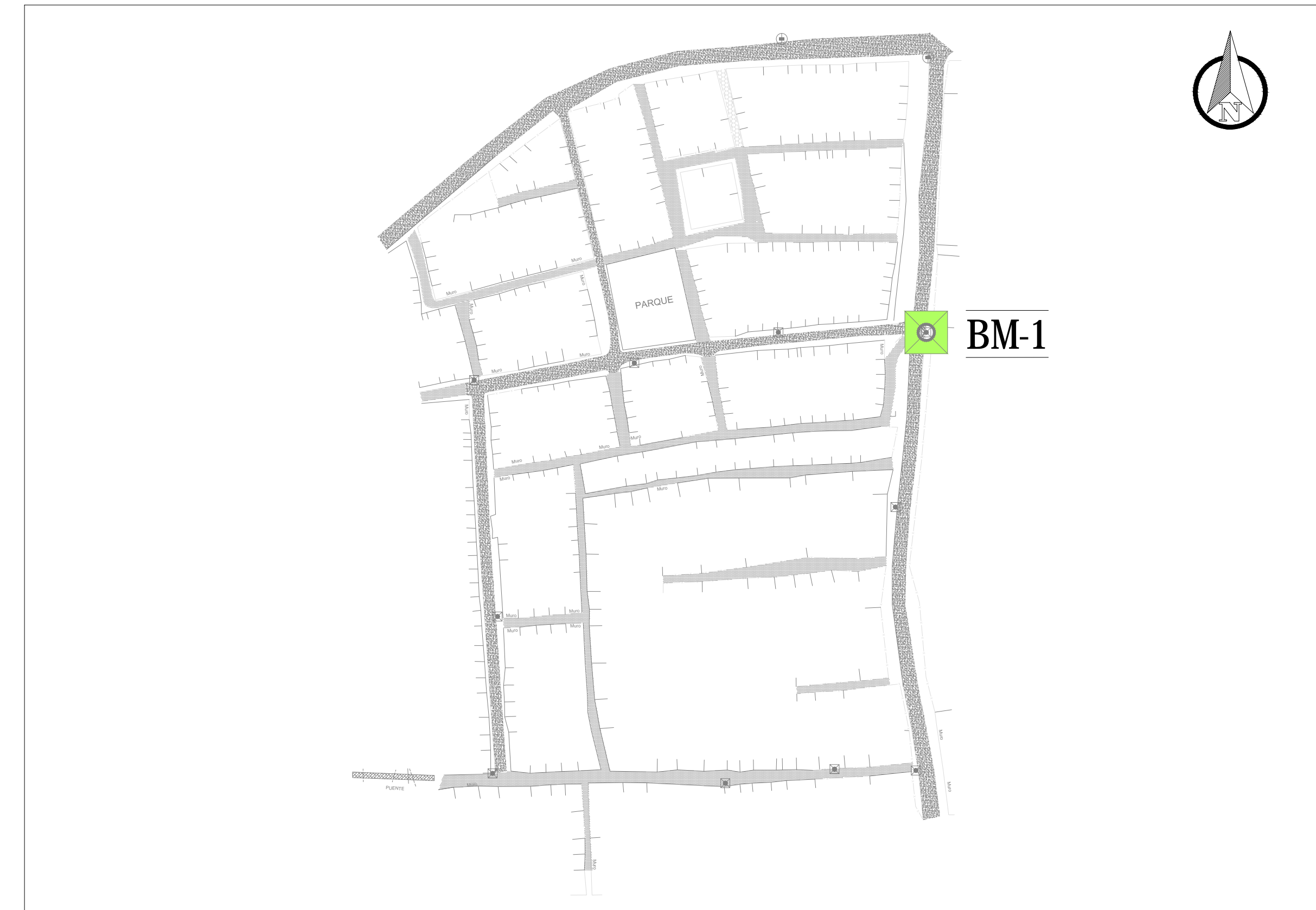
SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



FOTOGRAFÍA BM-1

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM2	577118.041	1338416.53	222.118

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

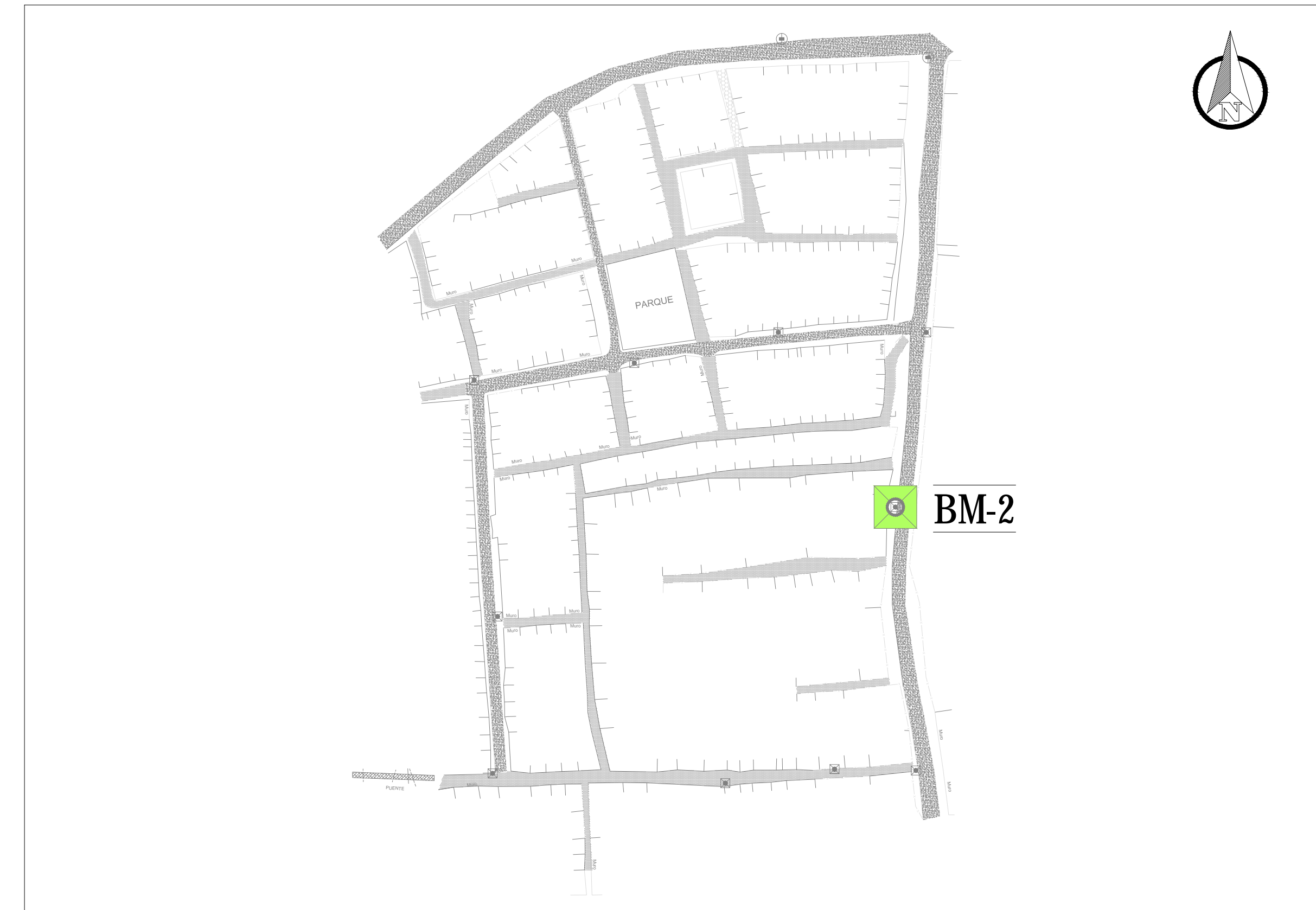
SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



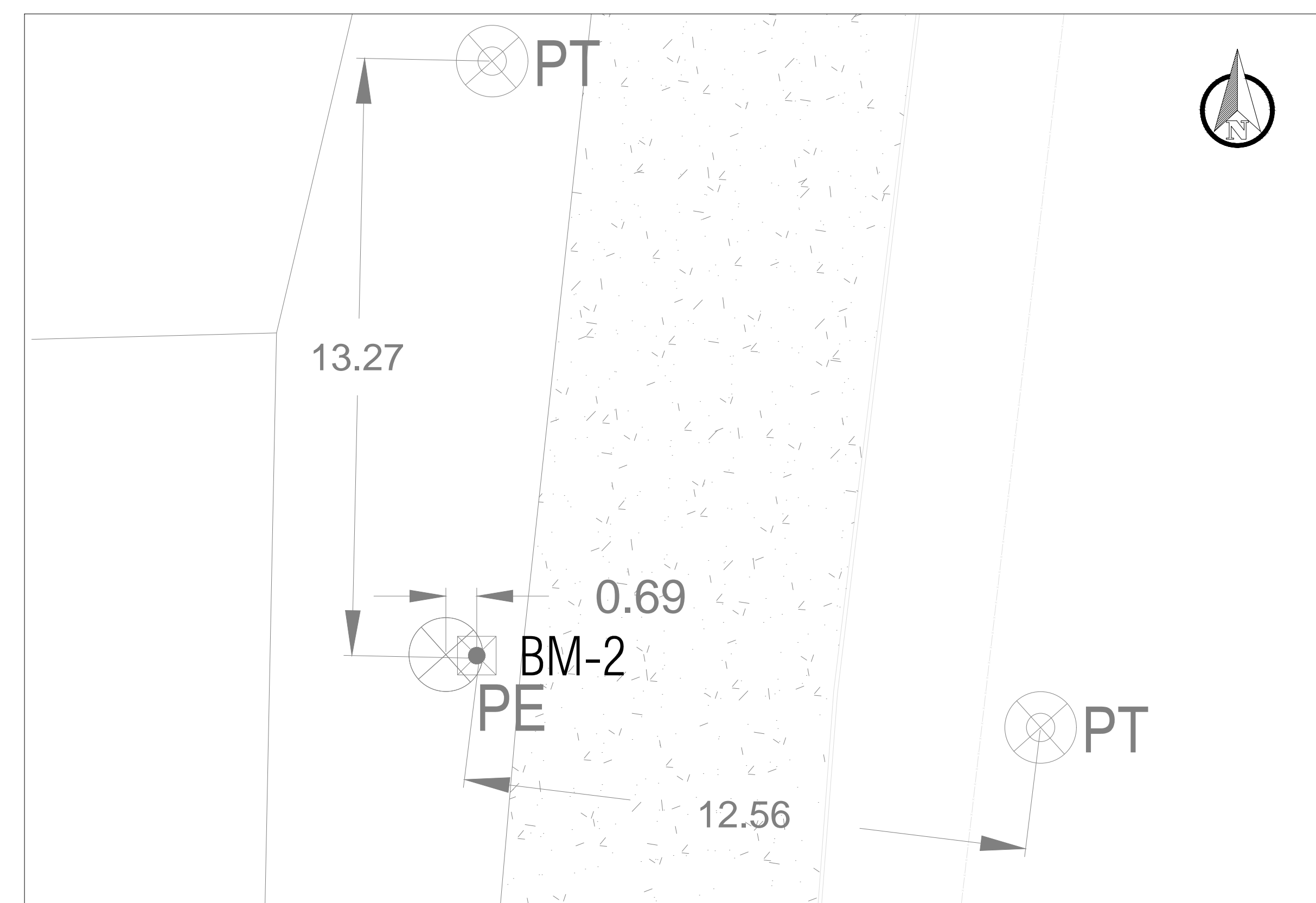
FOTOGRAFÍA BM-2

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM3	577129.253	1338271.5	230.12

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

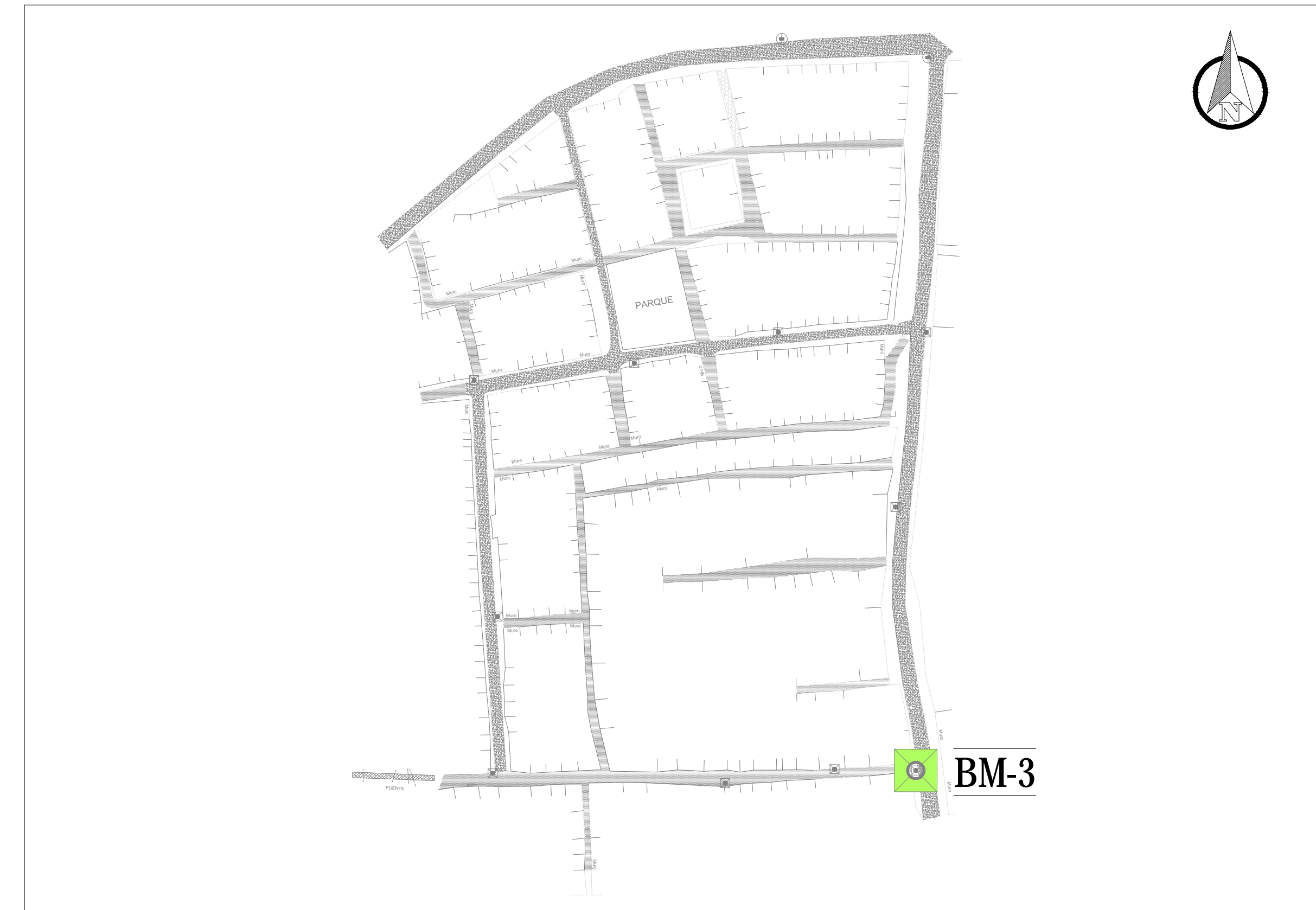
SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



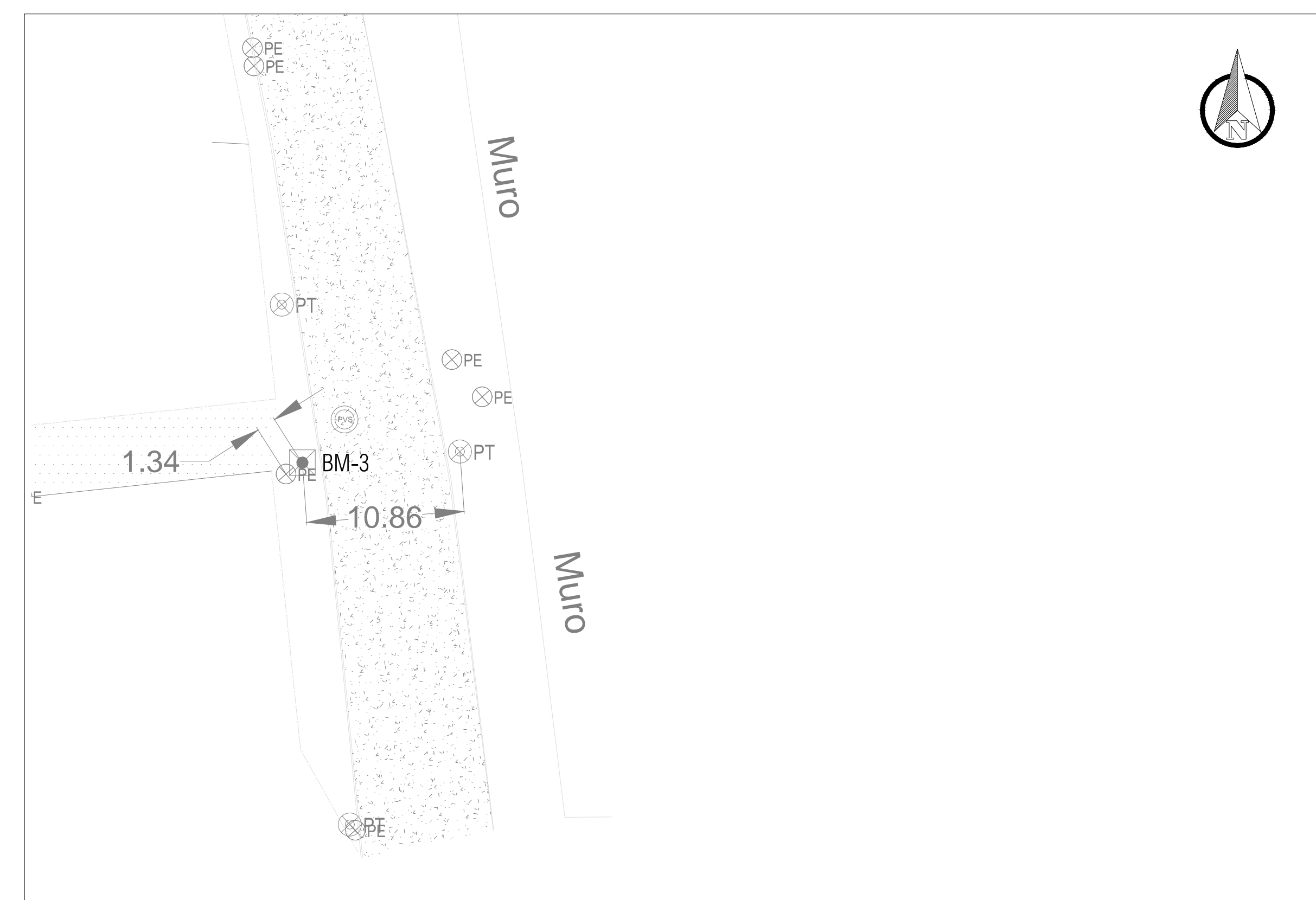
FOTOGRAFÍA BM-3

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM4	577084.516	1338272.25	229.619

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

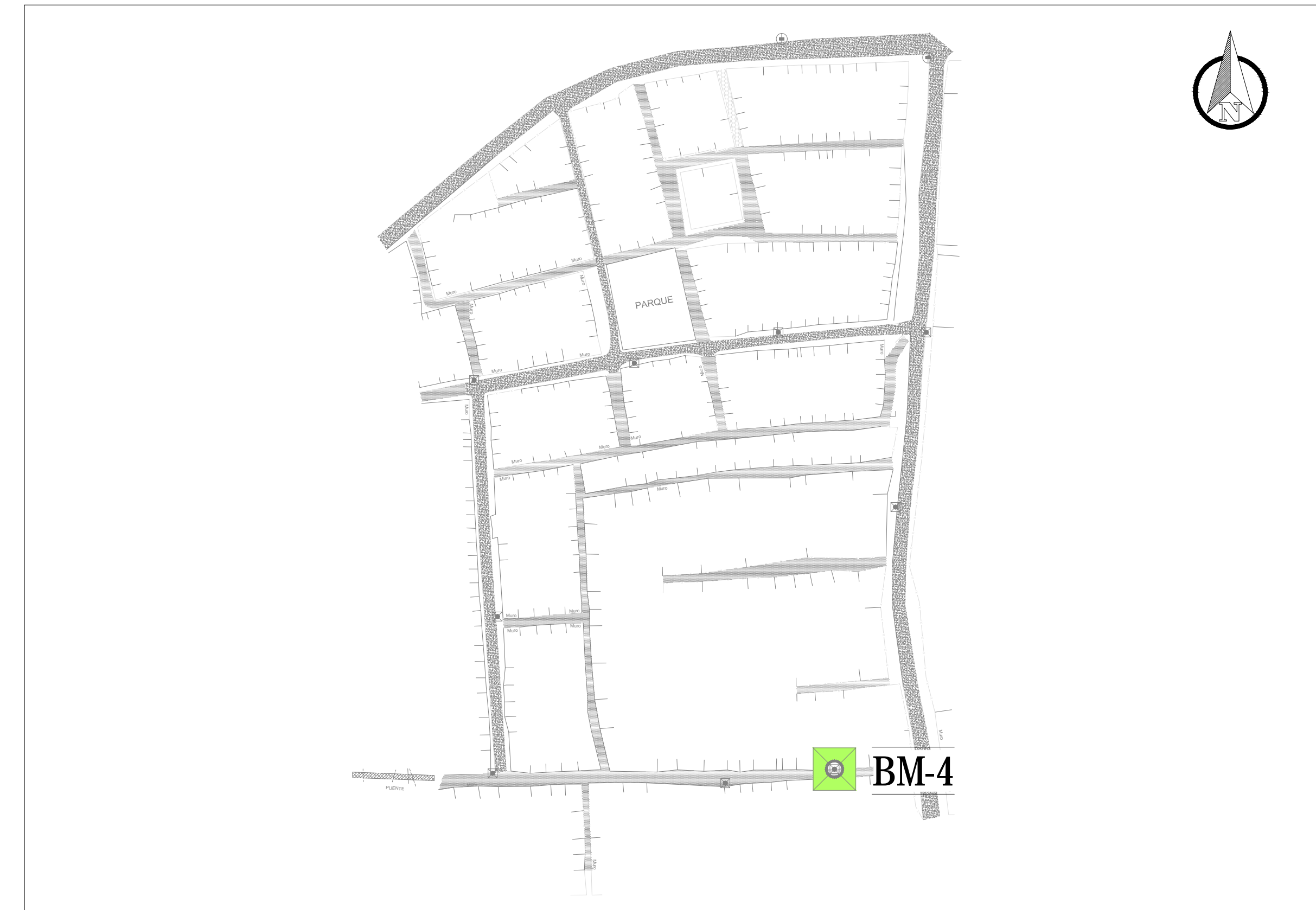
SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



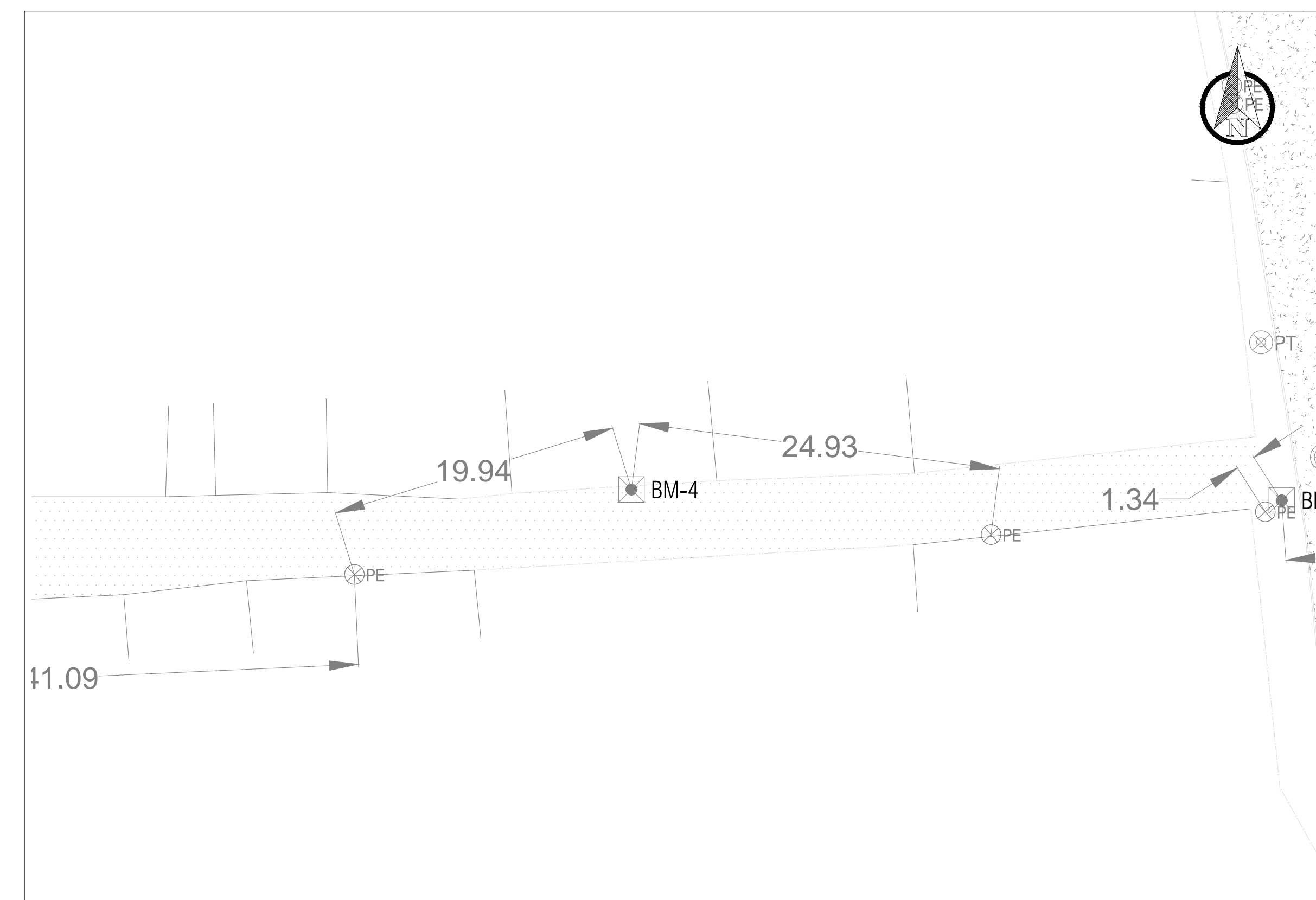
FOTOGRAFÍA BM-4

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM5	577024.402	1338264.54	218.413

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



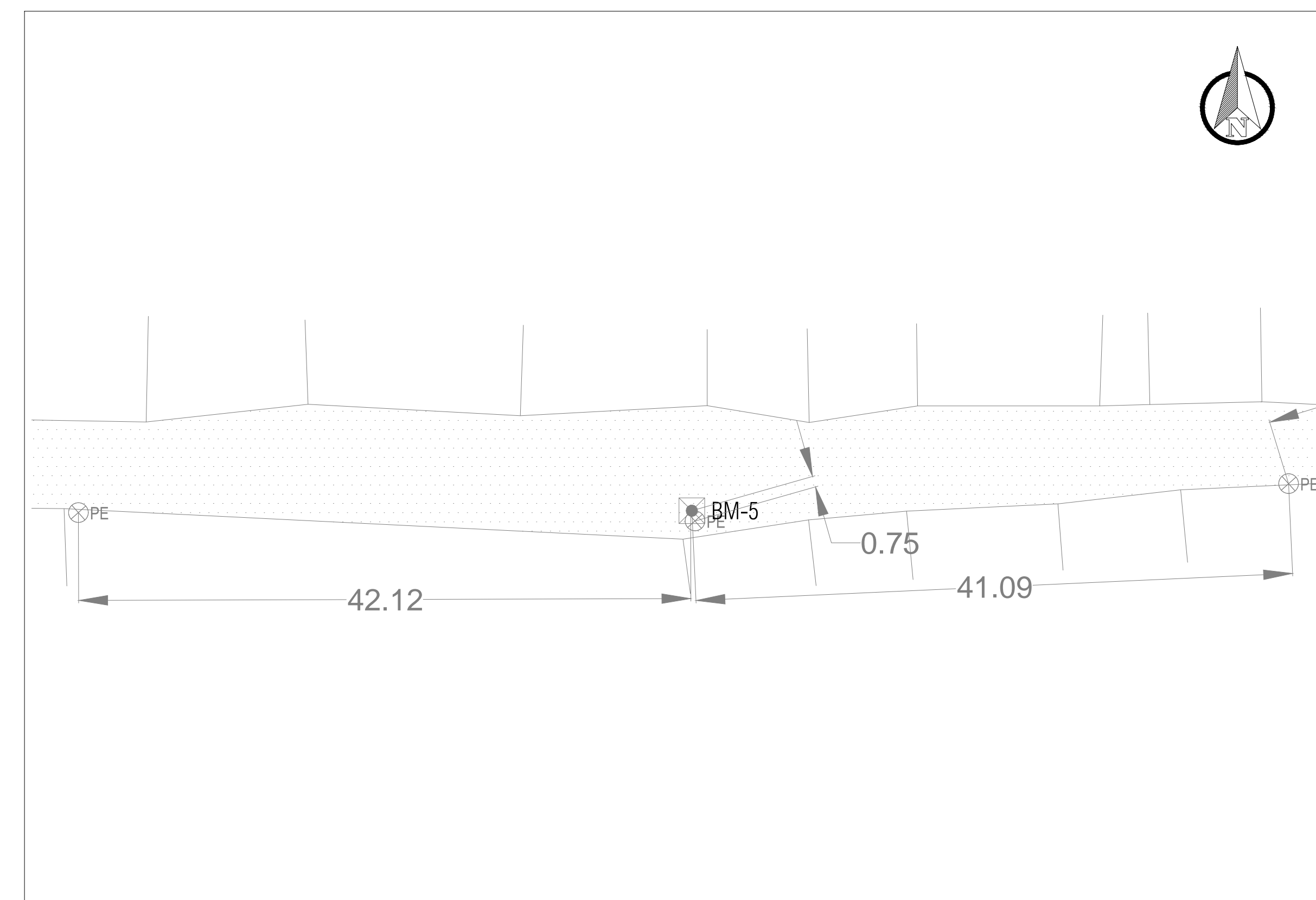
FOTOGRAFÍA BM-5

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM6	576896.328	1338269.92	211.246

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

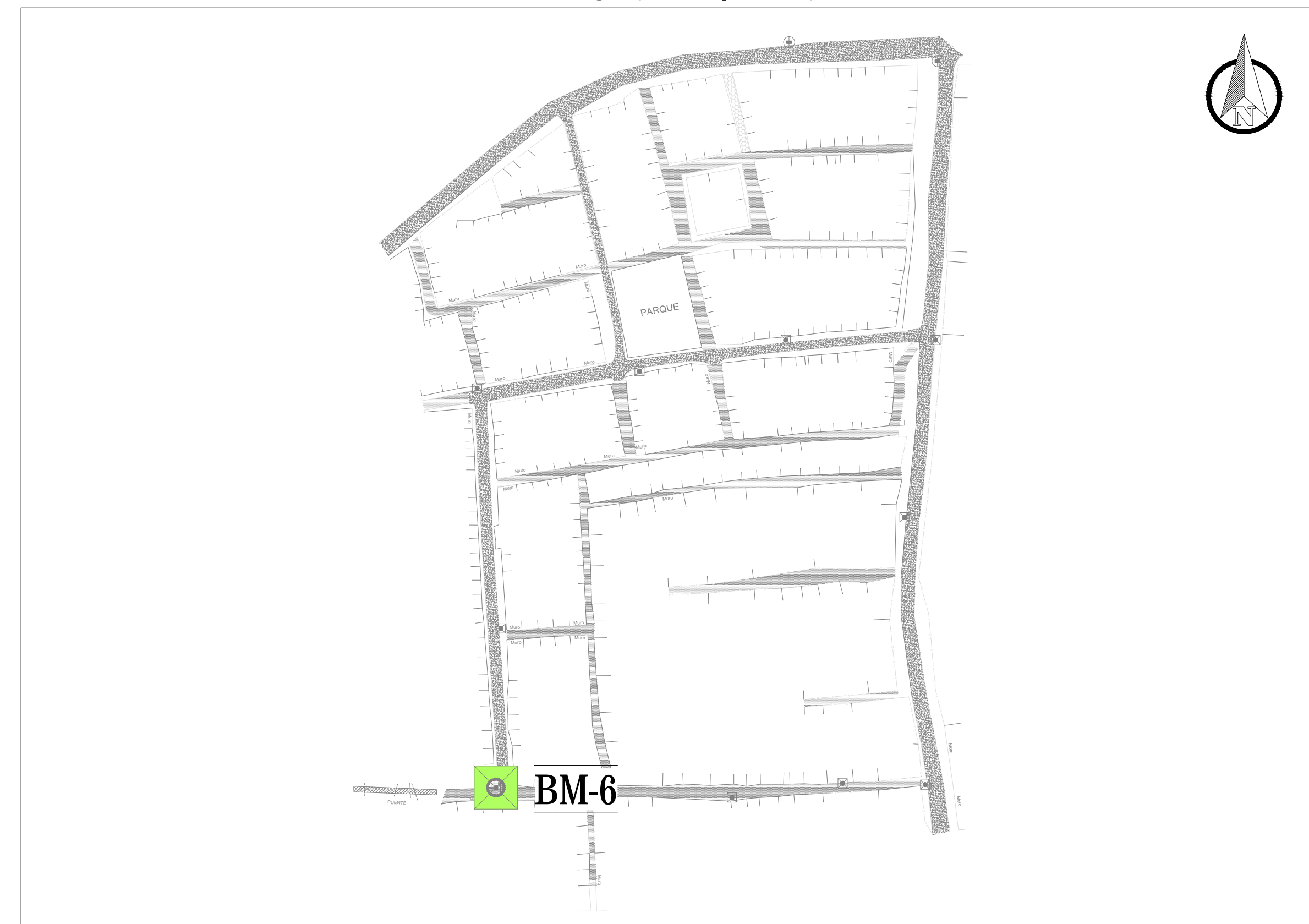
SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



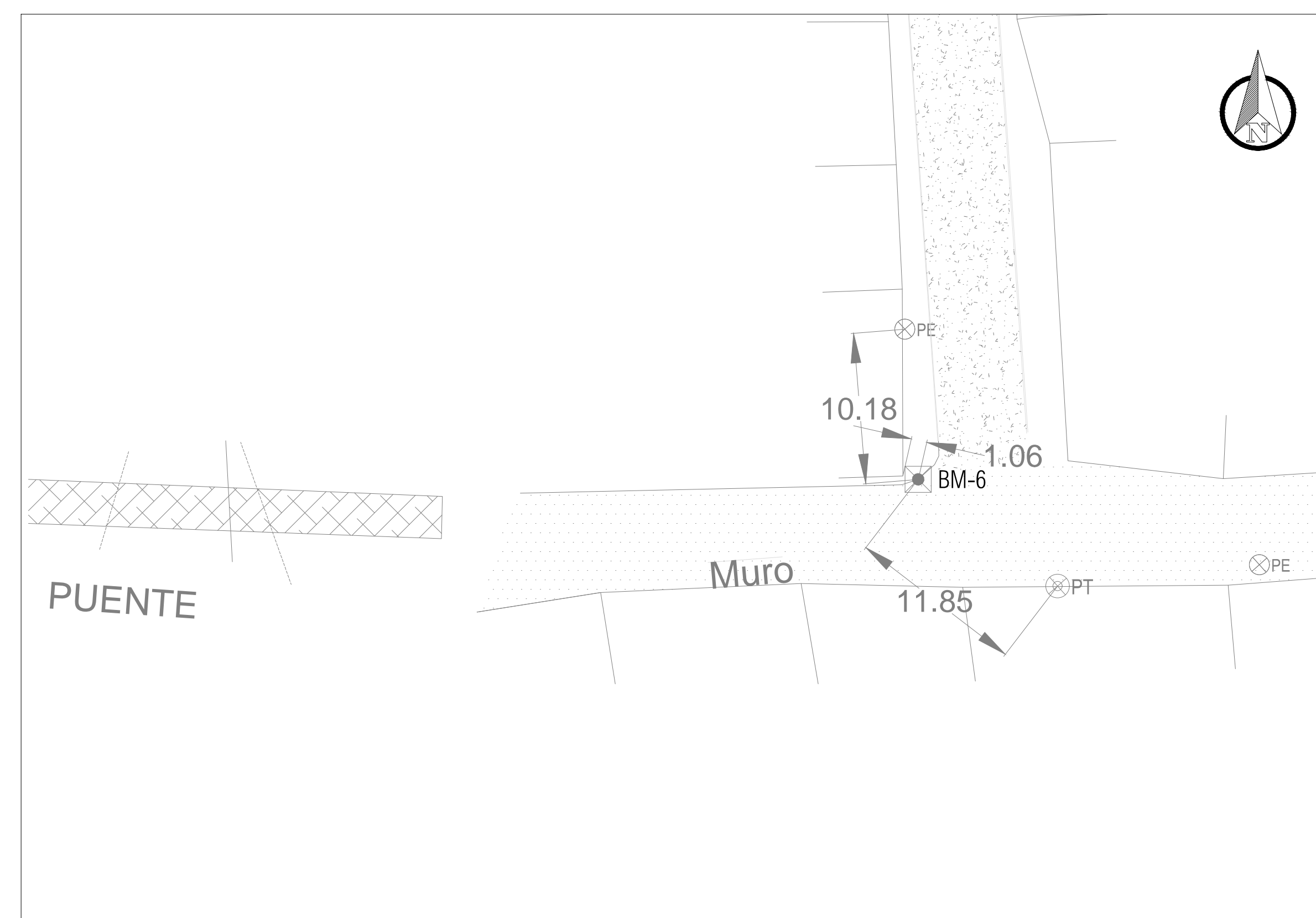
FOTOGRAFÍA BM-6

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM7	576899.036	1338356.27	209.852

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

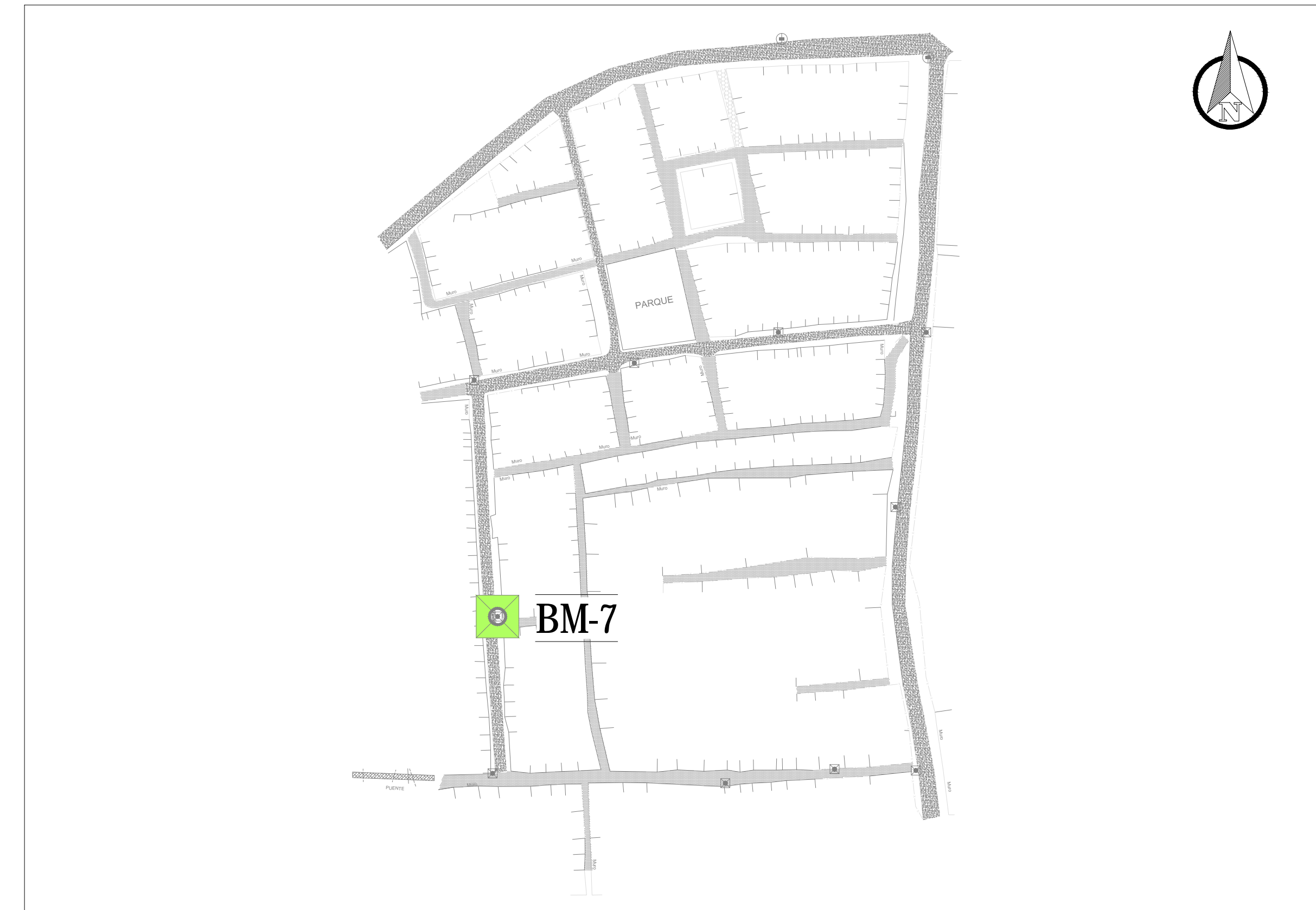
SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



FOTOGRAFÍA BM-7

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM8	576886.187	1338486.45	206.83

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



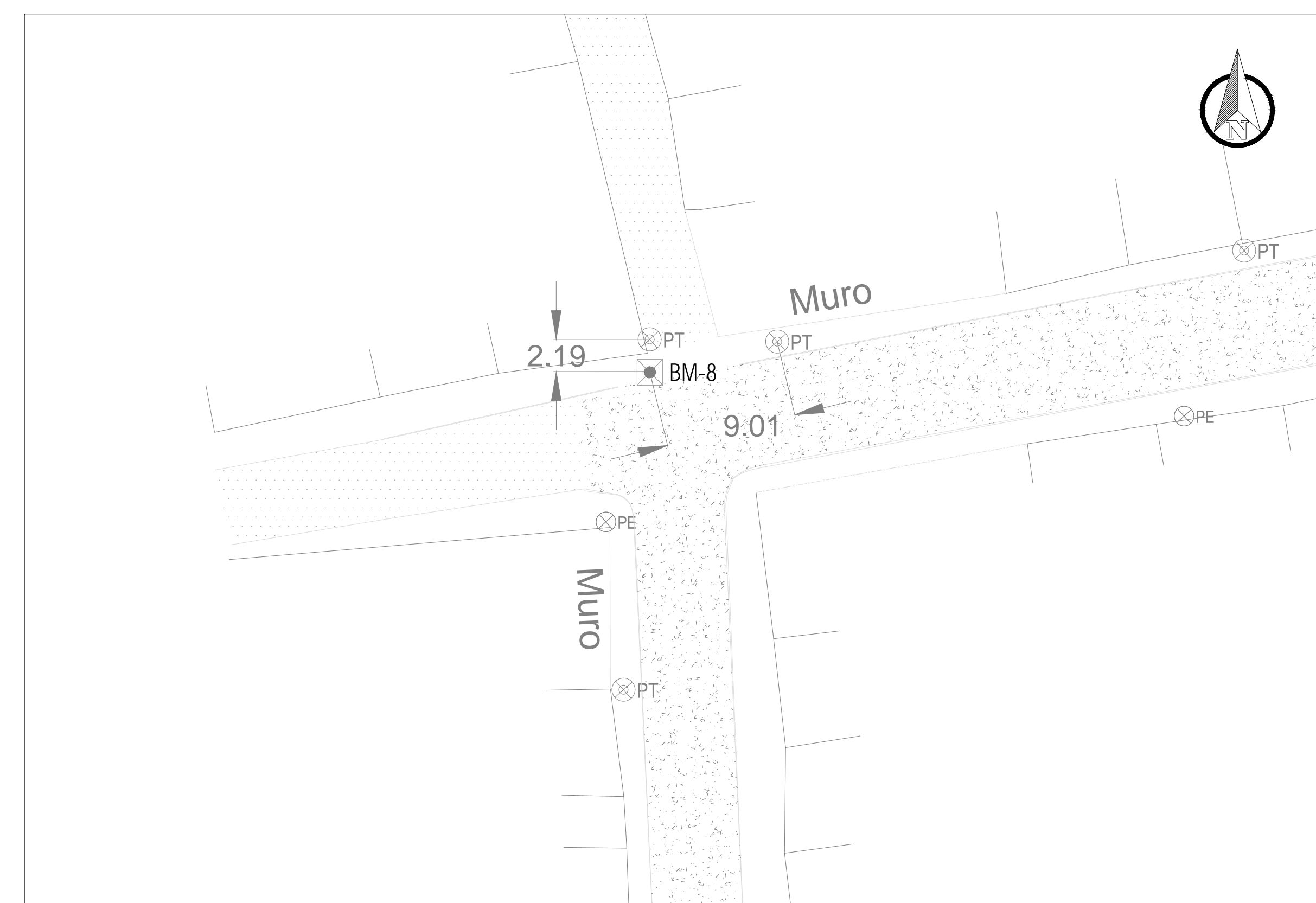
FOTOGRAFÍA BM-8

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM9	576974.303	1338495.86	211.303

DESCRIPCIÓN

Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

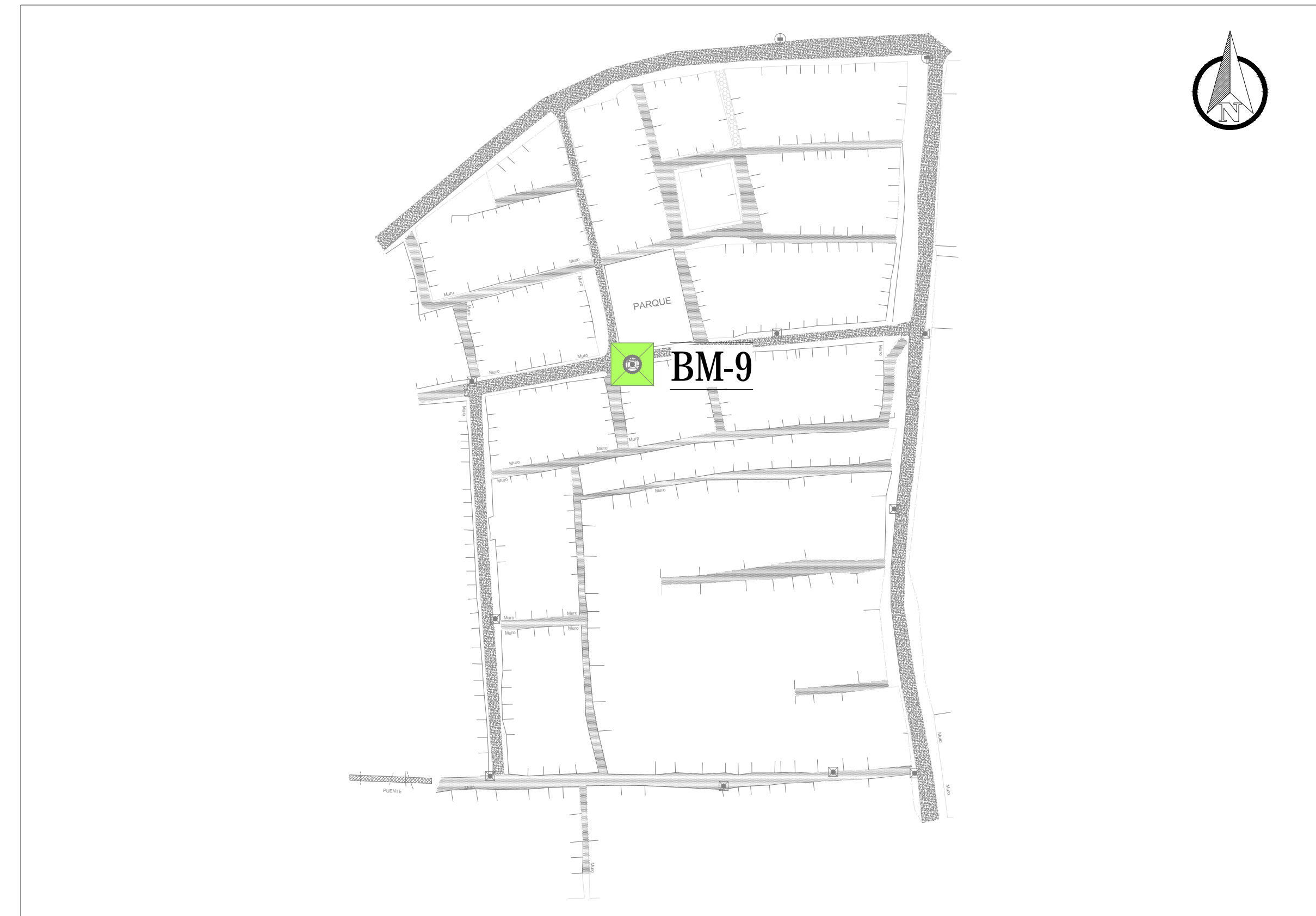
SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



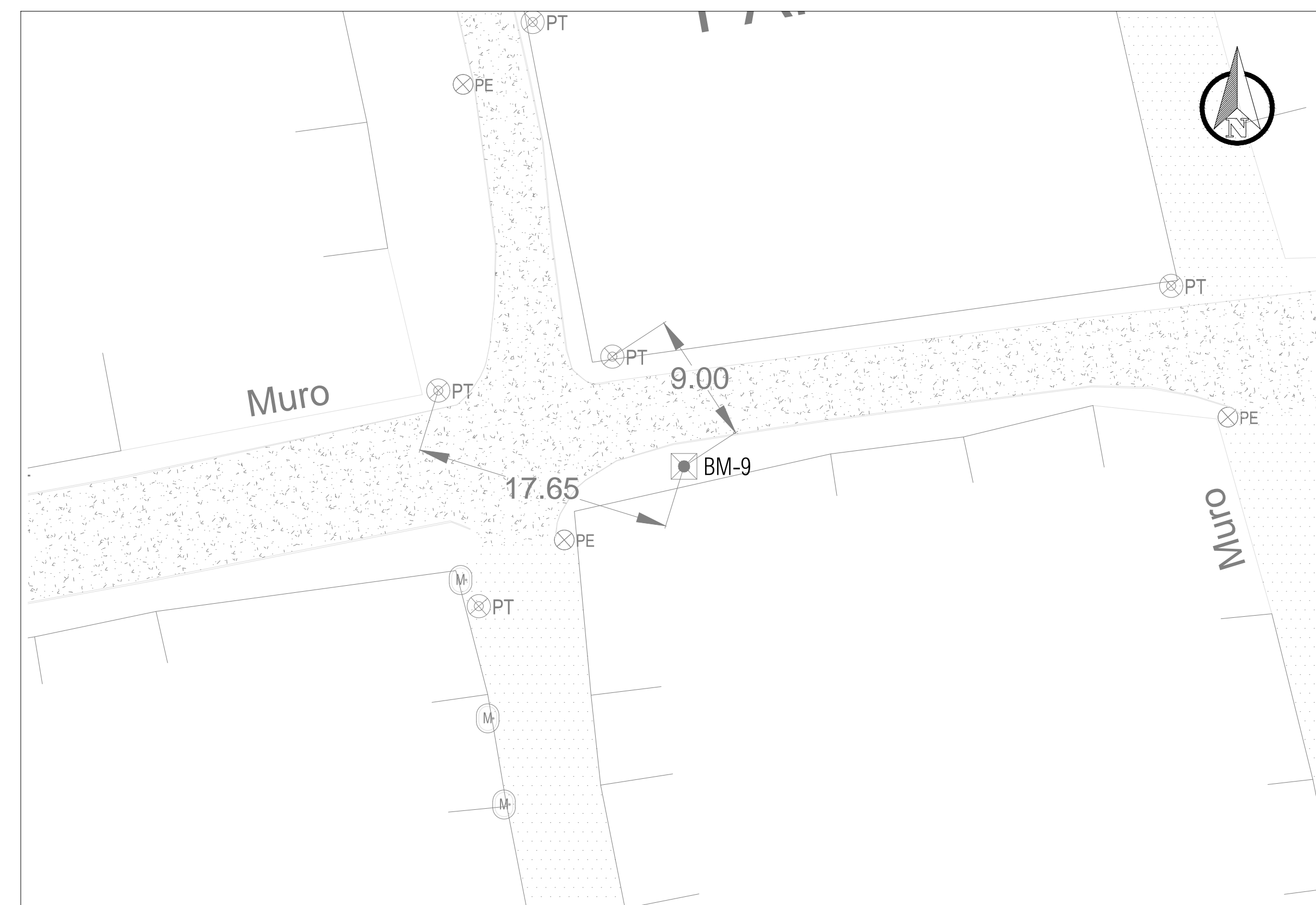
FOTOGRAFÍA BM-9

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

FICHA TÉCNICA

PUNTO	X	Y	Z
BM10	577053.607	1338512.76	220.638

DESCRIPCIÓN
 Mojón de concreto cilíndrico, de 15 cm. de diámetro por 50 cm. de longitud, con un perno al centro de 12mm. de diámetro y 15 cm. de longitud, sobresaliendo cabeza, pintados en color amarillo tráfico.

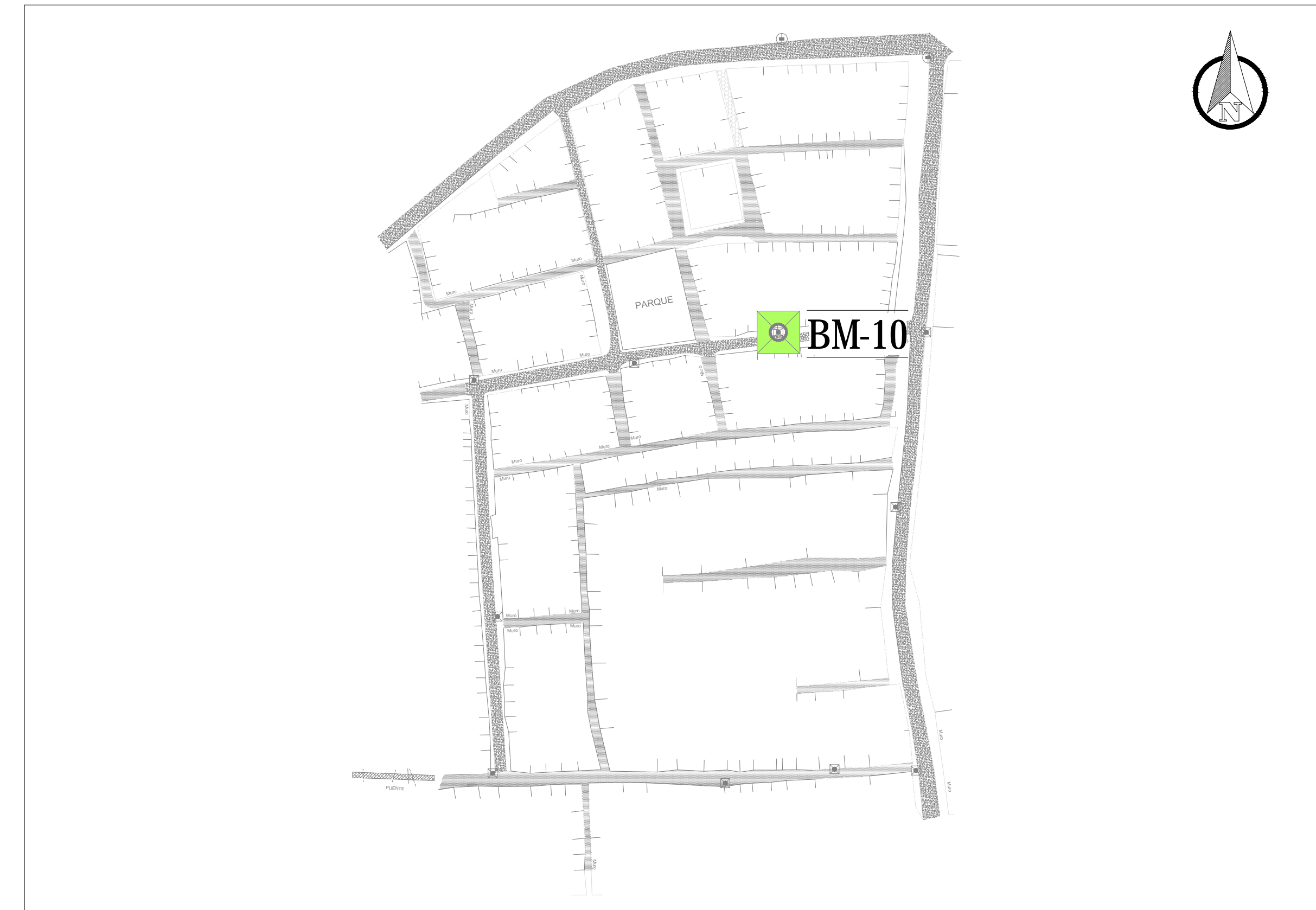
SIMBOLOGIA

	BMs		Limite de Propiedad
	GPS		Calle de Asfalto
	Poste de Energía		Calle Adoquinada
	Poste de Teléfono		Camino
	Medidor de Agua Pot.		Pozo de Visita
	Puente		Curvas de Nivel
	Cerco		



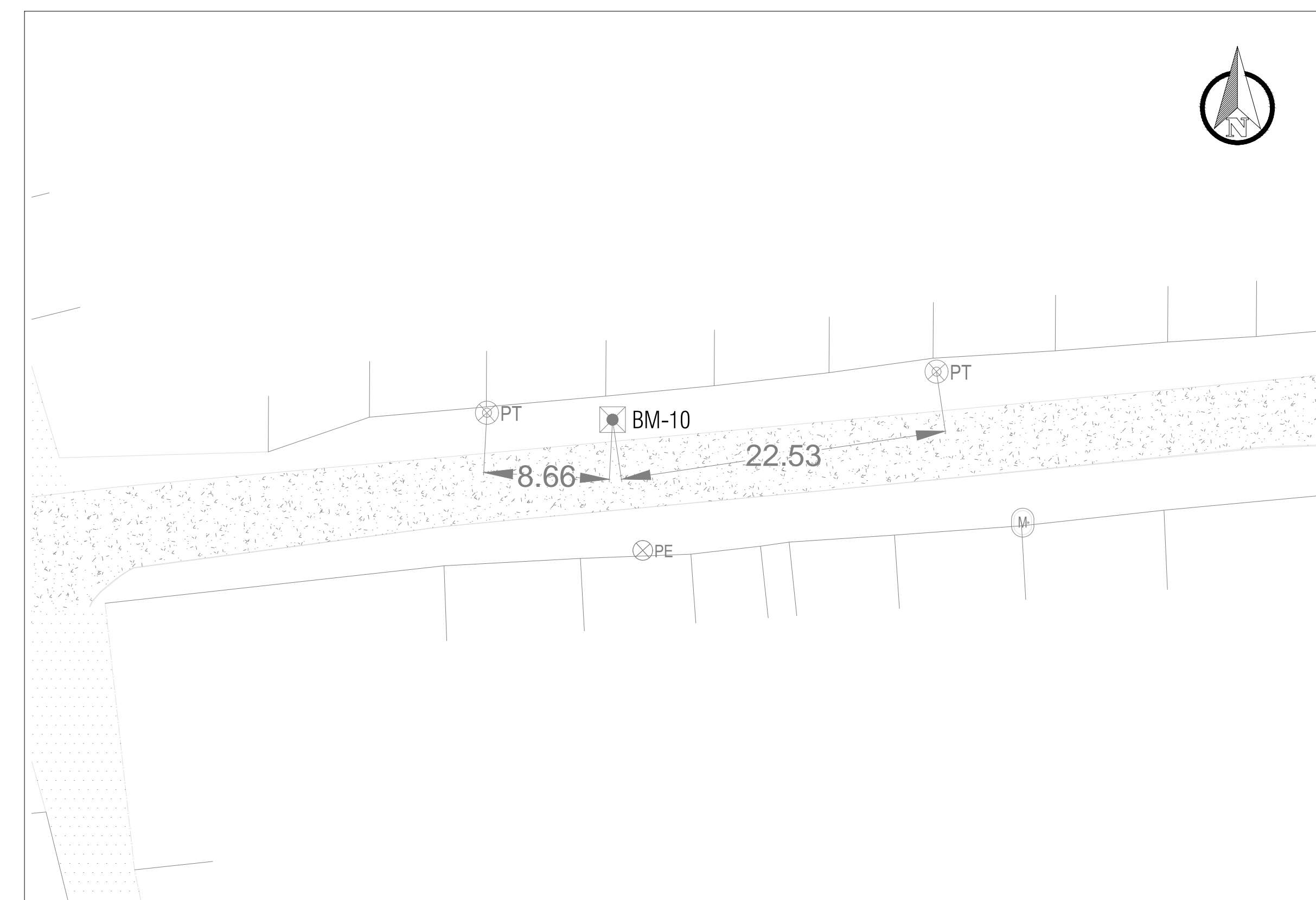
FOTOGRAFÍA BM-10

BARRIO MARVIN MARIN



PLANO DE UBICACIÓN

SIN ESCALA



ESQUEMA DE AMARRE

ESCALA: 1:750

Anexo H. Aforo de aguas residuales

Se presenta, a continuación, los resultados del aforo de aguas residuales efectuado por la ENACAL en el PVS-X6 (PVS contiguo, aguas abajo del PVS-XO), ubicado en el Barrio San Judas, del semáforo del centro de salud Edgard Lang, 3 cuadras el Este, 2 cuadras al Norte, 30 m abajo; durante el periodo comprendido del 08 de septiembre al 10 de septiembre del 2020.

EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS



GERENCIA DE OPERACIONES
DEPARTAMENTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO MANAGUA



AFORO DE AGUAS NEGRAS

PROYECTO: PROYECTO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL Bo. MARVIN MARIN

DIRECCIÓN DEL PROYECTO: Bo. MARVIN MARIN, DISTRITO III, MANAGUA

DIRECCIÓN DE AFORO: Bo. SAN JUDAS DE LOS SEMAFOROS DEL CENTRO DE SALUD EDGARD LANG 3C AL ESTE, 2C AL NORTE, 30 M ABAJO. PVS-X6

MÉTODO: MANNING FECHA : 08-sep-20

No.	INTERV.	DIAM.	LECT.	LECT.	COEF.	PEND.	VELOC.	CAUDAL
	TIEMPO	TUBERÍA	LIBRE	HÚMEDA	n	TRAMO	V (mps)	Q (lps)
01	08:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
02	09:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
03	09:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
04	10:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
05	10:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
06	11:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
07	11:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
08	12:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
09	12:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
10	01:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
11	01:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
12	02:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
13	02:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
14	03:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
15	03:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
16	04:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
17	04:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
18	05:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
19	05:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
20	06:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
21	06:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
22	07:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
23	07:30	0.200	0.175	0.025	0.015	0.028	0.70	1.58
24	08:00	0.200	0.175	0.025	0.015	0.028	0.70	1.58
25	08:30	0.200	0.175	0.025	0.015	0.028	0.70	1.58

EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS



GERENCIA DE OPERACIONES
DEPARTAMENTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO MANAGUA



AFORO DE AGUAS NEGRAS

PROYECTO:

PROYECTO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL Bo. MARVIN MARIN

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Bo. MARVIN MARIN, DISTRITO III, MANAGUA

DIRECCIÓN DE AFORO:

Bo. SAN JUDAS DE LOS SEMAFOROS DEL CENTRO DE SALUD EDGARD LANG 3C AL ESTE, 2C AL NORTE, 30 M ABAJO. PVS-X6

MÉTODO:

MANNING

FECHA :

09-sep-20

No.	INTERV.	DIAM.	LECT.	LECT.	COEF.	PEND.	VELOC.	CAUDAL
	TIEMPO	TUBERÍA	LIBRE	HÚMEDA	n	TRAMO	V (mps)	Q (lps)
01	08:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
02	09:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
03	09:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
04	10:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
05	10:30	0.200	0.145	0.055	0.015	0.028	1.12	7.86
06	11:00	0.200	0.145	0.055	0.015	0.028	1.12	7.86
07	11:30	0.200	0.145	0.055	0.015	0.028	1.12	7.86
08	12:00	0.200	0.145	0.055	0.015	0.028	1.12	7.86
09	12:30	0.200	0.145	0.055	0.015	0.028	1.12	7.86
10	01:00	0.200	0.145	0.055	0.015	0.028	1.12	7.86
11	01:30	0.200	0.145	0.055	0.015	0.028	1.12	7.86
12	02:00	0.200	0.145	0.055	0.015	0.028	1.12	7.86
13	02:30	0.200	0.145	0.055	0.015	0.028	1.12	7.86
14	03:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
15	03:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
16	04:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
17	04:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
18	05:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
19	05:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
20	06:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
21	06:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
22	07:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
23	07:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
24	08:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
25	08:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17

EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS



GERENCIA DE OPERACIONES
DEPARTAMENTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO MANAGUA



AFORO DE AGUAS NEGRAS

PROYECTO:

PROYECTO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL Bo. MARVIN MARIN

DIRECCIÓN DEL PROYECTO:

Bo. MARVIN MARIN, DISTRITO III, MANAGUA

DIRECCIÓN DE AFORO:

Bo. SAN JUDAS DE LOS SEMAFOROS DEL CENTRO DE SALUD EDGARD LANG 3C AL ESTE, 2C AL NORTE, 30 M ABAJO. PVS-X6

MÉTODO:

MANNING

FECHA :

10-sep-20

No .	INTERV.	DIAM.	LECT.	LECT.	COEF.	PEND.	VELOC.	CAUDAL
	TIEMPO	TUBERÍA	LIBRE	HÚMEDA	n	TRAMO	V (mps)	Q (lps)
01	08:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
02	09:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
03	09:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
04	10:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
05	10:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
06	11:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
07	11:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
08	12:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
09	12:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
10	01:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
11	01:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
12	02:00	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
13	02:30	0.200	0.155	0.045	0.015	0.028	1.00	5.28
14	03:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
15	03:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
16	04:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
17	04:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
18	05:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
19	05:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
20	06:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
21	06:30	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
22	07:00	0.200	0.165	0.035	0.015	0.028	0.86	3.17
23	07:30	0.200	0.175	0.025	0.015	0.028	0.70	1.58
24	08:00	0.200	0.175	0.025	0.015	0.028	0.70	1.58
25	08:30	0.200	0.175	0.025	0.015	0.028	0.70	1.58

EMPRESA NICARAGUENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS



**VICE-GERENCIA DE OPERACIONES
DEPARTAMENTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO
MANAGUA**



**PROYECTO: PROYECTO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL Bo. MARVIN
MARIN**

FECHA DE MONITOREO	CAUDAL (LPS)	
	MÁXIMO	MÍNIMO
08/09/2020	5.28	1.58
09/09/2020	7.86	3.17
10/09/2020	5.28	1.58

CAPACIDAD UTILIZADA CON CAUDAL MÁXIMO REGISTRADO	17%
--	------------

Anexo I. Tabla de la “Curva del Banano”

Tabla I-1

Relaciones de elementos hidráulicos para conductos circulares (conocida como “Curva del Banano “)

y/D	Teta (θ)	v/V	q/Q	a/A	r/R	A/D²	P/D	Rh/D
0.10	1.2870	0.4012	0.0209	0.0520	0.2541	0.0409	0.6435	0.0635
0.11	1.3523	0.4261	0.0255	0.0598	0.2781	0.0470	0.6761	0.0695
0.12	1.4150	0.4500	0.0306	0.0680	0.3018	0.0534	0.7075	0.0754
0.13	1.4755	0.4730	0.0361	0.0764	0.3253	0.0609	0.7377	0.0813
0.14	1.5340	0.4953	0.0421	0.0851	0.3485	0.0608	0.7070	0.0871
0.15	1.5908	0.5168	0.0486	0.0941	0.3715	0.0739	0.7954	0.0929
0.16	1.6461	0.5376	0.0555	0.1033	0.3942	0.0811	0.8230	0.0986
0.17	1.7000	0.5579	0.0629	0.1127	0.4166	0.0883	0.8500	0.1042
0.18	1.7526	0.5775	0.0707	0.1224	0.4388	0.0961	0.8763	0.1097
0.19	1.8041	0.5965	0.0789	0.1323	0.4607	0.1039	0.9020	0.1125
0.20	1.8546	0.6151	0.0876	0.1424	0.4824	0.1118	0.9273	0.1206
0.21	1.9041	0.6331	0.0960	0.1527	0.5037	0.1199	0.9524	0.1259
0.22	1.9528	0.6506	0.1061	0.1631	0.5248	0.1281	0.9764	0.1312
0.23	2.0007	0.6676	0.1160	0.1738	0.5457	0.1365	1.0002	0.1364
0.24	2.0479	0.6844	0.1263	0.1845	0.5662	0.1449	1.0239	0.1416
0.25	2.0944	0.7007	0.1370	0.1955	0.5865	0.1535	1.0472	0.1466
0.26	2.1403	0.7165	0.1480	0.2066	0.6065	0.1623	1.0701	0.1516
0.27	2.1856	0.7320	0.1595	0.2178	0.6262	0.1711	1.0928	0.1566
0.28	2.2304	0.7471	0.1712	0.2292	0.6457	0.1800	1.1152	0.1644
0.29	2.2747	0.7618	0.1834	0.2407	0.6649	0.1890	1.1373	0.1662
0.30	2.3186	0.7761	0.1958	0.2523	0.6838	0.1982	1.1593	0.1709
0.31	2.3620	0.7902	0.2086	0.2640	0.7024	0.2074	1.1810	0.1755
0.32	2.4051	0.8039	0.2218	0.2759	0.7207	0.2167	1.2025	0.1801
0.33	2.4478	0.8172	0.2352	0.2878	0.7387	0.2260	1.2239	0.1848
0.34	2.4901	0.8302	0.2489	0.2998	0.7565	0.2335	1.2451	0.1891
0.35	2.5322	0.8430	0.2629	0.3119	0.7740	0.2450	1.2661	0.1935
0.36	2.5740	0.8554	0.2772	0.3241	0.7911	0.2546	1.2870	0.1978
0.37	2.6155	0.8675	0.2918	0.3364	0.8080	0.2642	1.3078	0.2020
0.38	2.6569	0.8794	0.3066	0.3487	0.8246	0.2739	1.3284	0.2064
0.39	2.6968	0.8909	0.3217	0.3611	0.8409	0.2836	1.3490	0.2102
0.40	2.7389	0.9022	0.3370	0.3735	0.8569	0.2934	1.3694	0.2142
0.41	2.7796	0.9111	0.3525	0.3860	0.8726	0.3032	1.3898	0.2181
0.42	2.8202	0.9239	0.3682	0.3986	0.8880	0.3130	1.4101	0.2220
0.43	2.8607	0.9343	0.3842	0.4112	0.9031	0.3229	1.4303	0.2257
0.44	2.9010	0.9445	0.4002	0.4238	0.9179	0.3328	1.4505	0.2294
0.45	2.9413	0.9544	0.4165	0.4364	0.9323	0.3428	1.4706	0.2331
0.46	2.9814	0.9640	0.4330	0.4491	0.9464	0.3527	1.4907	0.2366
0.47	3.0215	0.9734	0.4495	0.4618	0.9604	0.3627	1.5108	0.2400
0.48	3.0616	0.9825	0.4663	0.4745	0.9739	0.3727	1.5309	0.2434
0.49	3.1016	0.9914	0.4831	0.4873	0.9871	0.3827	1.5508	0.2167

y/D	Teta (θ)	v/V	q/Q	a/A	r/R	A/D ²	P/D	Rh/D
0.50	3.1416	1.0000	0.5000	0.5000	1.0000	0.3927	1.5708	0.2500
0.51	3.1816	1.0084	0.5170	0.5127	1.0126	0.4027	1.5908	0.2537
0.52	3.2216	1.0165	0.5341	0.5255	1.0248	0.4127	1.6108	0.2567
0.53	3.2617	1.0243	0.5513	0.5382	1.0367	0.4227	1.6308	0.2591
0.54	3.3018	1.0320	0.5685	0.5509	1.0483	0.4327	1.6509	0.2620
0.55	3.3419	1.0393	0.5857	0.5663	1.0595	0.4426	1.6710	0.2649
0.56	3.3822	1.0464	0.6030	0.5762	1.0704	0.4526	1.6911	0.2678
0.57	3.4225	1.0533	0.6202	0.5888	1.0810	0.4625	1.7113	0.2703
0.58	3.4630	1.0599	0.6375	0.6014	1.0912	0.4723	1.7315	0.2728
0.59	3.5036	1.0663	0.6547	0.6140	1.1011	0.4822	1.7518	0.2753
0.60	0.0544	1.0724	0.6718	0.6265	1.1106	0.4920	1.7722	0.2776
0.61	3.5852	1.0783	0.6889	0.6389	1.1197	0.5018	1.7920	0.2797
0.62	3.6263	1.0839	0.7060	0.6513	1.1285	0.5118	1.8182	0.2818
0.63	3.6676	1.0893	0.7229	0.6636	1.1369	0.5212	1.8338	0.2839
0.64	3.7092	1.0944	0.7397	0.6759	1.1449	0.5308	1.8546	0.2860
0.65	3.7510	1.0993	0.7564	0.6881	1.1526	0.5404	1.8755	0.2881
0.66	3.7931	1.1039	0.7730	0.7002	1.1599	0.5499	1.8963	0.2889
0.67	3.8354	1.1083	0.7893	0.7122	1.1667	0.5594	1.9177	0.2917
0.68	3.8781	1.1124	0.8055	0.7241	1.1732	0.5687	1.9391	0.2935
0.69	3.9212	1.1162	0.8215	0.7360	1.1793	0.5784	1.9606	0.2950
0.70	3.9646	1.1198	0.8372	0.7477	1.1849	0.5872	1.9823	0.2963
0.71	4.0085	1.1231	0.8528	0.7593	1.1902	0.5964	2.0042	0.2973
0.72	4.0528	1.1261	0.8680	0.7708	1.1950	0.6054	2.0264	0.2982
0.73	4.0976	1.1288	0.8829	0.7822	1.1994	0.6113	2.0484	0.2996
0.74	4.1429	1.1313	0.8976	0.7934	1.2033	0.6231	2.0714	0.3006
0.75	4.1880	1.1335	0.9119	0.8045	1.2067	0.6318	2.0984	0.3017
0.76	4.2353	1.1353	0.9258	0.8155	1.2097	0.6404	2.1176	0.3025
0.77	4.2825	1.1369	0.9394	0.8262	1.2123	0.6489	2.1412	0.3032
0.78	4.3304	1.1382	0.9525	0.8369	1.2143	0.6573	2.1672	0.3037
0.79	4.3791	1.1391	0.9652	0.8473	1.2158	0.6655	2.1895	0.3048
0.80	4.4286	1.1397	0.9775	0.8576	1.2168	0.6736	2.2143	0.3042
0.81	4.4791	1.1400	0.9892	0.8677	1.2172	0.6815	2.2395	0.3044
0.82	4.5306	1.1399	1.0004	0.8776	1.2171	0.6893	2.2653	0.3043
0.83	4.5832	1.1395	1.0110	0.8873	1.2164	0.6969	2.2916	0.3041
0.84	4.6371	1.1387	1.0211	0.8967	1.2150	0.7043	2.3186	0.3038
0.85	4.6924	1.1374	1.0304	0.9059	1.2131	0.7115	2.3462	0.3033
0.86	4.7492	1.1358	1.0391	0.9149	1.2104	0.7186	2.3746	0.3026
0.87	4.8077	1.1337	1.0471	0.9236	1.2071	0.7254	2.4038	0.3017
0.88	4.8968	1.1311	1.0542	0.4320	1.2029	0.7320	2.4341	0.3008
0.89	4.9309	1.1280	1.0605	0.9402	1.1980	0.7384	2.4655	0.2996
0.90	4.9962	1.1243	1.0658	0.9480	1.1921	0.7445	2.4981	0.2980
0.91	5.0644	1.1200	1.0701	0.9554	1.1853	0.7650	2.5322	0.2963
0.92	5.1362	1.1152	1.0733	0.9625	1.1775	0.7560	2.5687	0.2944
0.93	5.2121	1.1093	1.0755	0.9692	1.1684	0.7613	2.6064	0.2922
0.94	5.2933	1.1027	1.0757	0.9755	1.1579	0.7662	2.6467	0.2896
0.95	5.3811	1.0950	1.0745	0.9813	1.1458	0.7707	2.6906	0.2864
0.96	5.4778	1.0859	1.0714	0.9866	1.1316	0.7749	2.7380	0.2830
0.97	5.5869	1.0751	1.0650	0.9913	1.1148	0.7789	2.7934	0.2787
0.98	5.7156	1.0618	1.0567	0.9952	1.0941	0.7816	2.8578	0.2735

y/D	Teta (θ)	v/V	q/Q	a/A	r/R	A/D^2	P/D	Rh/D
0.99	5.8825	1.0437	1.0420	0.9983	1.0663	0.7843	2.9412	0.2664
1.00	6.2832	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.7854	3.1416	0.2500

Nota. En donde “y” es el tirante de agua; “D” es el diámetro; “v” es la velocidad a sección parcial (de diseño); “V” es la velocidad a tubo lleno; “q” es el caudal a sección parcial (de diseño); “Q” es el caudal a sección llena; “a” es el área a sección parcial (de diseño); “A” es el área a sección llena; “r” es el radio hidráulico a sección parcial (de diseño); “R” o “Rh” es el radio hidráulico a tubo lleno; y “P” es el perímetro mojado a sección llena. Tabla facilitada por la Ing. Yalena Navarro.

Anexo J. Presupuesto de obras

A continuación, se muestra en la Tabla J-1 los resultados del presupuesto de las obras a efectuarse en la etapa de construcción.

Tabla J-1
Estimación del presupuesto de las obras

Ítem	Código de la ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario U\$	Costo total U\$	Costo directo US\$		Materiales		Mano de obra		Transporte/Equipo		Sub-contratos	
							Unitario US \$	Total US \$	Unitario US \$	Total US\$	Unitario US \$	Total US \$	Unitario US \$	Total US \$	Unitario US \$	Total US\$
1		RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO				1,193,696.92	904,436.53	257,683.75	183,861.05	94,155.92	368,344.12					
1.1		Excavación, relleno y compactación: (Incluye limpieza inicial, nivelación, excavación, relleno de acuerdo a la norma ASTM 2487, compactación al 95% Próctor Estándar (AASHTO-99), protección de todas las excavaciones, transporte, desalojo del material de desecho, suministro de material, entibado donde sea necesario, y acarreo.				173,306.35	131,310.21	-	47,739.92	83,178.60	-					
1.1.1		Excavaciones generales: Replanteo de línea, con topografía, excavación manual o mecánica de la zanja de acuerdo con los rangos especificados, protección de las excavaciones, de acuerdo a las especificaciones y entibado donde sea necesario		4,829.88		127,788.48	96,822.37	-	15,702.37	81,120.00	-					
1.1.1.1	200163	Excavación para suelo normal, en un rango de 0.00 a 1.50m	m³	3,019.81	25.74	77,720.09	19.50	58,886.72		3.25	9,811.72	16.25	49,075.00			
1.1.1.2	200164	Excavación para suelo normal, en un rango de 1.51 a 2.50m	m³	822.27	25.39	20,873.76	19.23	15,815.56		2.95	2,425.56	16.28	13,390.00			
1.1.1.3	200166	Excavación para suelo normal, en un rango de 2.51 a 3.50m	m³	541.02	25.45	13,770.97	19.29	10,433.94		2.95	1,593.94	16.34	8,840.00			
1.1.1.4	200167	Excavación para suelo normal, en un rango de 3.51 a 4.50m	m³	223.70	34.08	7,623.20	25.82	5,775.92		4.03	900.92	21.79	4,875.00			
1.1.1.5	200168	Excavación para suelo normal, en un rango de 4.51 a 5.50m	m³	125.50	33.81	4,243.38	25.62	3,215.11		3.87	485.11	21.75	2,730.00			
1.1.1.6	200169	Excavación para suelo normal, en un rango de 5.51 a 6.50m	m³	78.78	35.21	2,773.62	26.68	2,101.51		4.40	346.51	22.28	1,755.00			
1.1.1.7	200170	Excavación para suelo normal, en un rango de 6.51 a 7.50m	m³	18.80	41.67	783.45	31.57	593.60		7.37	138.60	24.20	455.00			
1.1.2		Excavación adicional o clasificada		18.72		947.42		717.84	-	49.84	668.00	-				
1.1.2.1	200504	Excavación en roca	m³	18.72	50.60	947.42	38.34	717.84		2.66	49.84	35.68	668.00			
1.1.3		Material de relleno: mano de obra, acarreo de material, materiales, equipos y ensayos para los rellenos y compactación de acuerdo a la distribución de materiales mostrados en los planos, desalojo de material sobrante.		4,776.83		44,570.45		33,770.00	391.69	31,987.71	1,390.60	-				
1.1.3.1	200361	Relleno y compactación con material de sitio	m³	4,385.14	7.29	31,947.62	5.52	24,205.97		5.52	24,205.97					
1.1.3.2	200362	Relleno y compactación con material selecto	m³	380.31	32.44	12,338.69	24.58	9,348.74	1.00	380.31	20.13	7,655.72	3.45	1,312.71		
1.1.3.3	200224	Relleno granular en cama de zanja	m³	11.37	24.98	284.15	18.93	215.29	1.00	11.37	11.08	126.02	6.85	77.89		
1.2		Suministro e instalación de tubería (el costo unitario incluye suministro e instalación de tubería en los diámetros y materiales indicados, desalojo de material sobrante y pruebas hidrostáticas o de exfiltración, apegadas a las especificaciones técnicas de ENACAL).				57,777.37	43,776.58	26,980.94	16,493.38	302.26	-					
1.2.1		Red de alcantarillado sanitario		3,510.29		57,777.37	43,776.58	26,980.94	16,493.38	302.26	-					
1.2.1.1	200332	Tubería PVC SDR-41 de 150mm (6"), (suministro e instalación)	m	3,255.40	15.19	49,440.74	11.51	37,460.11	6.85	22,306.19	4.61	14,991.35	0.05	162.56		
1.2.1.2	200333	Tubería PVC SDR-41 de 200mm (8"), (suministro e instalación)	m	254.89	19.33	4,927.75	14.65	3,733.64	9.15	2,331.00	5.41	1,379.14	0.09	23.50		
1.2.1.3	-	Protección de tubería con concreto 3,000 PSI	m3	3.85	885.59	3,408.89	670.99	2,582.83	608.88	2,343.74	31.93	122.89	30.19	116.20		
1.3		Pozos de visitas sanitarios (trazado, excavación, construcción del PVS conforme planos constructivos, pruebas de estanqueidad, tapa de polivinilo y concreto, relleno y desalojo de material sobrante)				171,172.84	129,693.70	33,507.14	91,878.59	4,307.96	-					
1.3.1		Construcción de pozos de visita sanitarios sencillos		53.00		117,087.94	88,714.82	21,462.05	64,271.39	2,981.38	-					
1.3.1.1	201271	Pozos de visita rango de profundidad de 0 a 1.50 m	c/u	30.00	1,684.58	50,537.34	1,276.37	38,290.98	348.62	10,458.71	884.48	26,534.25	43.27	1,298.01		
1.3.1.2	201273	Pozos de visita rango de profundidad de 1.51 m a 2.50 m	c/u	8.00	2,482.54	19,860.30	1,880.96	15,047.69	410.06	3,280.47	1,414.47	11,315.72	56.44	451.50		
1.3.1.3	200213	Pozos de visita rango de profundidad de 2.51 a 3.70 m	c/u	15.00	3,112.69	46,690.30	2,358.41	35,376.16	514.86	7,722.87	1,761.43	26,421.42	82.12	1,231.86		

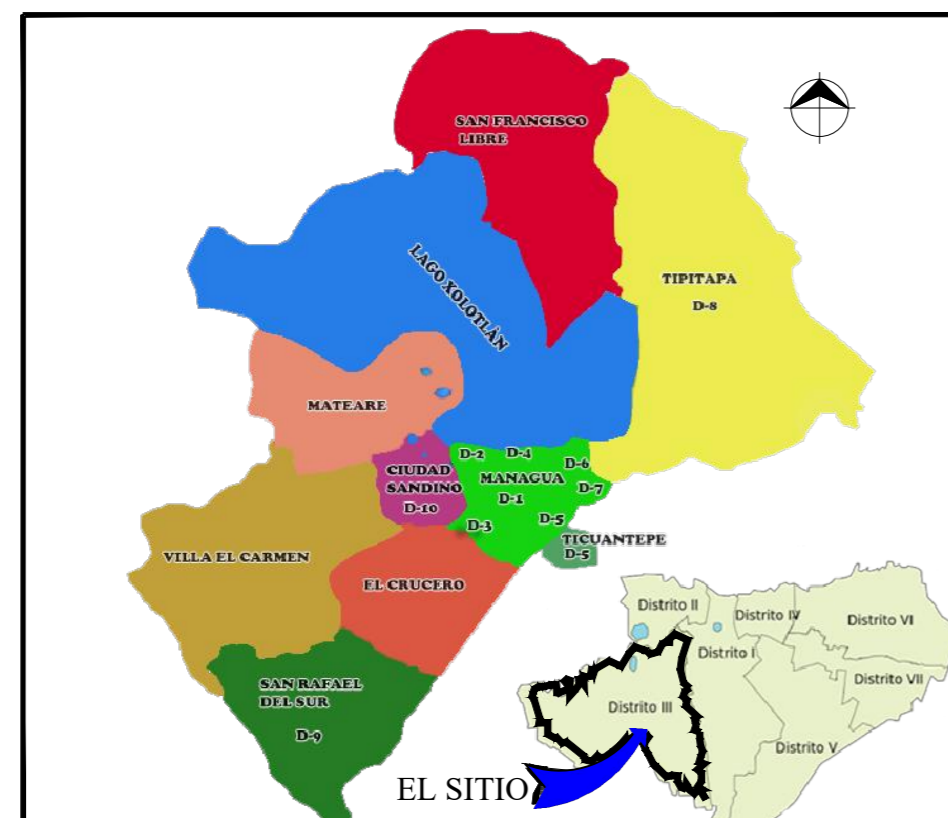
Ítem	Código de la ENACAL	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario U\$	Costo total U\$	Costo directo US\$		Materiales		Mano de obra		Transporte/Equipo		Sub-contratos	
							Unitario US \$	Total US \$	Unitario US \$	Total US\$	Unitario US \$	Total US \$	Unitario US \$	Total US \$	Unitario US \$	Total US\$
1.3.2		Construcción de pozos de visita sanitarios con doble pared		9.00		47,003.15		35,613.20		8,270.85		26,250.45		1,091.90		-
1.3.2.1	200207	Pozos de visita rango de profundidad de 3.71 a 4.50 m	c/u	7.00	4,312.44	30,187.09	3,267.44	22,872.06	697.91	4,885.37	2,462.51	17,237.54	107.02	749.15		
1.3.2.2	200208	Pozos de visita rango de profundidad de 4.51 a 5.50 m	c/u	1.00	8,000.26	8,000.26	6,061.62	6,061.62	2,418.13	2,418.13	3,491.52	3,491.52	151.96	151.96		
1.3.2.3	200210	Pozos de visita rango de profundidad de 6.51 a 7.50 m	c/u	1.00	8,815.80	8,815.80	6,679.53	6,679.53	967.36	967.36	5,521.38	5,521.38	190.79	190.79		
1.3.3		Estructura de caída para pozos de visita sanitarios		20.00		7,081.74		5,365.67		3,774.24		1,356.75		234.68		-
1.3.3.1	200114	Caída en pozo de visita tubo Ø 150mm PVC SDR 41, h=0.6 a 3.00m	c/u	17.00	312.61	5,314.35	236.86	4,026.56	163.22	2,774.69	63.30	1,076.03	10.34	175.84		
1.3.3.2	200110	Caída en pozo de visita Ø tubo 150mm PVC SDR 41, h= 3.01 a 4.50m	c/u	1.00	585.17	585.17	443.37	443.37	319.48	319.48	104.04	104.04	19.85	19.85		
1.3.3.3	200117	Caída en pozo de visita Ø tubo 200mm PVC SDR 41, h= 3.01 a 4.50m	c/u	2.00	591.11	1,182.22	447.87	895.74	340.04	680.08	88.34	176.68	19.49	38.98		
1.4		Conexiones domiciliarias (excavación, instalación de acometida sanitaria, accesorios, relleno, compactación, caja de registro domiciliar, desalojo de material sobrante, etc.) conforme detalles constructivos y especificaciones técnicas de ENACAL.		358.00		72,853.45		55,199.37		29,508.38		22,151.84		3,539.15		-
1.4.1	201025	Conexiones domiciliarias cortas con tubería de 100 mm SDR-41. Incluye accesorios y caja de registro	c/u	170.00	185.80	31,585.87	140.78	23,931.88	75.83	12,891.52	54.79	9,314.70	10.15	1,725.67		
1.4.2	201026	Conexiones domiciliarias largas con tubería de 100 mm SDR-41. Incluye accesorios y caja de registro	c/u	188.00	219.51	41,267.58	166.32	31,267.49	88.39	16,616.87	68.28	12,837.14	9.65	1,813.48		
1.5		Remoción y restauración de superficie (rotura y reposición de carpeta de rodamiento y otros: Mano de obra, materiales y equipo necesarios para el retiro de material de desechos y relleno, reposición de base y sub-base, carpeta asfáltica, concreto, adoquines, piedra cantera, aceras, etc., según sea el caso de acuerdo a las condiciones encontradas en el sitio)		1,507.03		715,630.37		542,216.57		167,678.17		3,593.77		2,600.50		368,344.12
1.5.1	200234	Remoción y restauración de carpeta asfáltica	m ²	975.15	726.18	708,129.00	550.21	536,532.95	168.46	164,277.99	2.71	2,645.02	1.37	1,335.82	377.66	368,274.12
1.5.2	200239	Remoción y restauración de adoquinado	m ²	40.39	4.94	199.49	3.74	151.15	0.91	36.62	2.18	88.09	0.65	26.44		
1.5.3	200235	Remoción y restauración de concreto hidráulico	m ²	188.89	10.52	1,987.94	7.97	1,506.22	3.42	646.00	0.64	120.46	3.55	669.76	0.37	70.00
1.5.4	200367	Rotura y reposición de acera	m ²	298.82	17.48	5,223.33	13.24	3,957.60	8.94	2,670.10	2.43	727.51	1.87	559.98		
1.5.5	-	Remoción y restauración de piedra cantera	m ²	3.79	23.89	90.61	18.10	68.65	12.51	47.46	3.35	12.70	2.24	8.50		
1.6		Remoción de tuberías y PVS existentes				422.26		319.94		-		265.87		54.07		-
1.6.1	-	Remoción de tubería existente en la red colectora	m	212.12	0.26	54.17	0.19	41.04			0.10	21.49	0.09	19.56		
1.6.2		Demolición de pozos de visita sanitarios	c/u	4.00	92.02	368.10	69.72	278.90			61.10	244.38	8.63	34.52		
1.7		Conexión al sistema existente		1.00	17.20	17.20		13.03		9.11		3.92		-		-
1.7.1	-	Perforación y conexión al pozo de visita sanitario existente	c/u	1.00	17.20	17.20	13.03	13.03	9.11	9.11	3.92	3.92				
1.8		Limpieza final				2,517.08		1,907.14		-		1,733.76		173.38		-
1.8.1		Limpieza final	m	3,467.52	0.73	2,517.08	0.55	1,907.14			0.50	1733.76	0.05	173.376		
Total (US \$)						1,193,696.92		904,436.53		257,683.75		183,861.05		94,155.92		368,344.12

REPÚBLICA DE NICARAGUA AMÉRICA CENTRAL



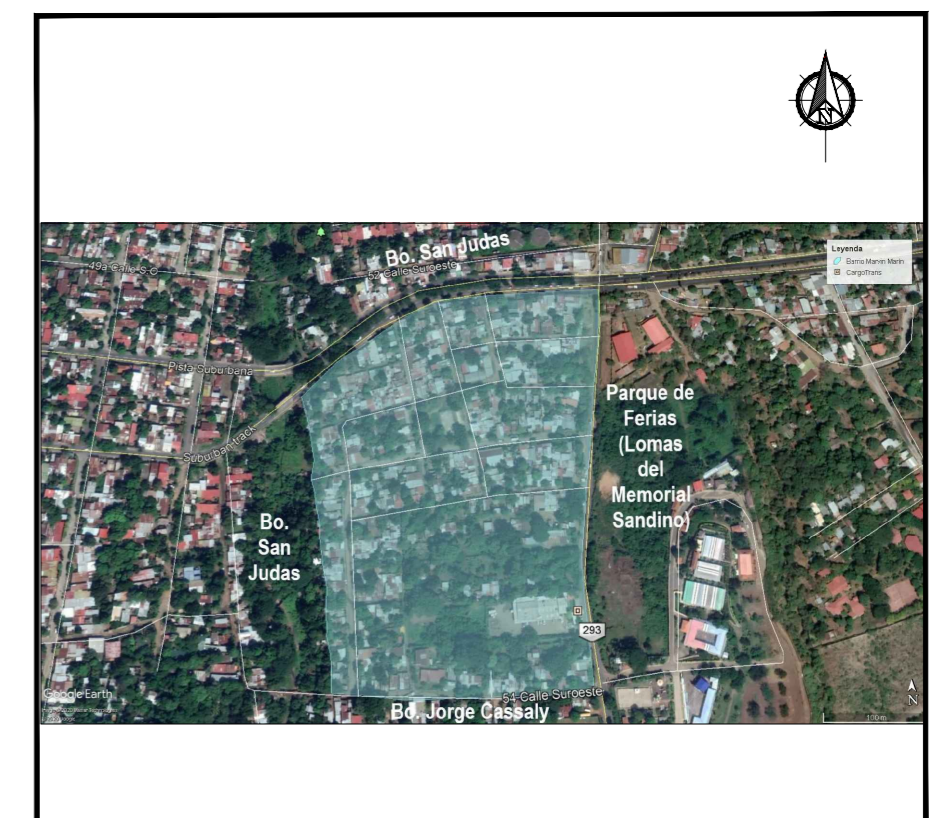
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA.

ANEXO K: JUEGO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS

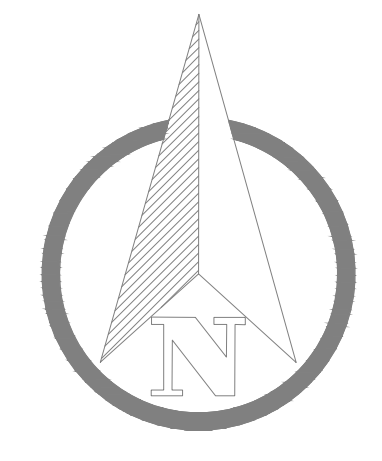
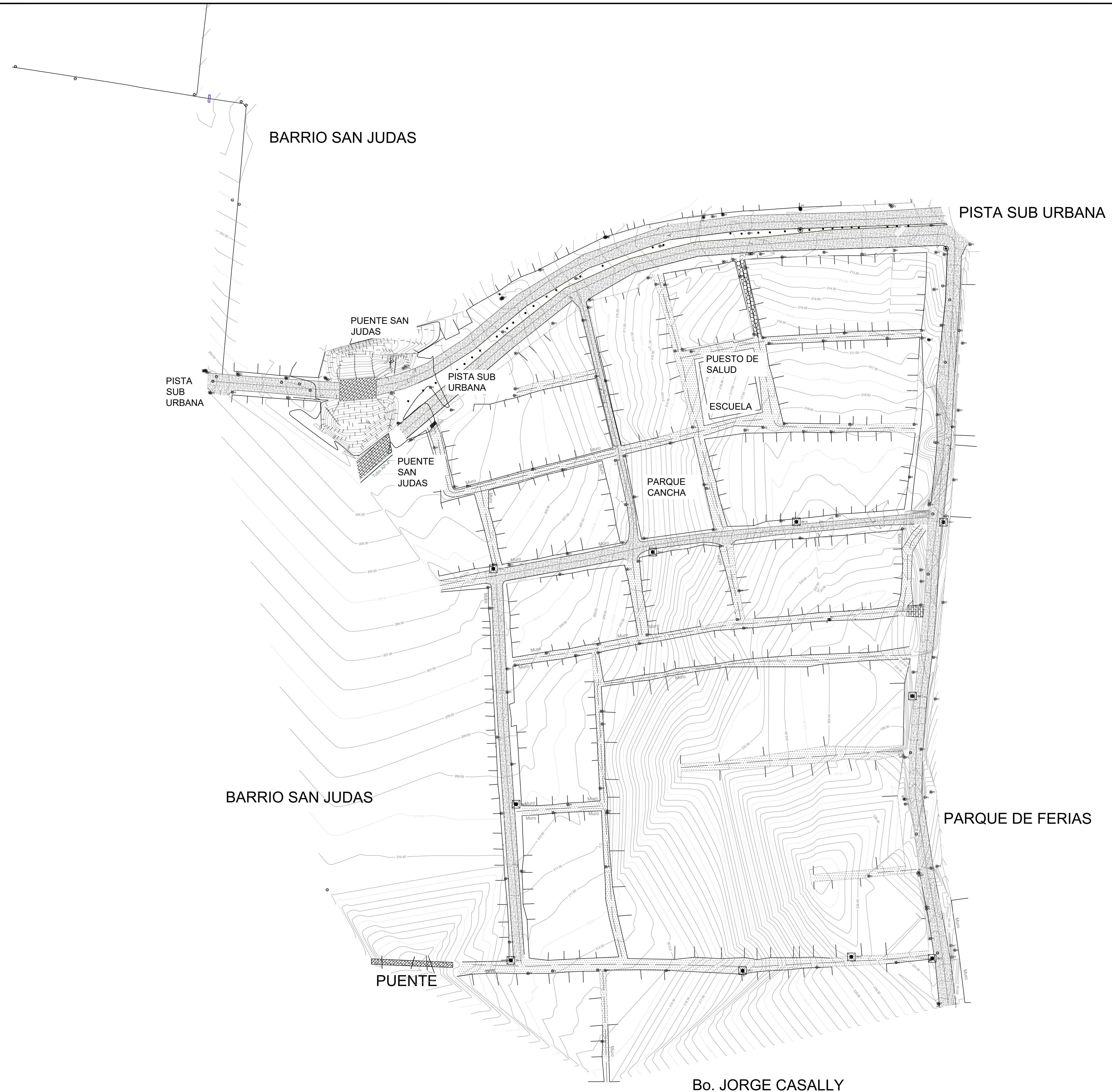


MACROLOCALIZACIÓN
SIN ESCALA

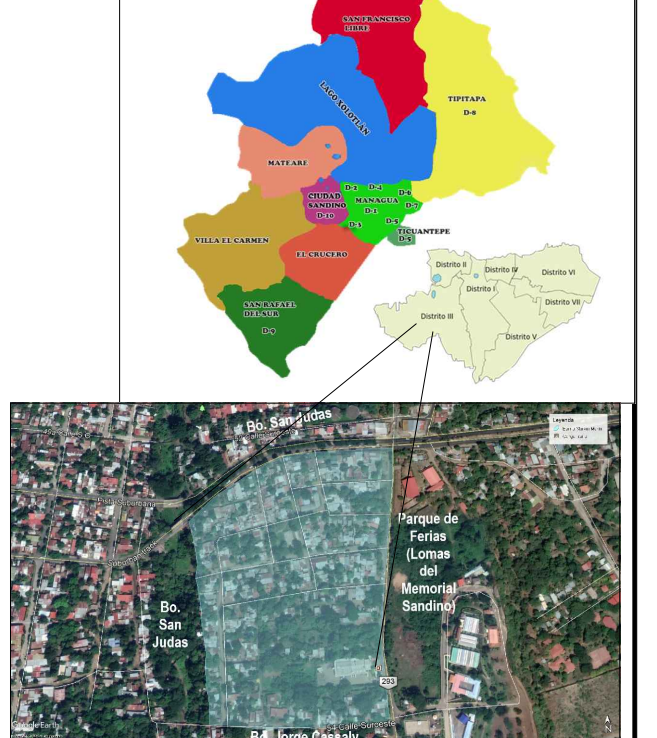
ÍNDICE DE PLANOS		
No. DE PLANOS	CONTENIDO	TOTAL PLANOS
01	LEVANTAMIENTO PLANI-ALTIMÉTRICO	1
02	LOCALIZACIÓN DE BM'S Y POLIGONAL DE CIERRE	1
03	INFRAESTRUCTURA DE CALLES Y AVENIDAS	1
04	PLANTA GENERAL DE ALCANTARILLADO SANITARIO	1
05-18	PLANTA-PERFIL	14
19	DETALLES CONSTRUCTIVOS	1
TOTAL		19



MICROLOCALIZACIÓN
SIN ESCALA



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

	Límite de propiedad
	Calle o avenida asfaltada
	Calle o avenida adoquinada
	Calle o avenida sin revestir
	Rampa de piedra canchera
	Cercos
	Puentes
	Alcantarilla pluvial
	BMs
	GPS
	Poste de energía eléctrica
	Poste de teléfono
	Medidor de A. P.
	Pozo de visita sanitario existente
	Pozo de visita pluvial existente
	Curvas de nivel

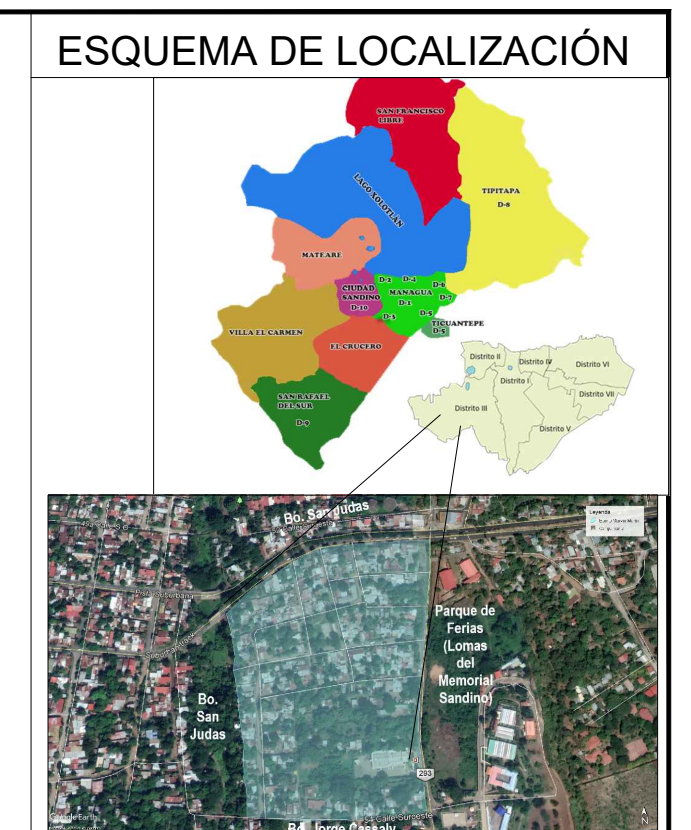
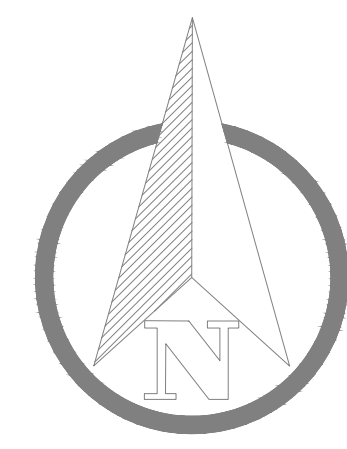
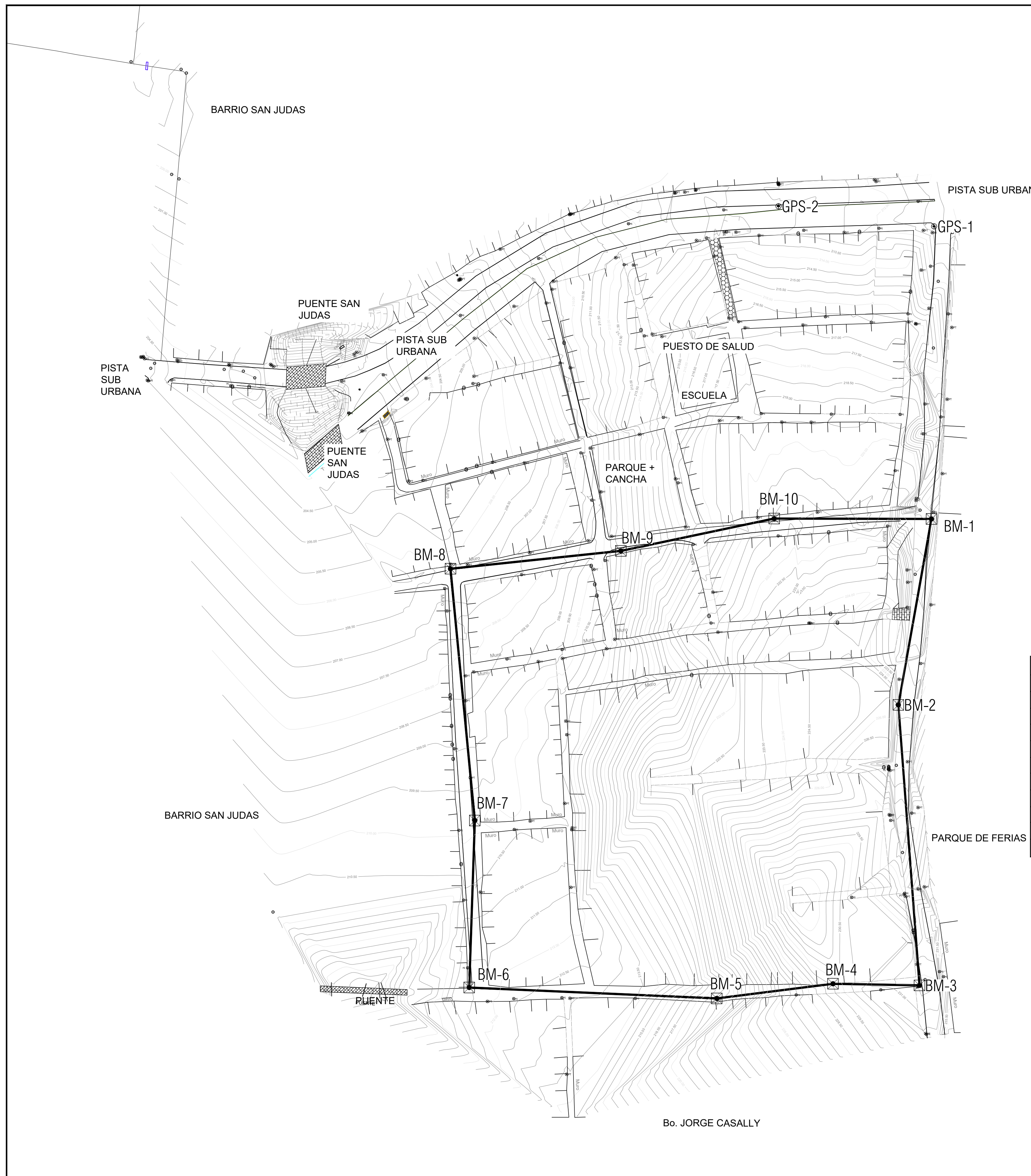


DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO:
LEVANTAMIENTO PLANI-ALTIMÉTRICO
 ESCALA: 1:1200 FECHA: NOVIEMBRE, 2020

ELABORADO POR:
 BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO
 REVISADO POR:
 M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA: TOP 01 02
 CONSECUTIVO: 01 19



SIMBOLOGÍA

	Límite de propiedad
	Alcantarilla pluvial
	Cercos
	Puente
	Rampa de piedra cantera
	BMs
	GPS
	Poste de energía eléctrica
	Poste de teléfono
	Medidor de A. P.
	Pozo de visita sanitario existente
	Pozo de visita pluvial existente
	Curvas de nivel

PUNTO	X	Y	Z	COD	Dist.	N/S	E/W	Angulo	Rumbo	PROY. LAT		PROY. LONG		COORDENADAS AJUSTADAS						
										NORTE	SUR	ESTE	OESTE	NORTE	SUR	ESTE	OESTE	X	Y	Z
BM1	577134.991	1338512.714	217.520	BM1												577134.991	1338512.714	217.520		
BM2	577118.041	1338416.528	222.117	BM2	97.668	S	W	9.99	S 0°50'38.8" W	0.000	98.186	0.000	16.950	0.000	98.183	0.000	16.950	577118.041	1338416.531	222.118
BM3	577129.253	1338271.493	230.118	BM3	145.468	S	E	4.42	S 4°25'13.7" E	0.000	145.035	11.212	0.000	0.000	145.030	11.212	0.000	577129.253	1338271.502	230.120
BM4	577084.515	1338272.245	229.617	BM4	44.744	N	W	89.04	N 89°2'13.2" W	0.752	0.000	0.000	44.738	0.752	0.000	0.000	44.737	577084.516	1338272.254	229.619
BM5	577024.400	1338264.532	218.410	BM5	80.808	S	W	82.89	S 82°41'19.2" W	0.000	7.713	0.000	80.115	0.000	7.713	0.000	80.114	577024.402	1338264.541	218.413
BM6	576896.324	1338269.913	211.242	BM6	128.189	N	W	87.59	N 87°35'39.1" W	5.381	0.000	0.000	128.078	5.381	0.000	0.000	128.074	576896.328	1338269.922	211.246
BM7	576899.032	1338356.257	209.847	BM7	86.386	N	E	1.80	N 1°47'46.9" E	86.344	0.000	2.708	0.000	86.347	0.000	2.708	0.000	576899.036	1338356.269	209.852
BM8	576886.183	1338466.433	206.824	BM8	130.809	N	W	5.84	N 5°38'13.6" W	130.178	0.000	0.000	12.949	130.181	0.000	0.000	12.949	576886.187	1338466.450	206.830
BM9	576974.297	1338495.846	211.297	BM9	88.615	N	E	83.90	N 83°54'8.5" E	9.413	0.000	88.114	0.000	9.413	0.000	88.115	0.000	576974.303	1338495.863	211.303
BM10	577053.600	1338512.739	220.831	BM10	81.082	N	E	77.97	N 77°58'28.9" E	16.893	0.000	79.303	0.000	16.894	0.000	79.304	0.000	577053.607	1338512.757	220.838
CIE=BM1	577134.983	1338512.696	217.512	CIE=BM1	81.383	S	E	89.97	S 89°58'11" E	0.000	0.043	81.383	0.000	0.000	0.043	81.384	0.000	577134.991	1338512.714	217.520

error y = -0.018 error x = -0.008
 suma en y = 497.936 suma en x = 525.448
 factor de corrección (y) = -0.00004 factor de corrección (x) = -0.00002

Pres lineal Perm = 1 / 7500.00
 Distancia recorrida = 944.95
 Dist cierre = 0.020
 Precisión Lineal = 1 / 47972.70 Bien!

Estaciones = 10.000
 Precisión equipo (10") = 0.00278"
 Pres. Alt. Perm (PAngP=Precis Eq*vest) = 0°0'31.6"

Llegada = Punto Punto
 bm1 gps1] S 48°15'21.9" E
 Punto equiv = bm1 gps1 S 48°15'21.8" E
 Angulo Diferencial = 0°0'0.1" Bien!

Punto Referencia Elevaciones
 CIE=BM1 Elev A = 217.512
 BM1 Elev A = 217.520
 Error diferencial z = 0.008
 Distancia = 944.95
 Pres. Altim. Perm (PAP=0.012*dist) = 0.012 Bien!



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO:
 LOCALIZACIÓN DE BM'S Y POLIGONAL DEL CIERRE

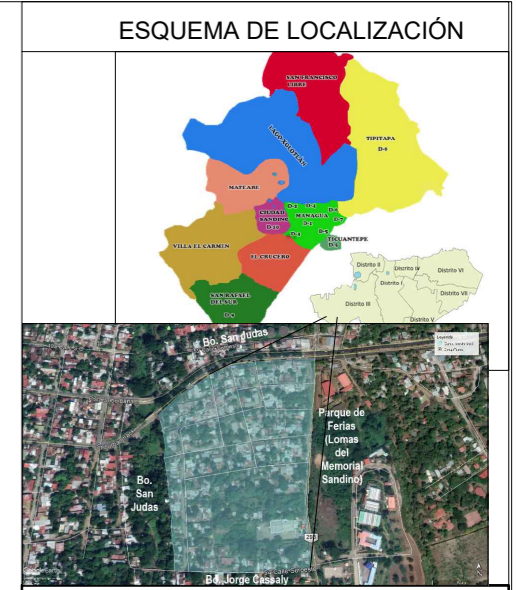
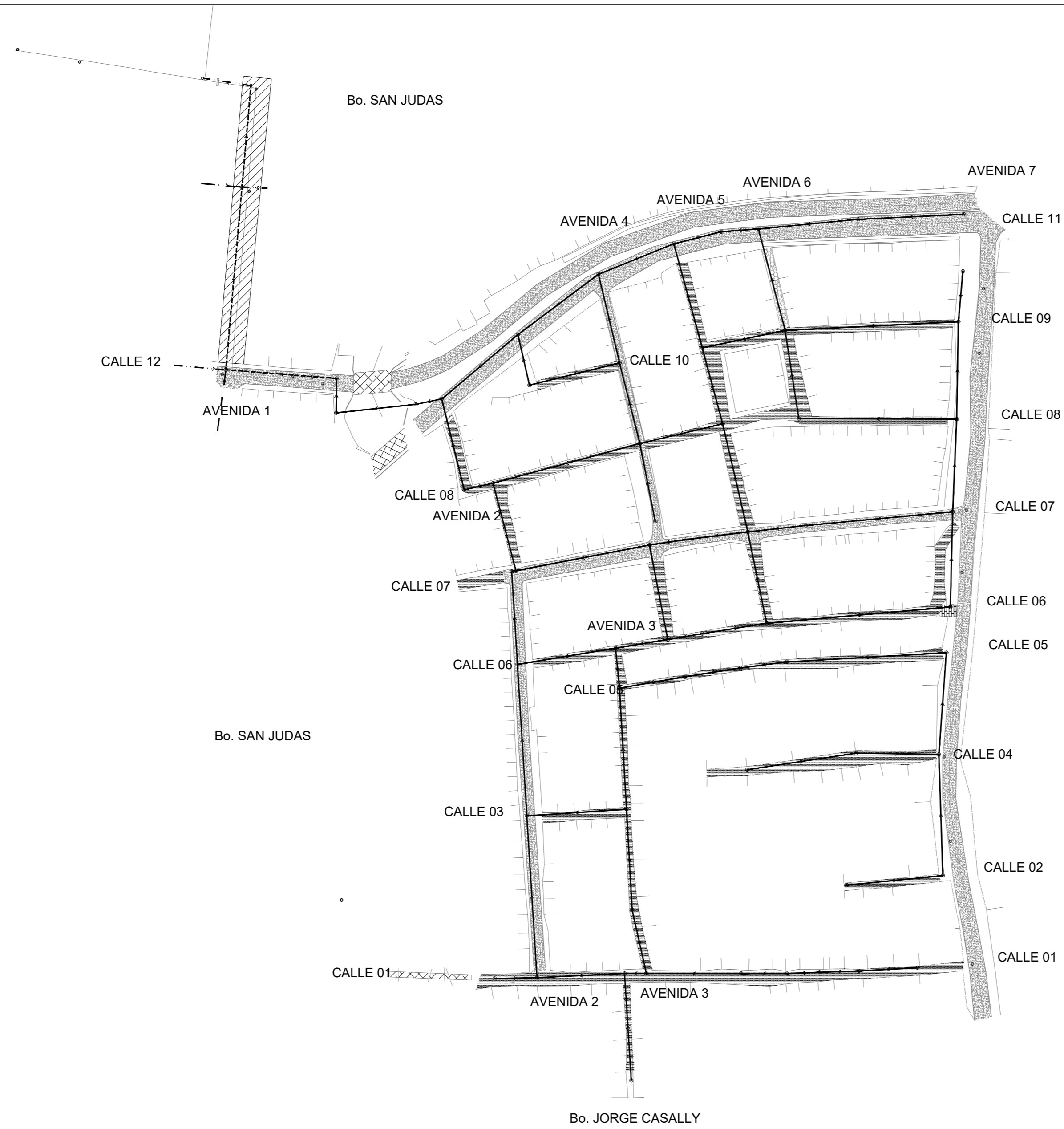
ESCALA: 1:1200 FECHA: NOVIEMBRE, 2020

ELABORADO POR:
 BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

REVISADO POR:
 M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA: TOP 02 02

CONSECUTIVO: 02 19



SIMBOLOGÍA	
	Límite de propiedad
	Calle o avenida asfaltada
	Calle o avenida de concreto
	Calle o avenida adoquinada
	Calle o avenida sin revestir
	Rampa de piedra cantera
	Cercos
	Puente
	Pozo de visita sanitario nuevo
	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecero)
	Pozo de visita sanitario existente
	Pozo de visita pluvial existente
	Pozo de visita sanitario a demoler
	Pozo de visita sanitario a reemplazar
	Sentido del flujo
	Tubería nueva a instalar
	Tubería a reemplazar
	Tubería existente
	Alcantarilla pluvial

PARQUE DE FERIAS



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO: **INFRAESTRUCTURA DE CALLES Y AVENIDAS**

ESCALA: 1:1800

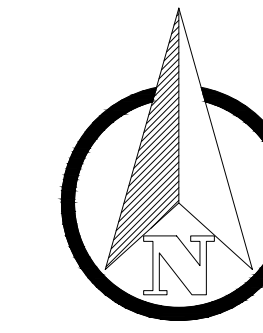
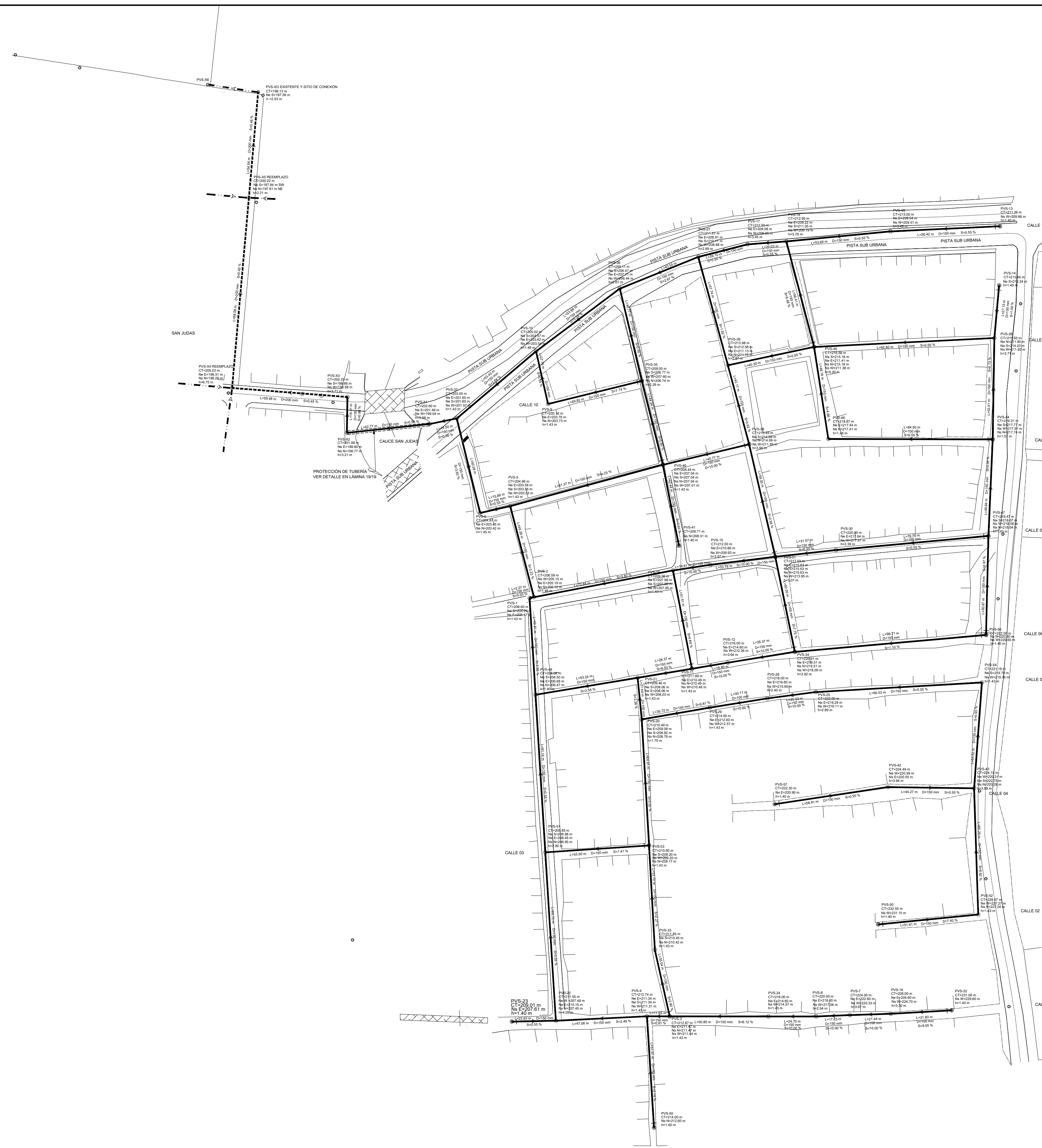
FECHA: NOV, 2020

ELABORADO POR: BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

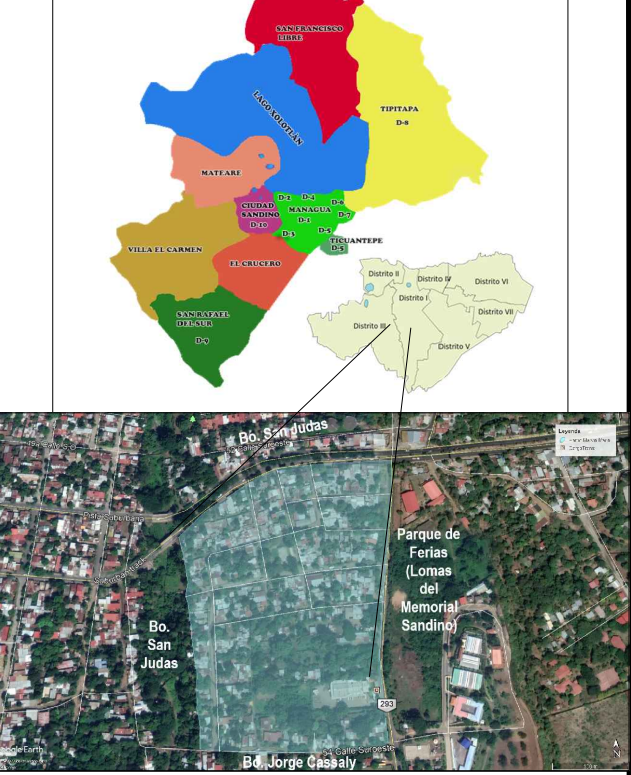
REVISADO POR: M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA: P.G. 01 | 02

CONSECUTIVO: 03 | 19



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN



ITEM	DESCRIPCIÓN
	Calle o avenida
	Pozo de visita sanitario nuevo
	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecero)
	Pozo de visita sanitario existente
	Pozo de visita pluvial existente
	Pozo de visita sanitario a demoler
	Pozo de visita sanitario a reemplazar
	Sentido del flujo
	Tubería nueva a instalar
	Tubería a reemplazar
	Tubería existente
	Alcantarilla pluvial
	Puente

LONGITUD L=100.00 M
 DIÁMETRO D=150.00mm S=1.28%
 SENTIDO DE FLUJO
 PENDIENTE

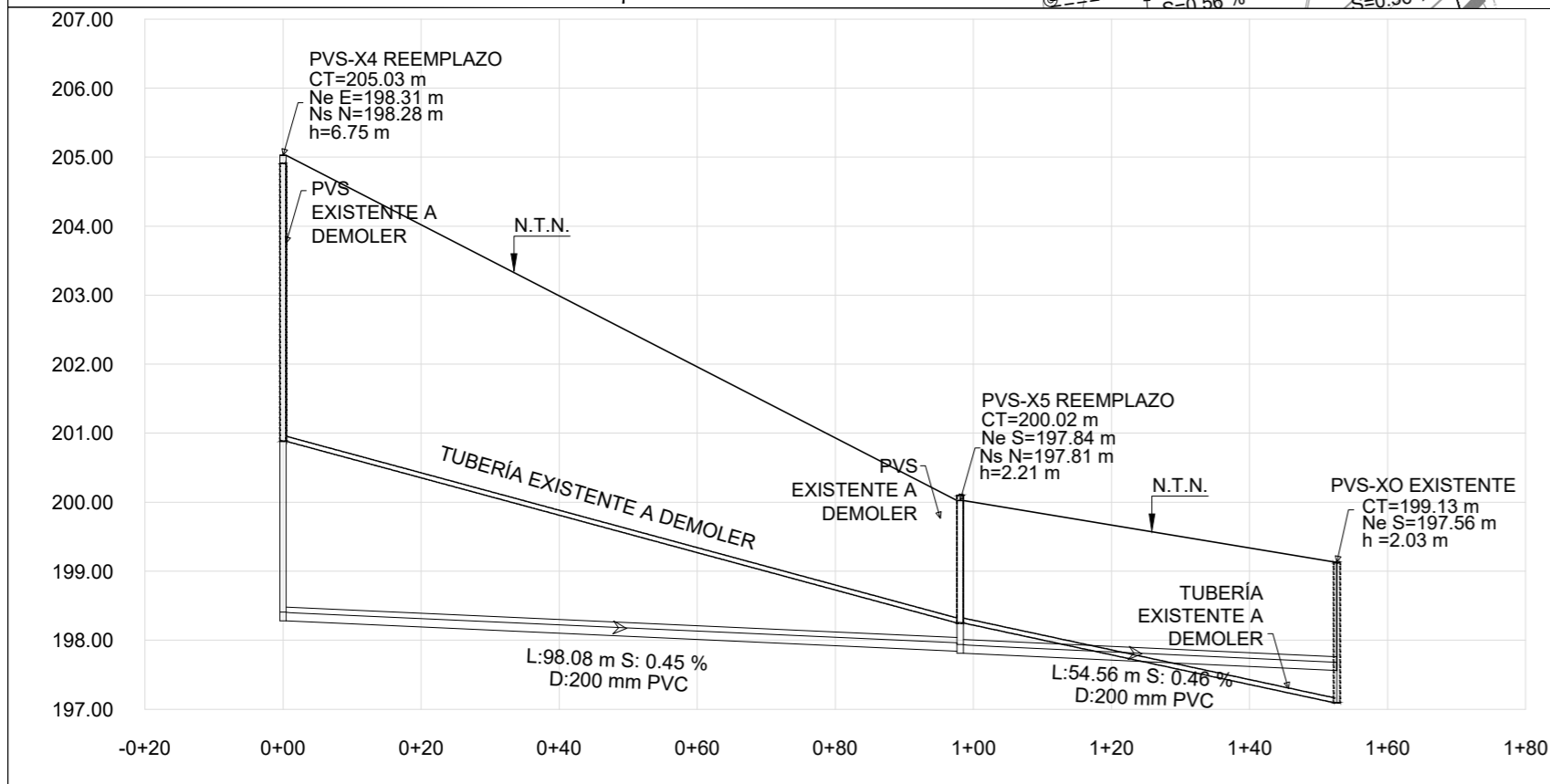
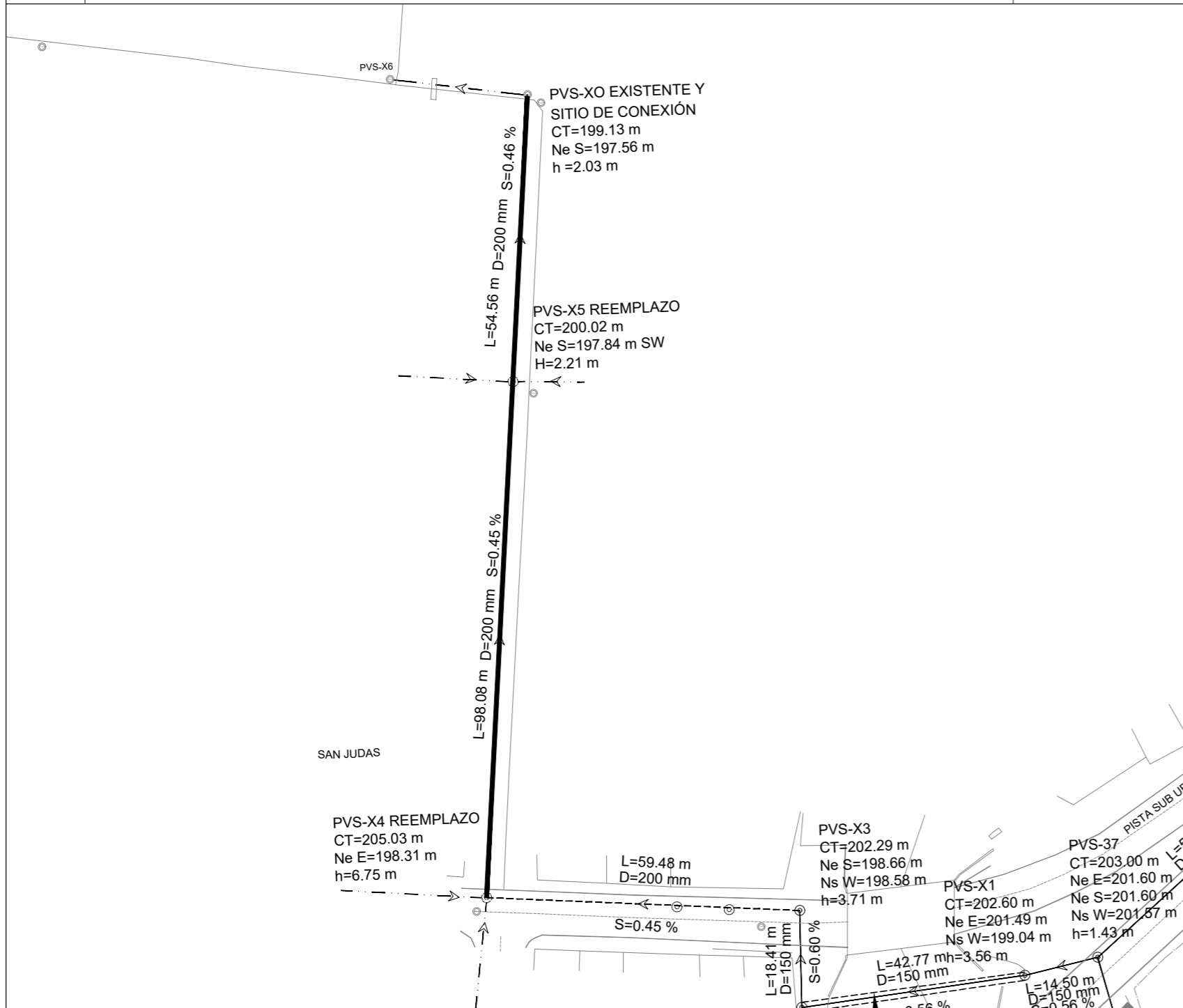


DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA GENERAL RED DE RECOLECCIÓN		ELABORADO POR: BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO
ESCALA: 1:1200	FECHA: NOVIEMBRE, 2020	REVISADO POR: M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

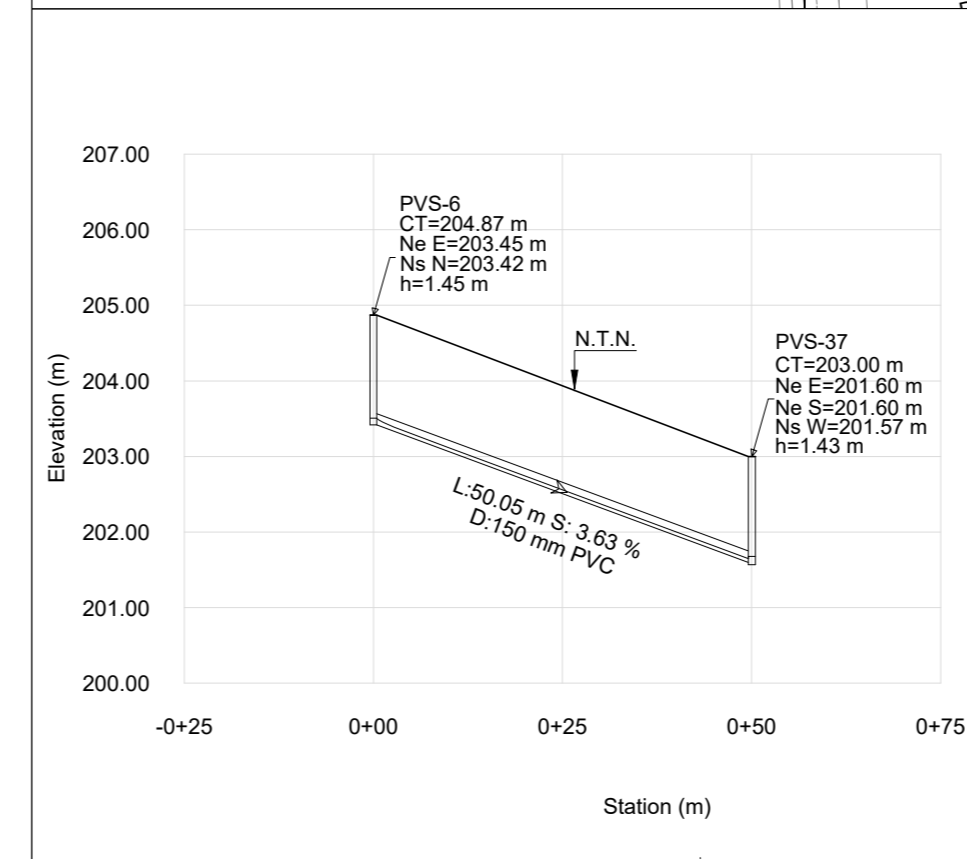
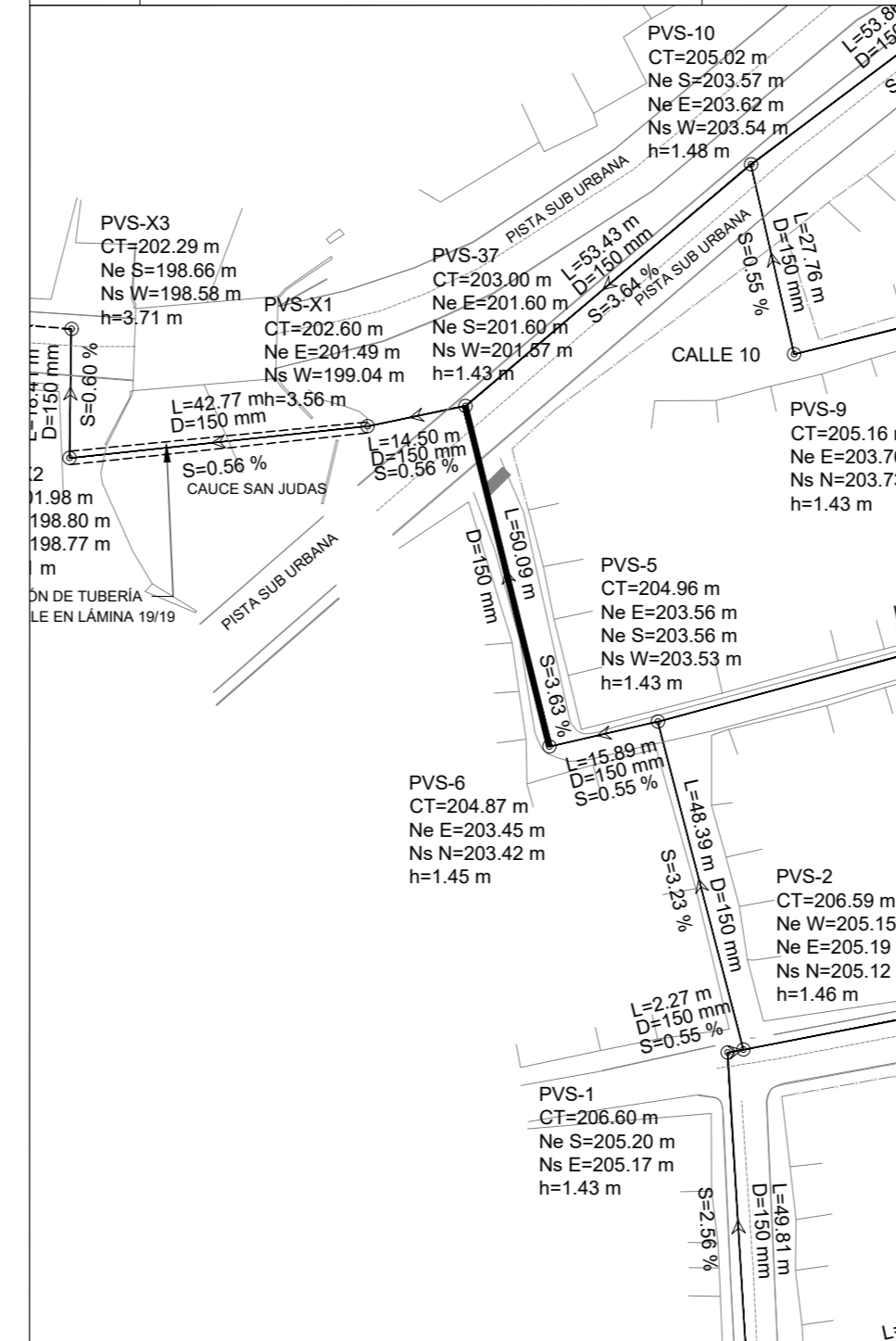
CÓDIGO DE HOJA	PG 02 / 02
CONSECUTIVO	04 / 19

RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO PVS - X4 AL PVS - XO (AVENIDA 1)
 ESC: 1:1000



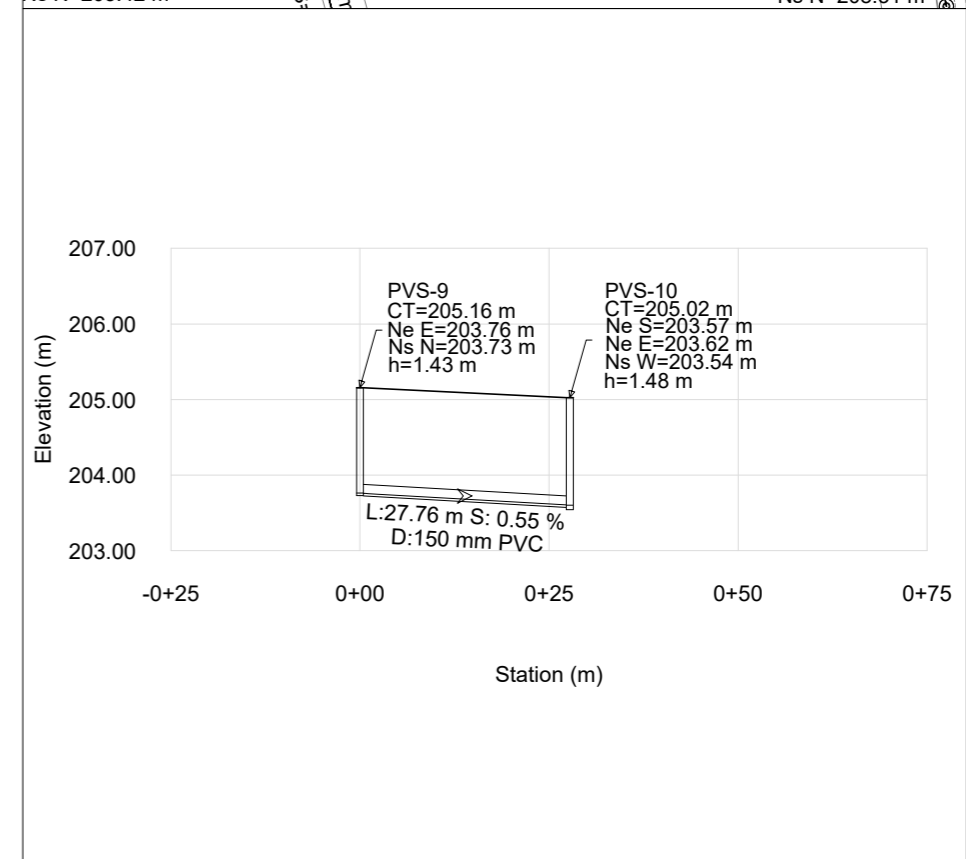
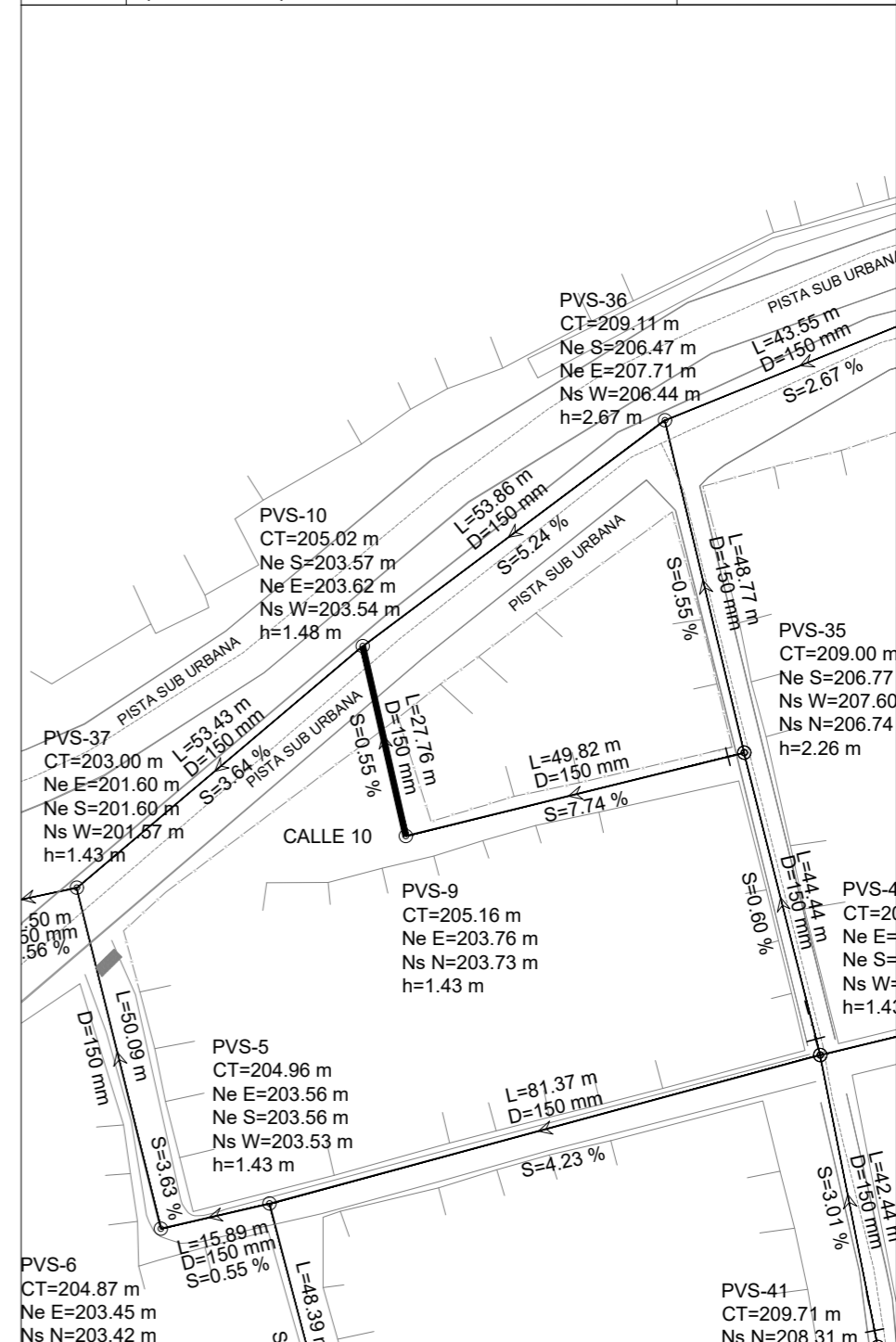
PERFIL TRAMO PVS - X4 AL PVS - XO (AVENIDA 1)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100

RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO PVS - 6 AL PVS - 37 (AVENIDA 2)
 ESC: 1:1000



PERFIL TRAMO PVS - 6 AL PVS - 37 (AVENIDA 2)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100

RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO PVS - 9 AL PVS - 10 (AVENIDA 3)
 ESC: 1:1000



PERFIL TRAMO PVS - 9 AL PVS - 10 (AVENIDA 3)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100

-ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN-

-LEYENDA-

ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida
⊙	Pozo de visita sanitario nuevo
⊕	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecero)
⊙	Pozo de visita sanitario existente
⊕	Pozo de visita pluvial existente
⊙	Pozo de visita sanitario a demoler
⊕	Pozo de visita sanitario a reemplazar
→	Sentido del flujo
—	Tubería nueva a instalar
- - -	Tubería a reemplazar
- - -	Tubería existente
▨	Alcantarilla pluvial
—	Puente

LONGITUD: L=100.00 M
 DIÁMETRO: D=150.00 mm
 PENDIENTE: S=1.25%

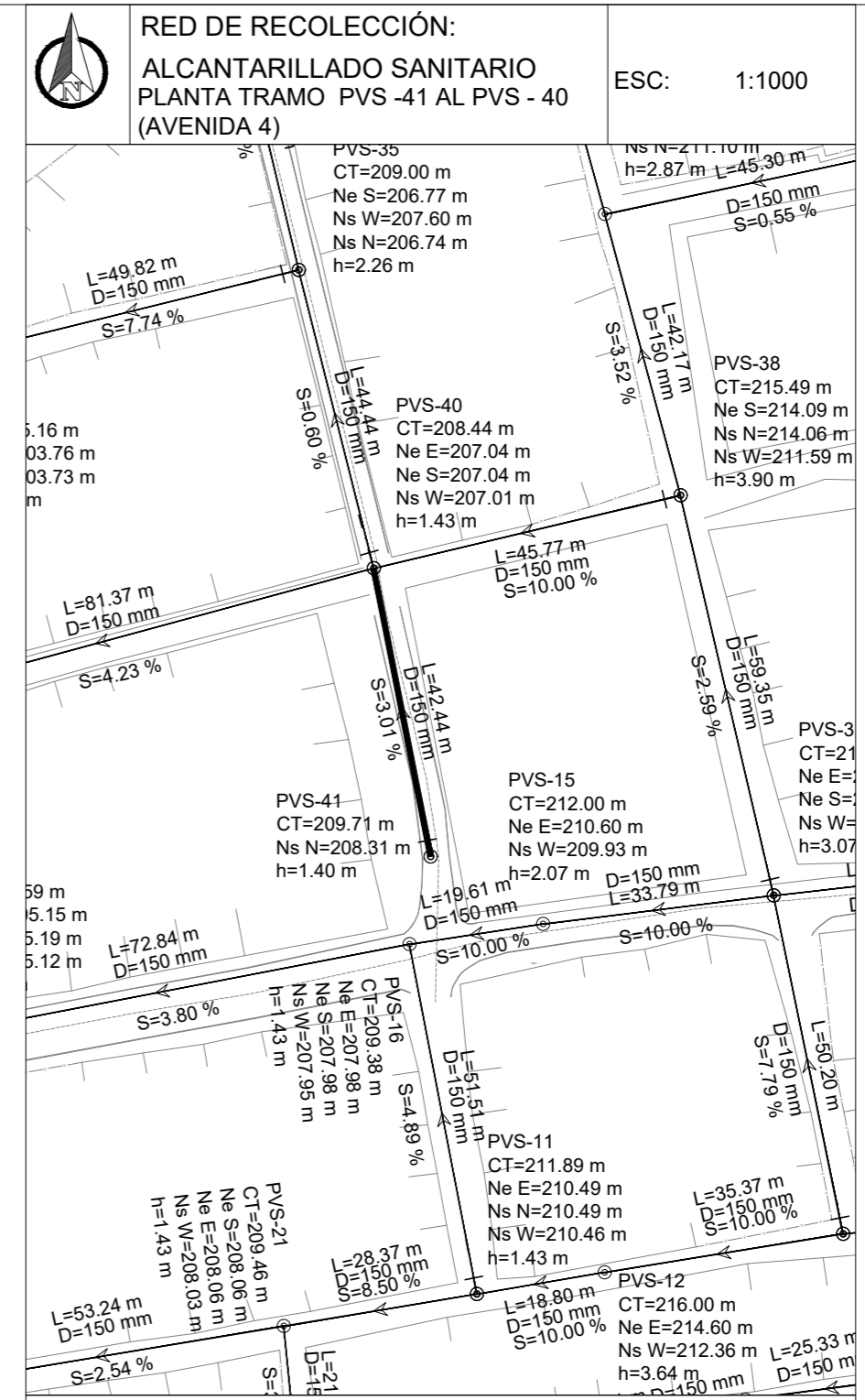
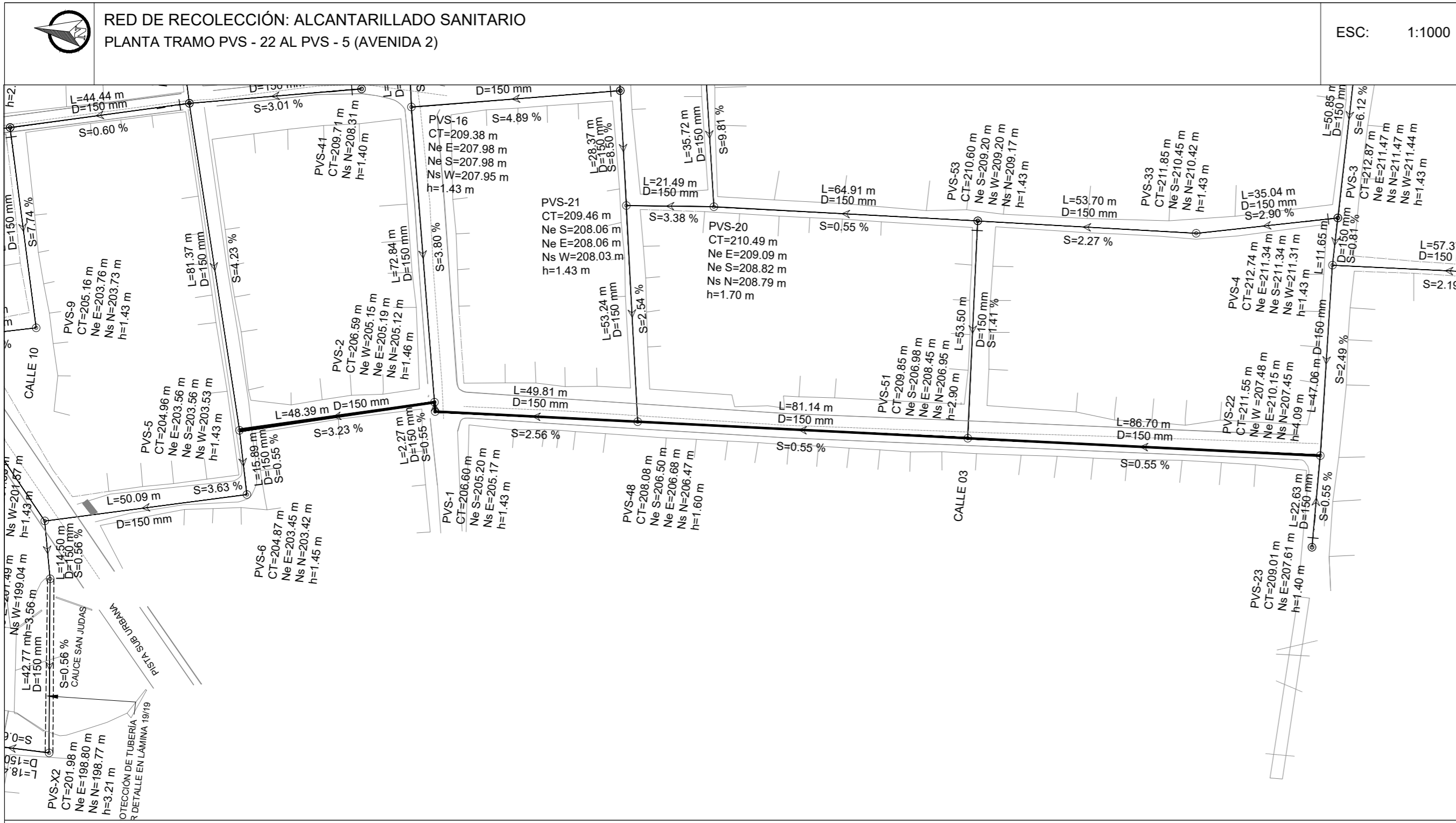


DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO: **PLANTA-PERFIL**
 TRAMO: (PVS-X4 AL PVS XO) (PVS-6 AL PVS-37) (PVS-9 AL PVS-10)
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: NOV, 2020

ELABORADO POR: **BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO**
 REVISADO POR: **M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ**

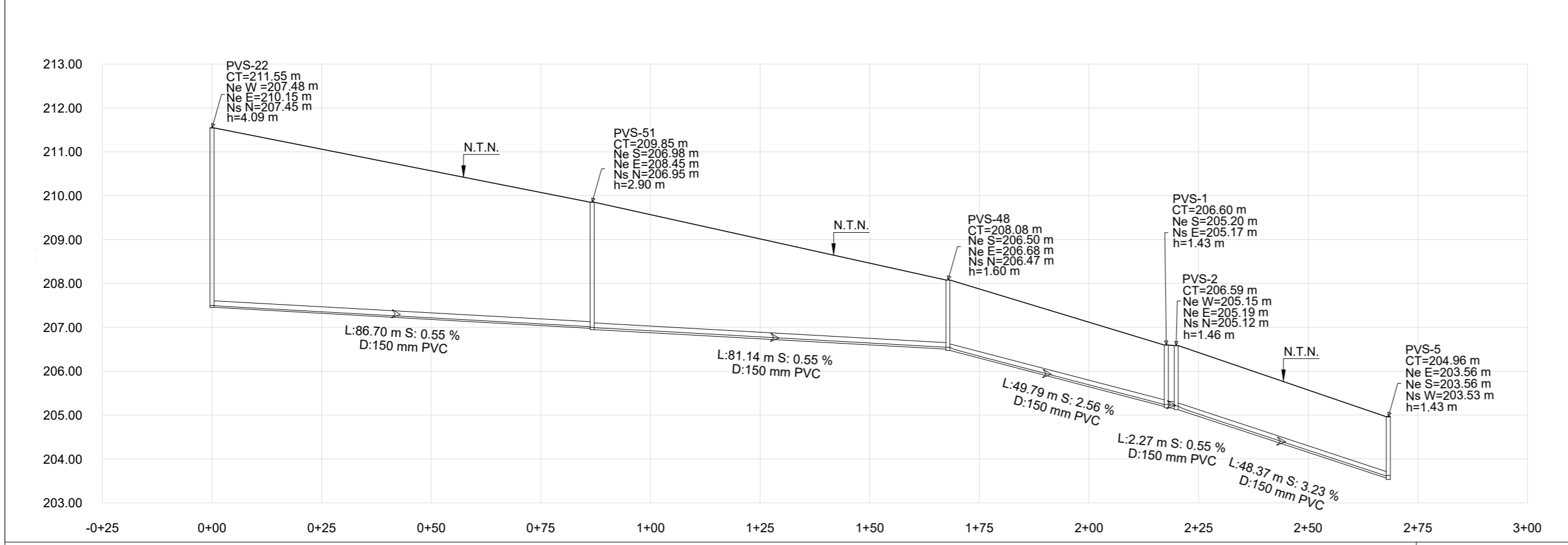
CÓDIGO DE HOJA: **PP 01 14**
 CONSECUTIVO: **05 19**



-ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN-

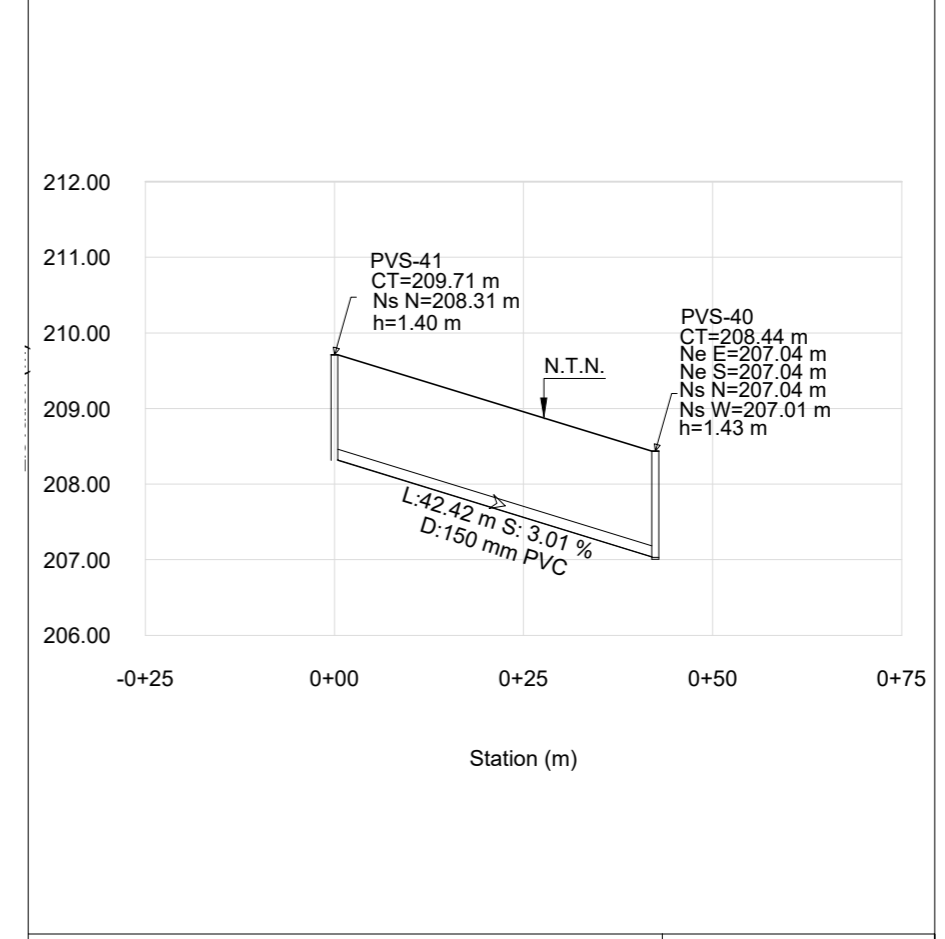
ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida
⊙	Pozo de visita sanitario nuevo
⊕	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecera)
⊙	Pozo de visita sanitario existente
⊕	Pozo de visita pluvial existente
⊙	Pozo de visita sanitario a demoler
⊕	Pozo de visita sanitario a reemplazar
→	Sentido del flujo
—	Tubería nueva a instalar
---	Tubería existente
▨	Alcantarilla pluvial
▩	Puente

LONGITUD: L=100.00 m
 DIÁMETRO: D=150.00 mm S=1.228%
 SENTIDO DE FLUJO
 PENDIENTE



PERFIL TRAMO PVS - 22 AL PVS - 5 (AVENIDA 2)

ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100



PERFIL TRAMO PVS - 41 AL PVS - 40 (AVENIDA 4)

ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100



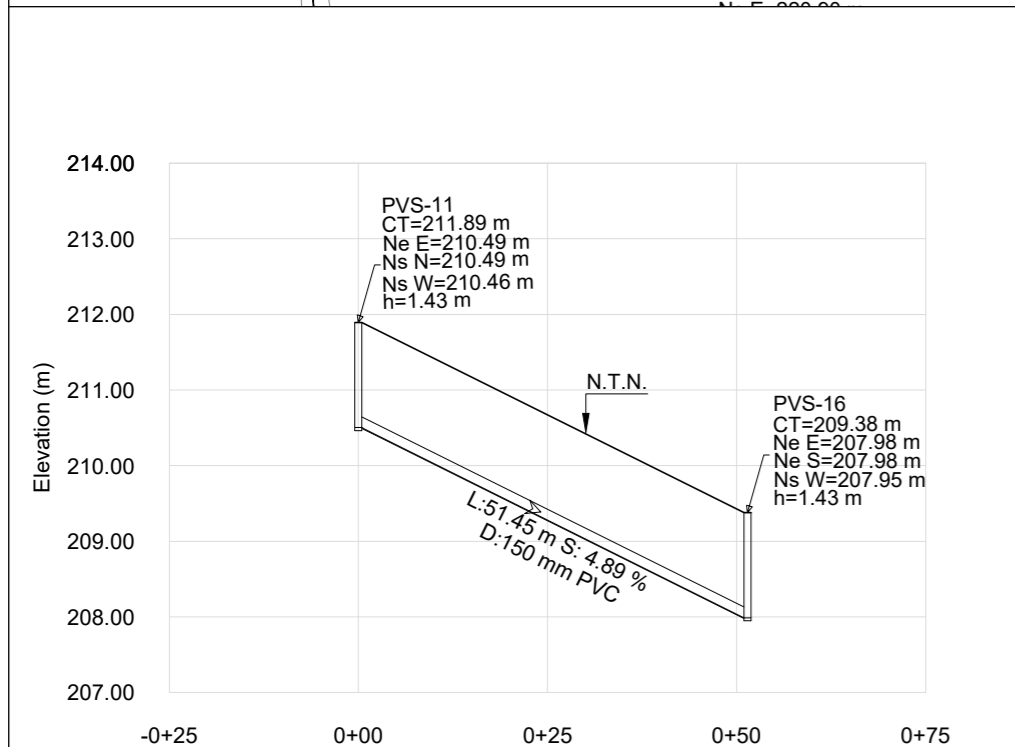
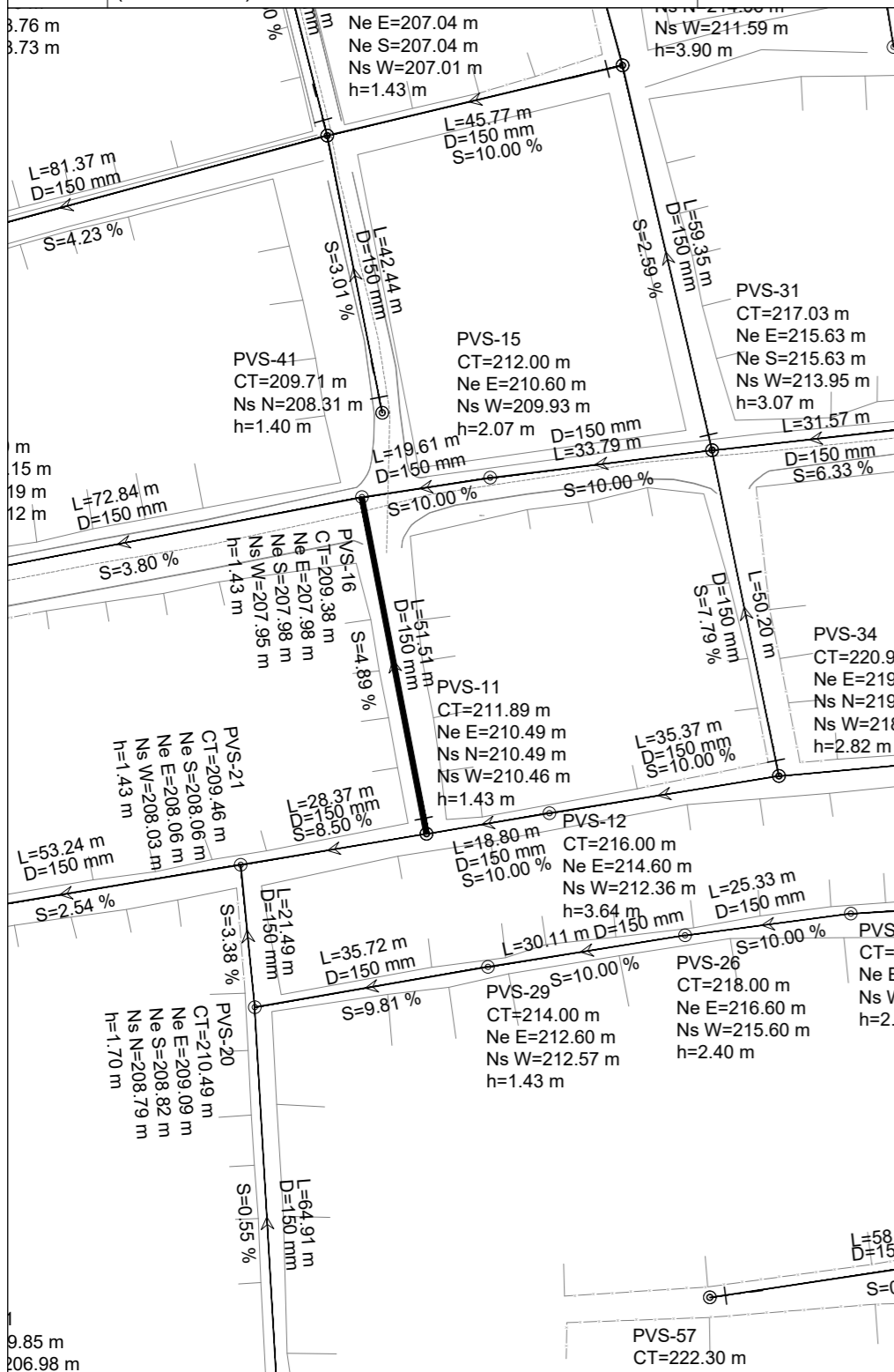
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA-PERFIL
 TRAMO: (PVS 22 AL PVS 5) (PVS 41 AL 40)
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: NOV, 2020

ELABORADO POR:
 BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO
 REVISADO POR:
 M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

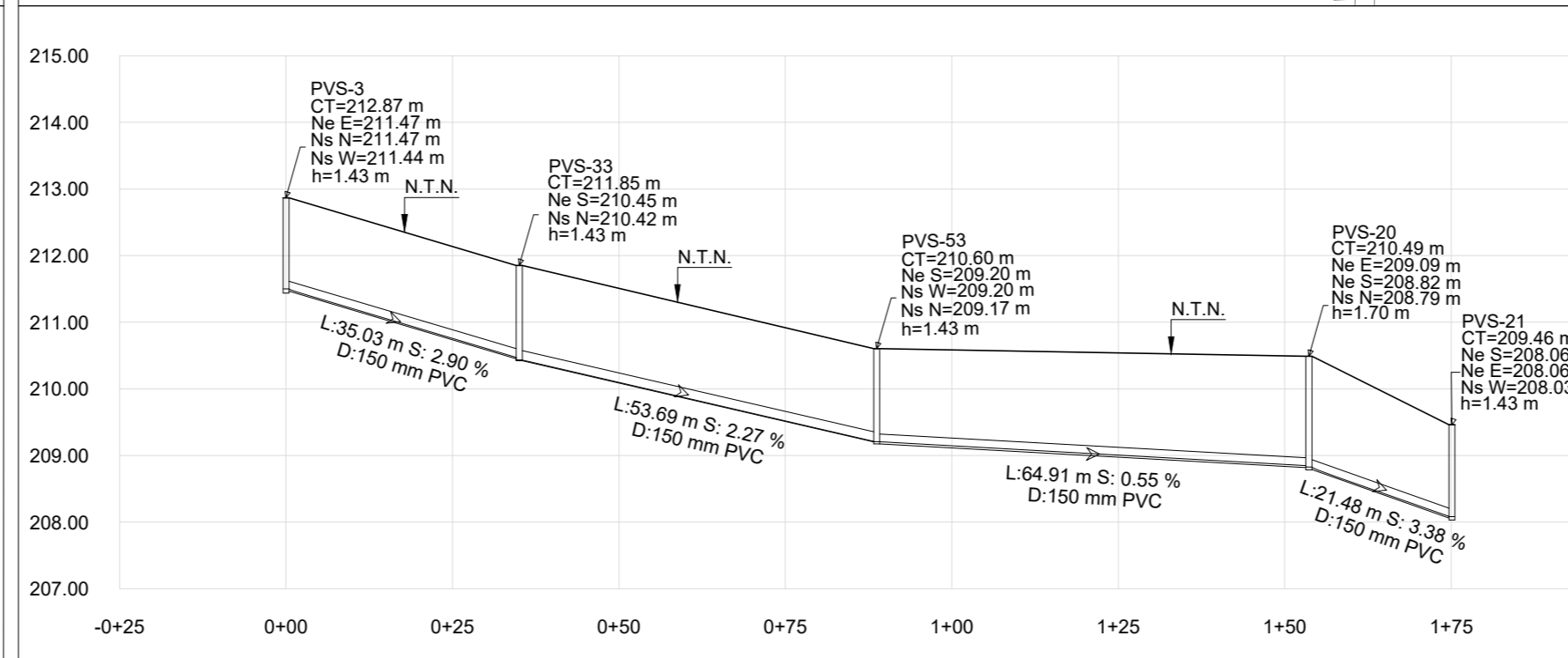
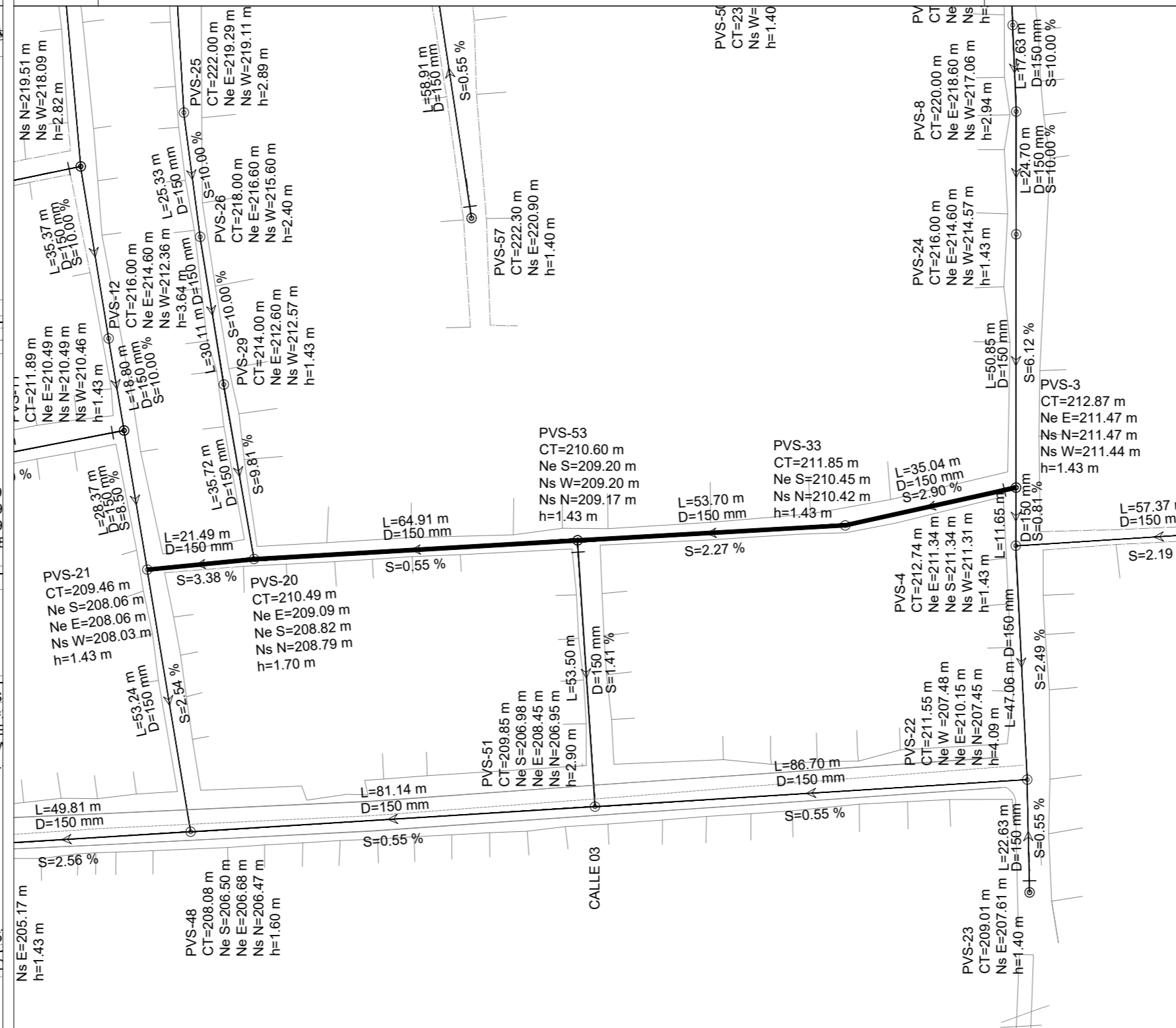
CÓDIGO DE HOJA: P.P. 02 / 14
 CONSECUTIVO: 06 / 19

RED DE RECOLECCIÓN:
ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO PVS -11 AL PVS - 16
(AVENIDA 4)
ESC: 1:1000



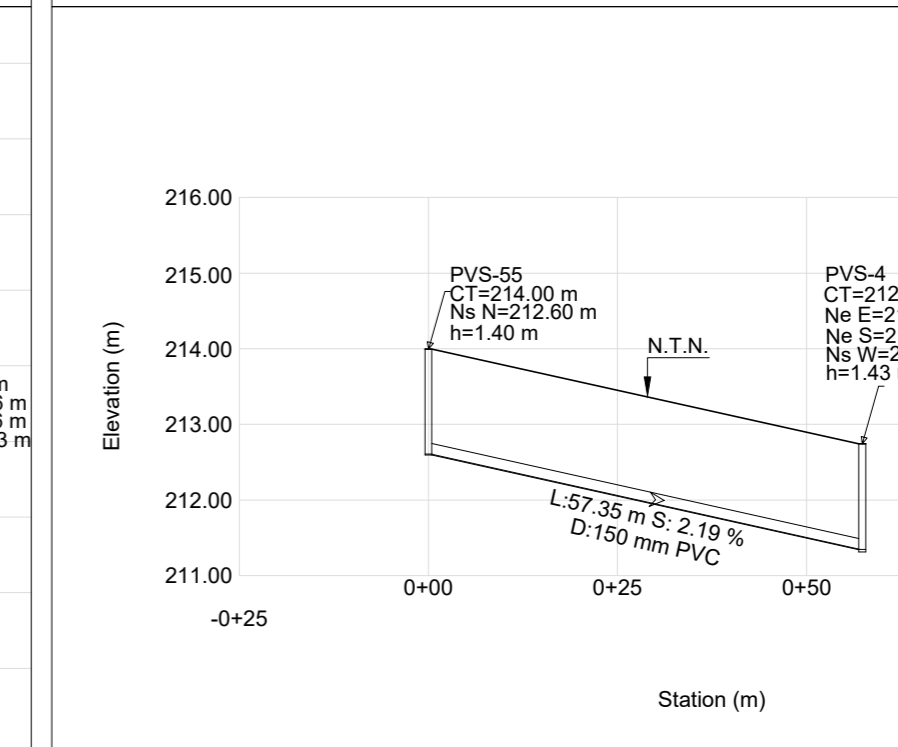
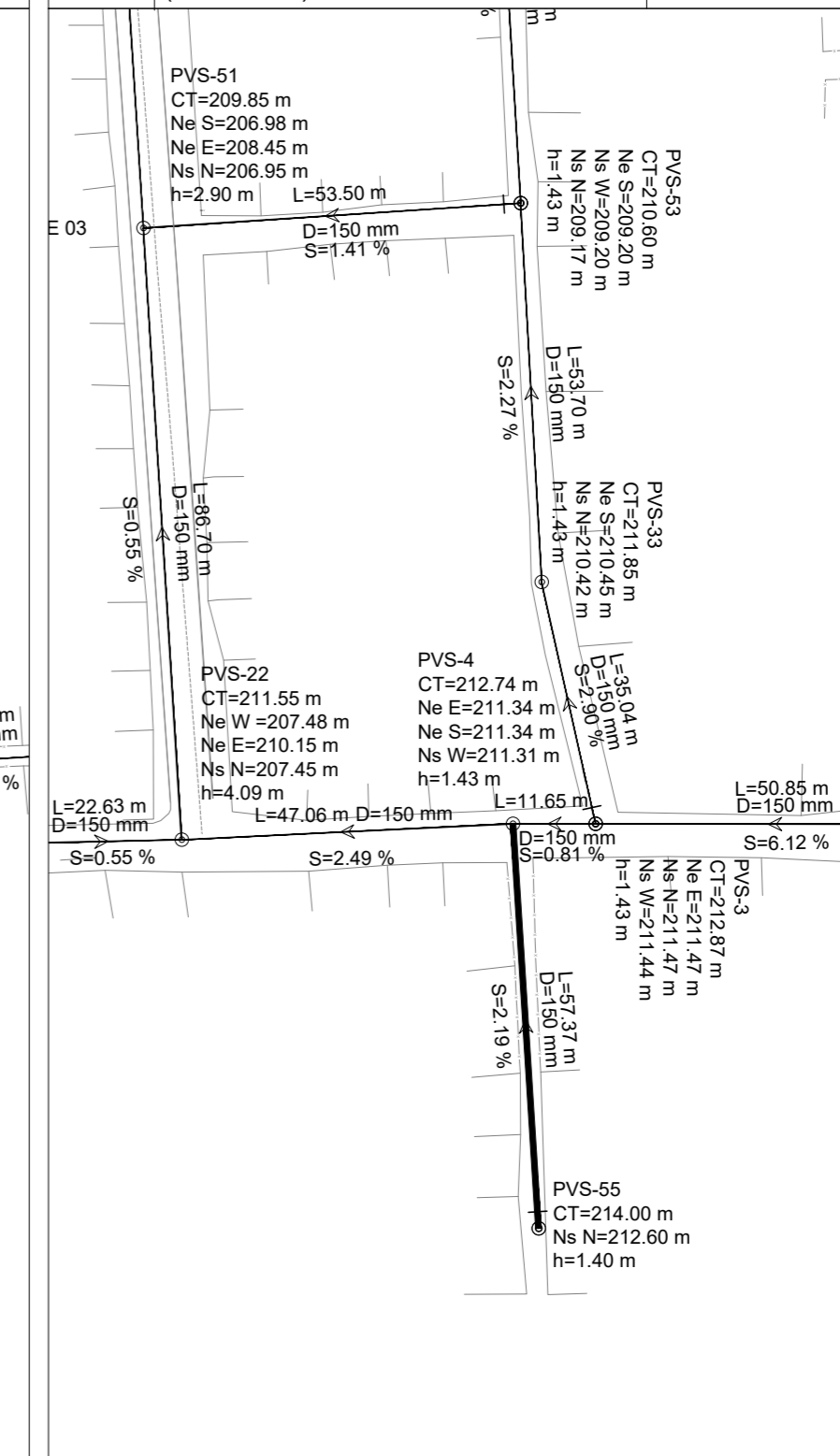
PERFIL TRAMO PVS - 11 AL PVS - 16 (AVENIDA 4)
ESCALA Hor. = 1:1000
Ver. = 1:100

RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO TRAMO PVS -3 AL PVS - 21 (AVENIDA 3)
ESC: 1:1000



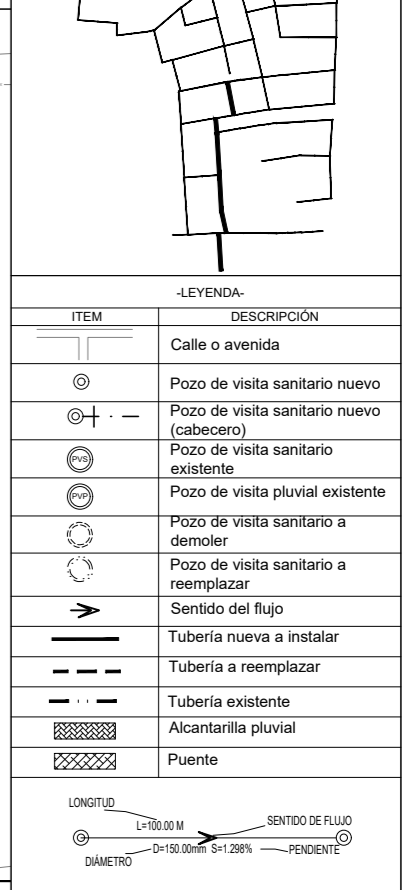
PERFIL TRAMO PVS -3 AL PVS - 21 (AVENIDA 3)
ESCALA Hor. = 1:1000
Ver. = 1:100

RED DE RECOLECCIÓN:
ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO PVS - 55 AL PVS - 4
(AVENIDA 3)
ESC: 1:1000



PERFIL TRAMO PVS - 55 AL PVS - 4 (AVENIDA 3)
ESCALA Hor. = 1:1000
Ver. = 1:100

ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN:



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE
MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA**

CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA-PERFIL
TRAMO:(PVS-11 AL PVS-16) (PVS-3 AL PVS-21) (PVS-55 AL PVS-4)

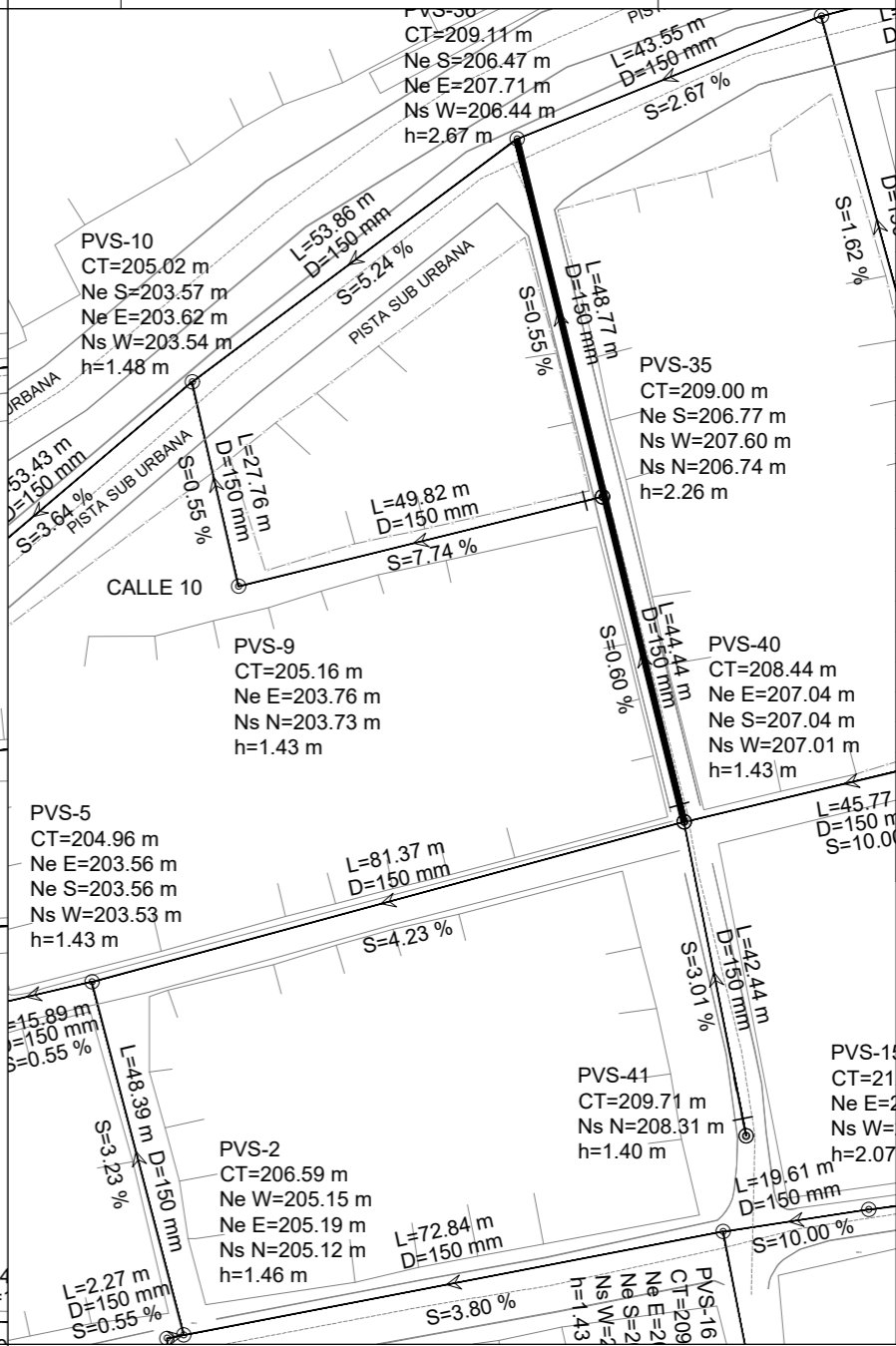
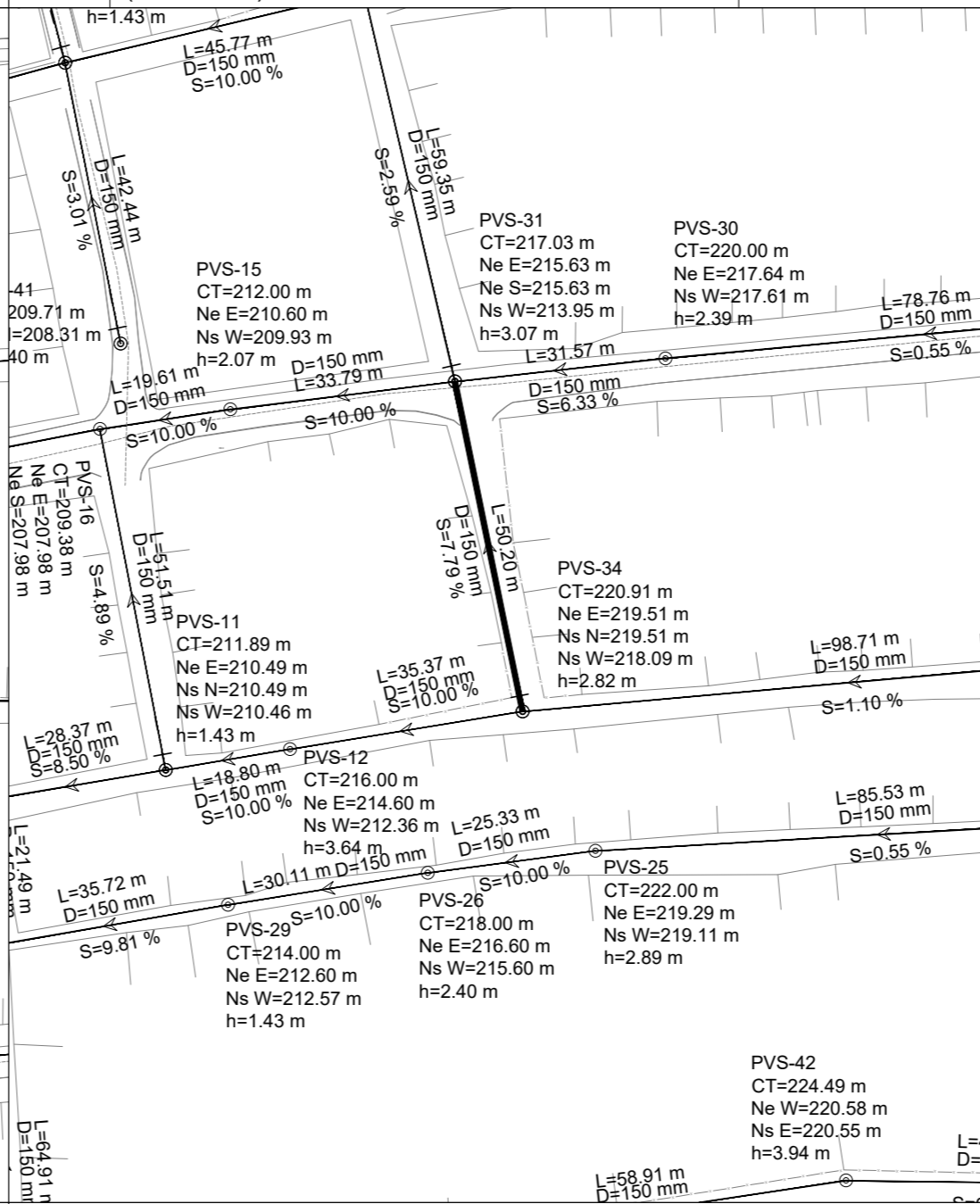
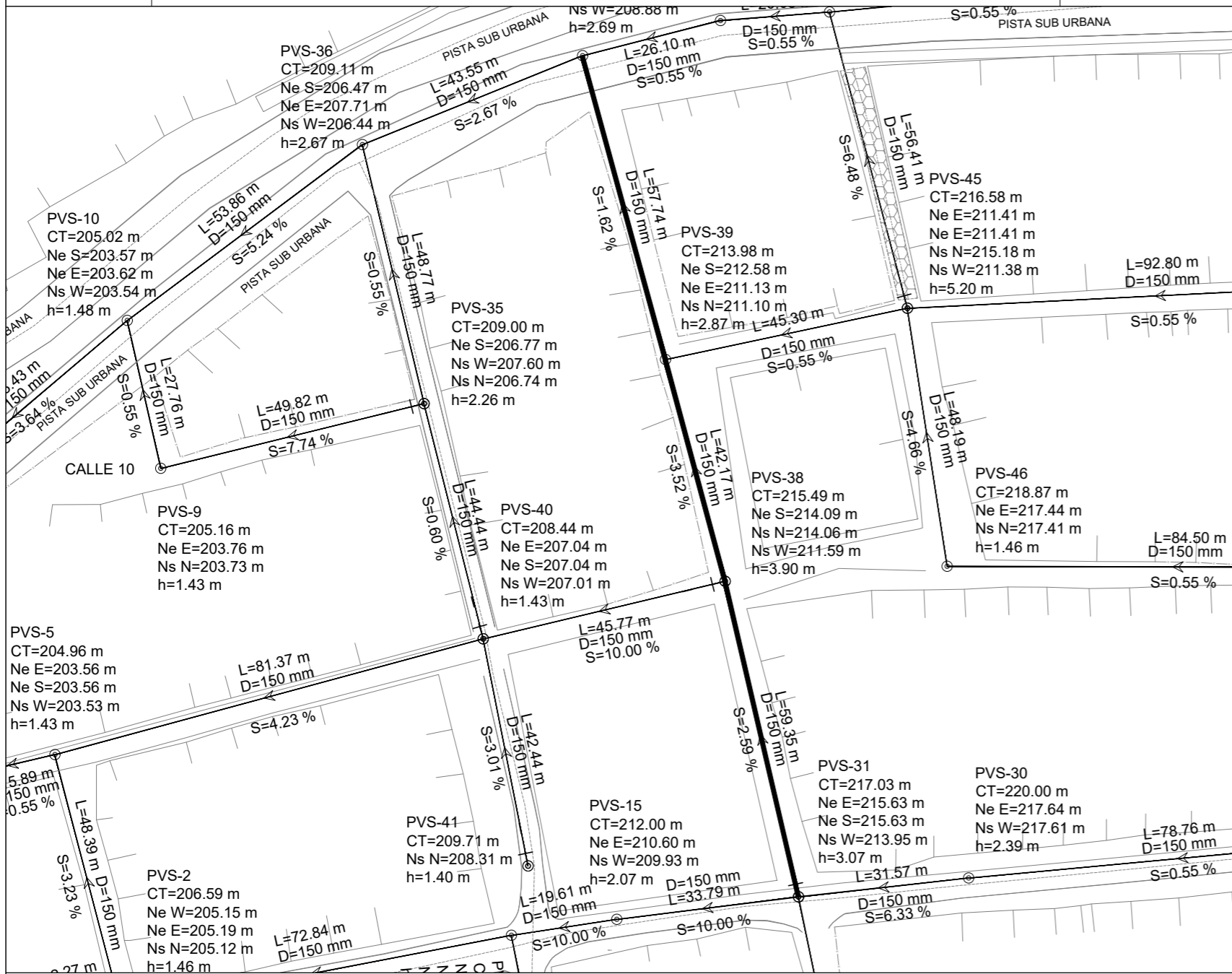
ESCALA: INDICADA
FECHA: NOV, 2020

ELABORADO POR:
BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

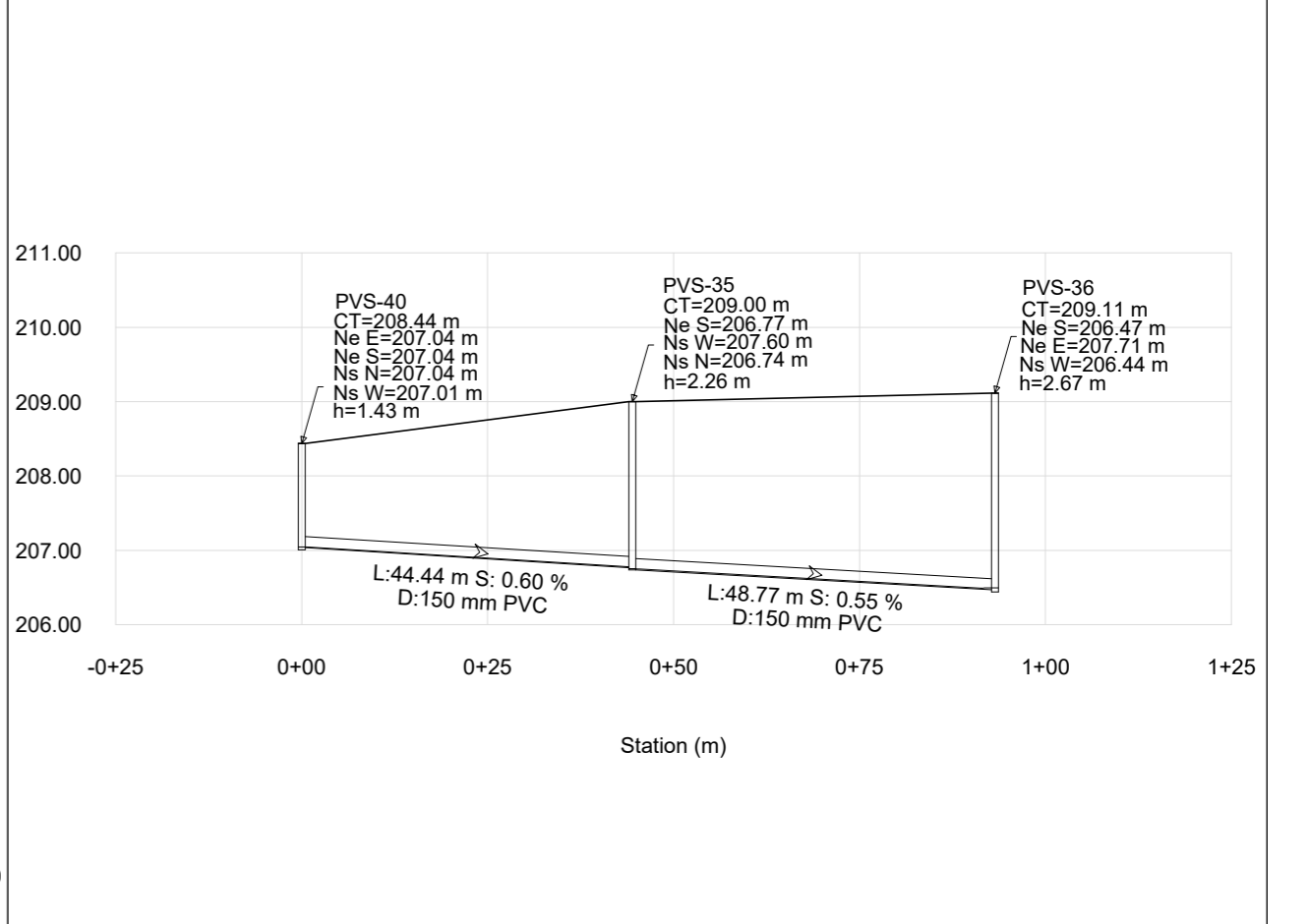
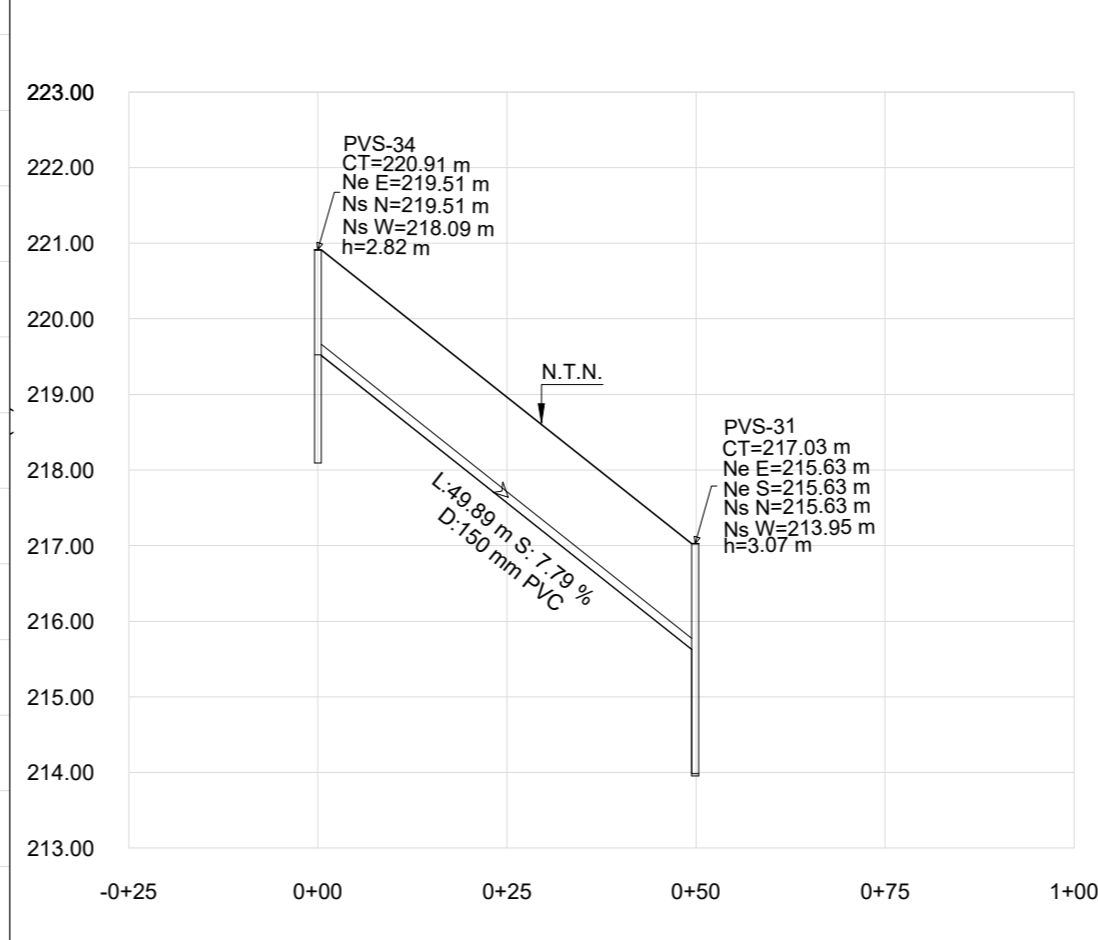
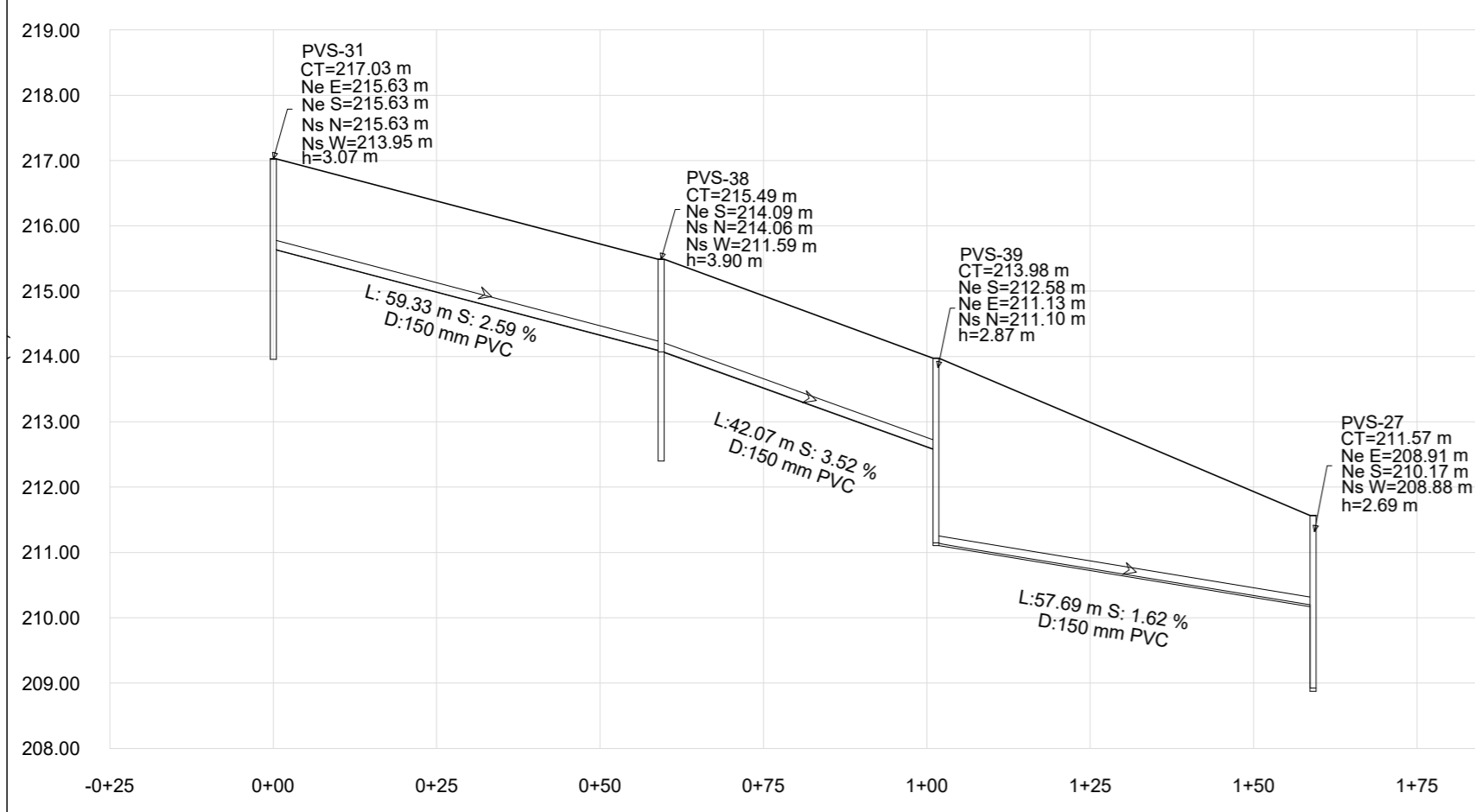
REVISADO POR:
M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA
P.P. 03 14

CONSECUTIVO
07 19



ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida
⊙	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecera)
⊕	Pozo de visita sanitario existente
⊙	Pozo de visita pluvial existente
⊕	Pozo de visita sanitario a demoler
⊙	Pozo de visita sanitario a reemplazar
→	Sentido del flujo
—	Tubería nueva a instalar
- - -	Tubería a reemplazar
- - -	Tubería existente
▨	Alcantarilla pluvial
▨	Puente



PERFIL TRAMO PVS - 31 AL PVS - 27 (AVENIDA 5) ESCALA Hor. = 1:1000 Ver. = 1:100

PERFIL TRAMO PVS - 34 AL PVS - 31 (AVENIDA 5) ESCALA Hor. = 1:1000 Ver. = 1:100

PERFIL TRAMO PVS - 40 AL PVS - 36 (AVENIDA 4) ESCALA Hor. = 1:1000 Ver. = 1:100



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARIN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA-PERFIL
 TRAMO: (PVS-31 AL PVS-27)(PVS-34 AL PVS-31)(PVS-40 AL PVS-36)

ESCALA: INDICADA

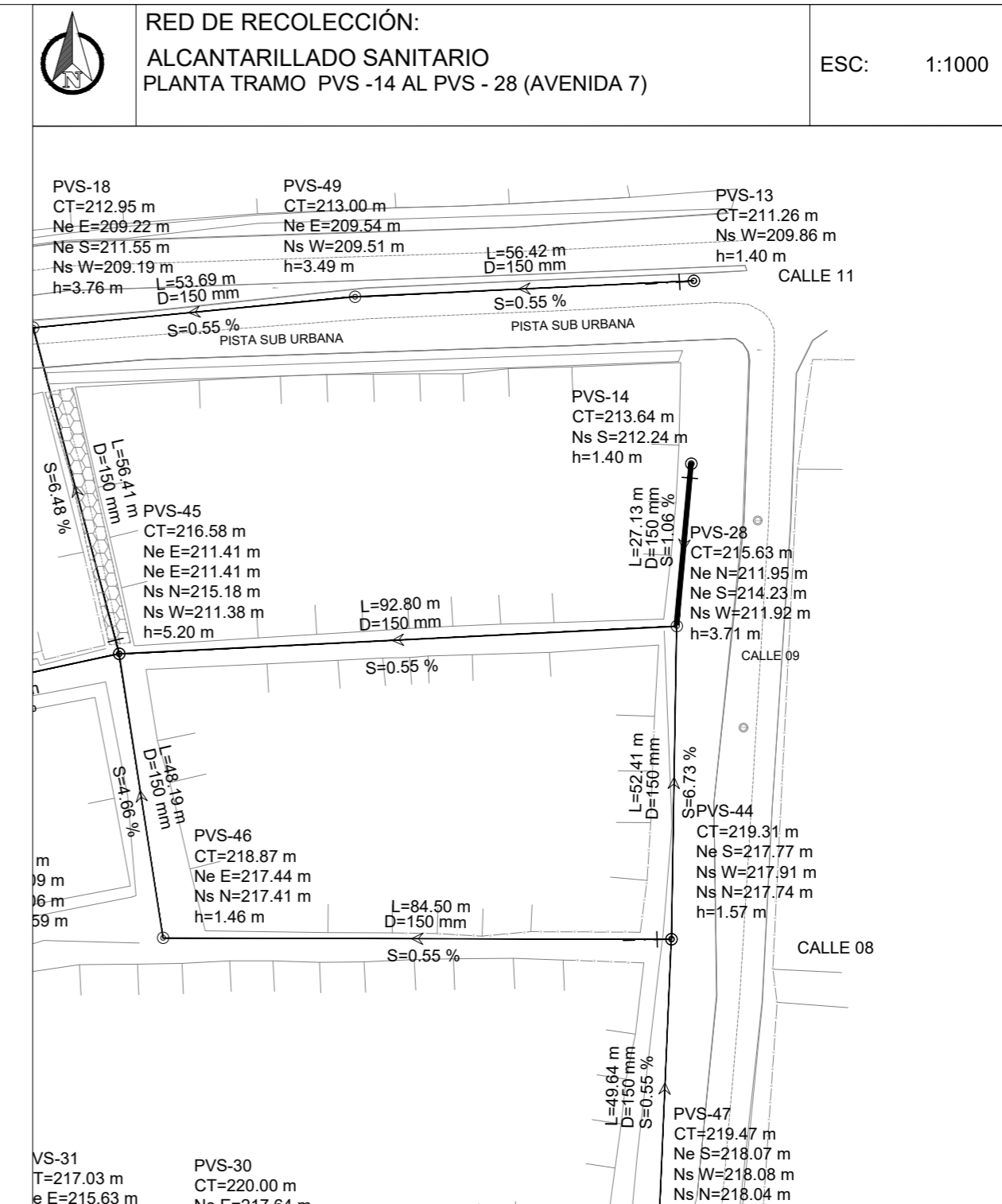
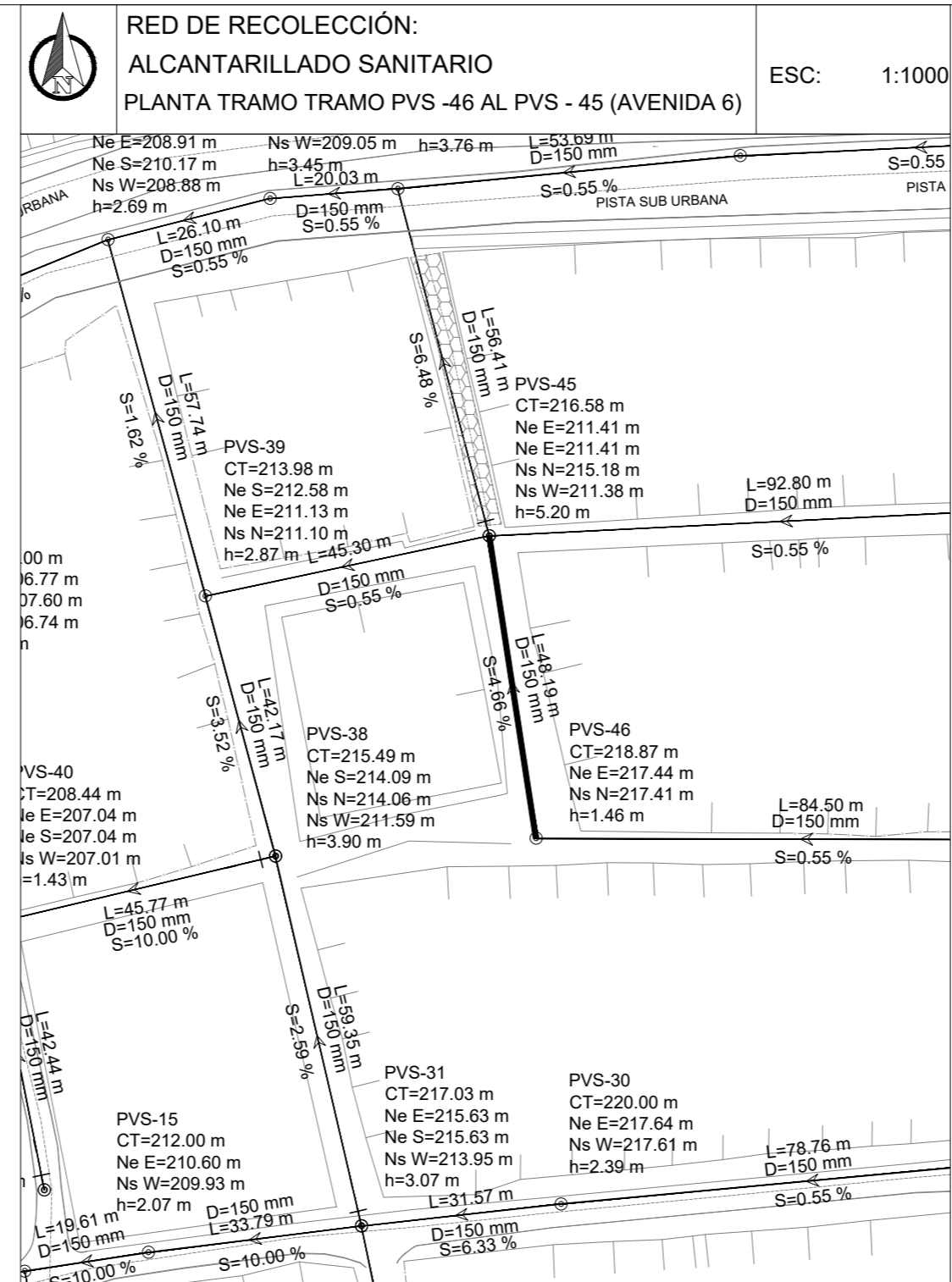
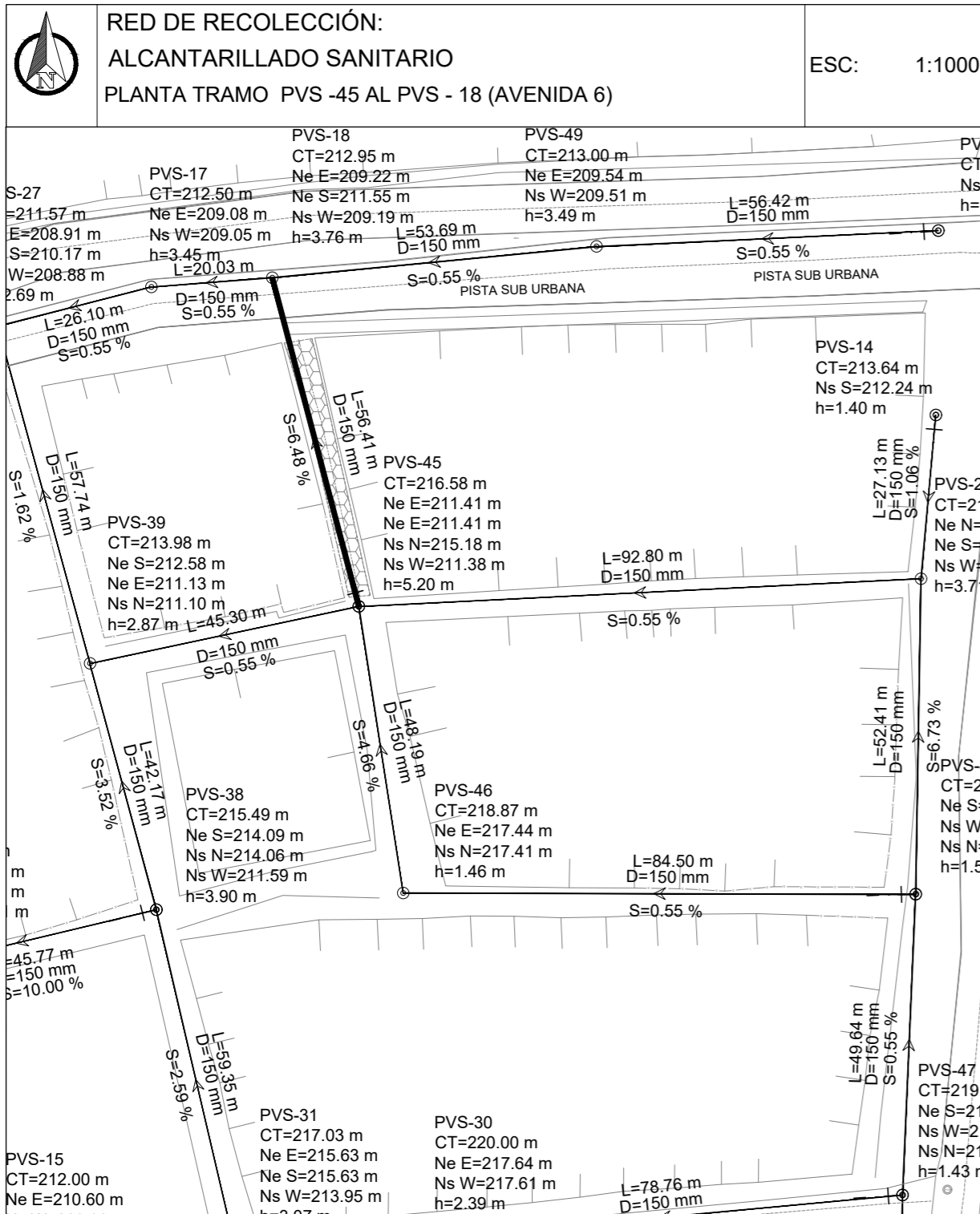
FECHA: NOV, 2020

ELABORADO POR:
BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

REVISADO POR:
M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA: P.P. 04 14

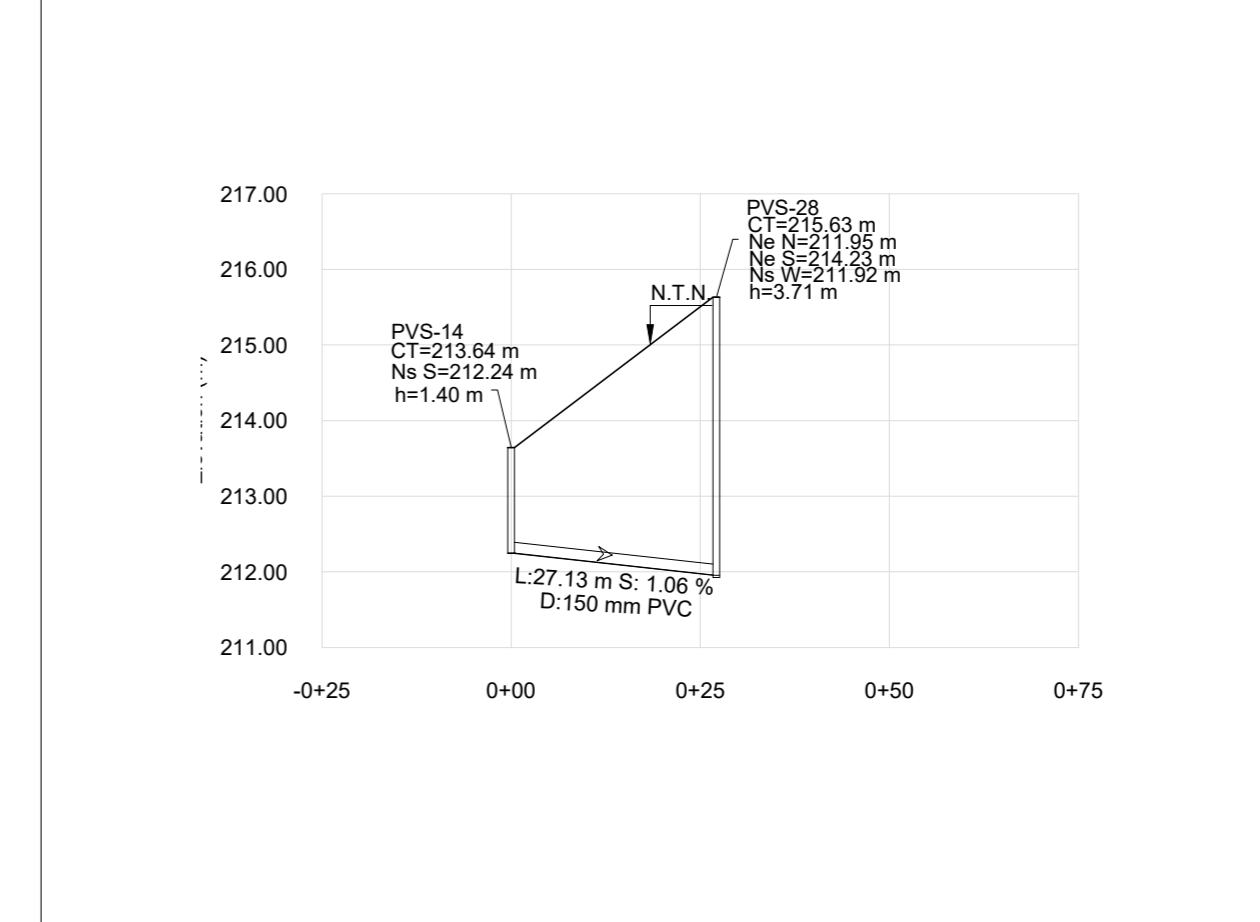
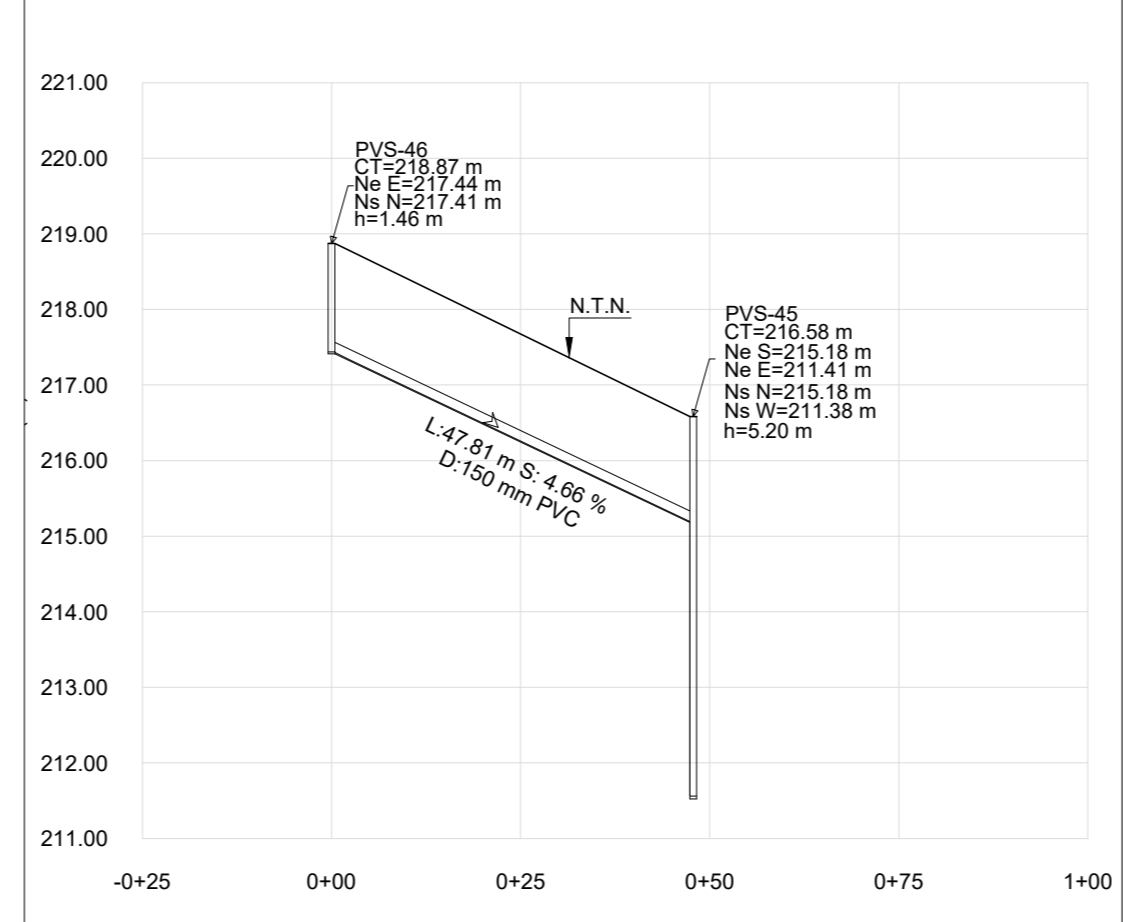
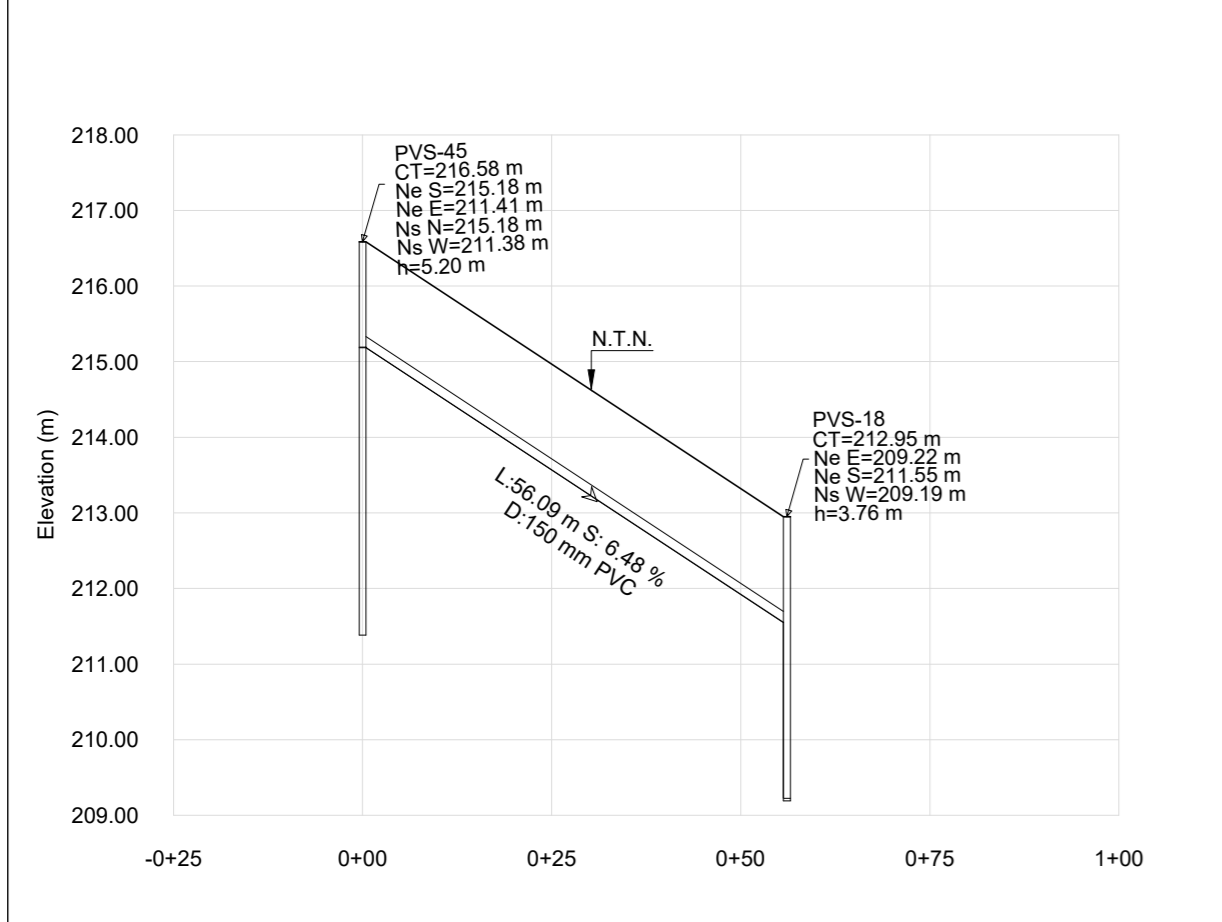
CONSECUTIVO: 08 19



-LEYENDA-

ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida
⊙	Pozo de visita sanitario nuevo
⊕	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecero)
⊙	Pozo de visita sanitario existente
⊕	Pozo de visita pluvial existente
⊙	Pozo de visita sanitario a demoler
⊕	Pozo de visita sanitario a reemplazar
→	Sentido del flujo
—	Tubería nueva a instalar
- - -	Tubería a reemplazar
- - -	Tubería existente
▨	Alcantarilla pluvial
▨	Puente

LONGITUD: L=100.00 m
DIÁMETRO: D=150.00 mm
SENTIDO DE FLUJO
PENDIENTE



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARIN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA-PERFIL
TRAMO: (PVS-45 AL PVS-18)(PVS-46 AL PVS-45) (PVS-14 AL PVS-28)

ESCALA: INDICADA

FECHA: NOV, 2020

ELABORADO POR: BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

REVISADO POR: M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

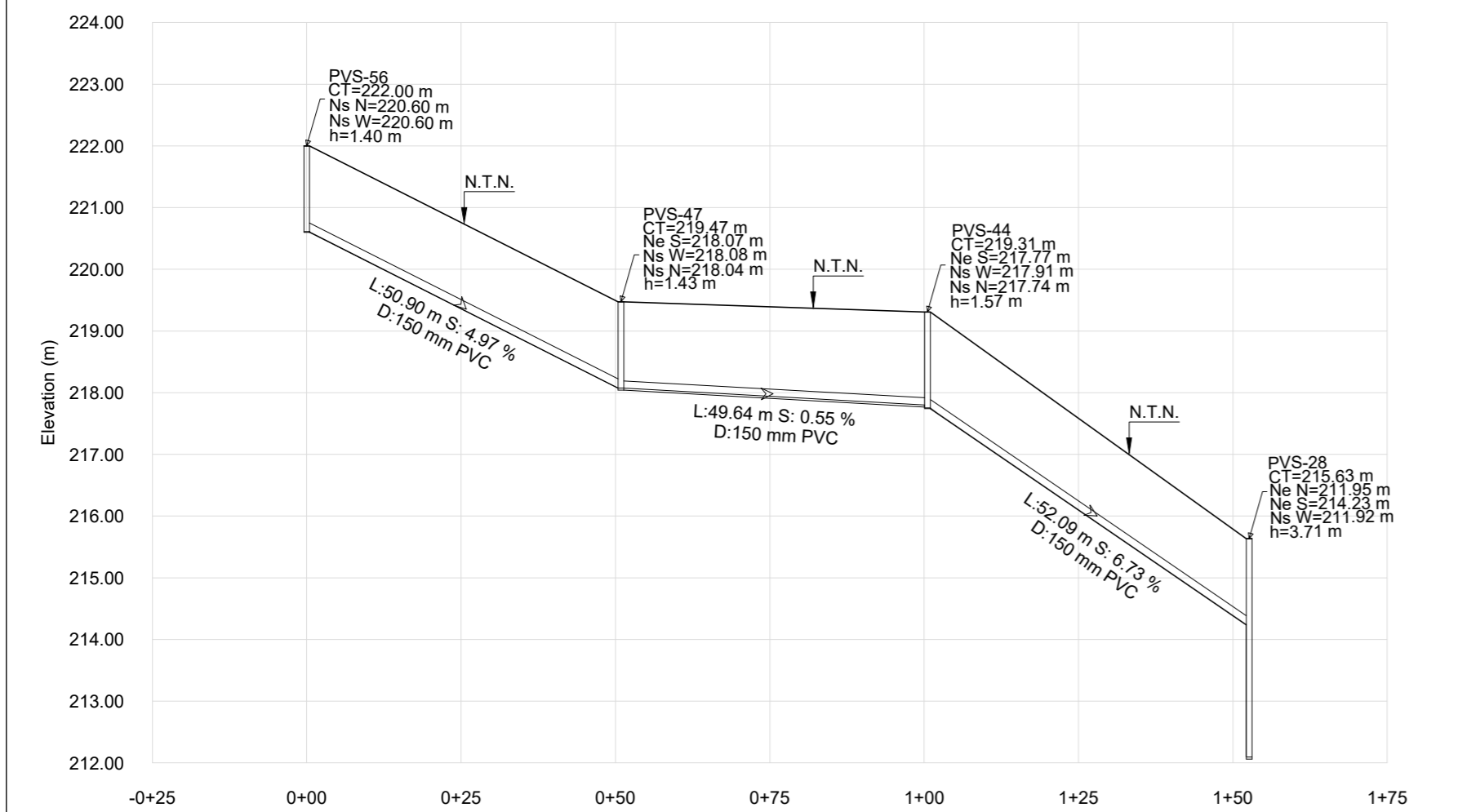
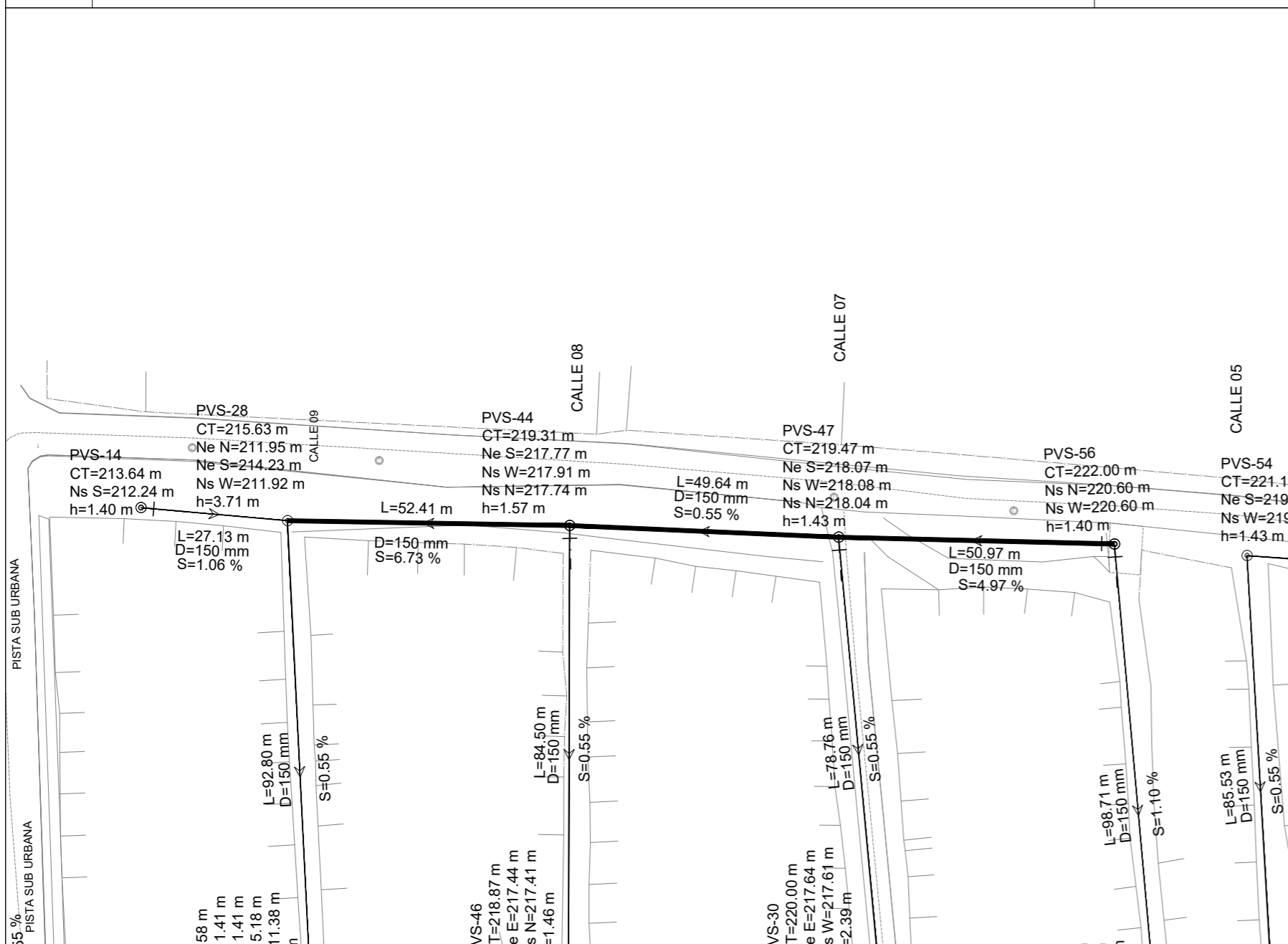
CÓDIGO DE HOJA: P.P. 05/14

CONSECUTIVO: 09/19



RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO TRAMO PVS -56 AL PVS - 28 (AVENIDA 7)

ESC: 1:1000



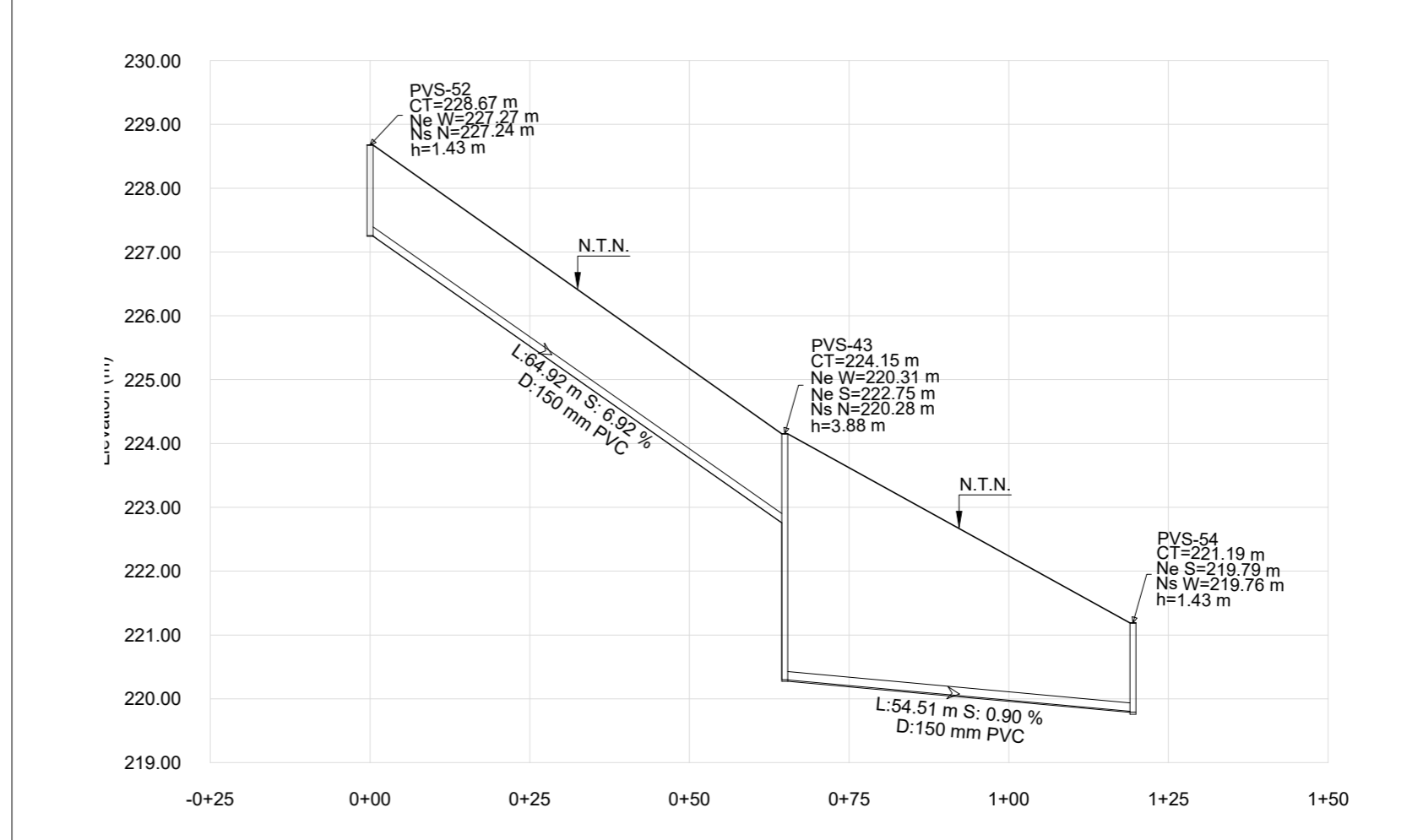
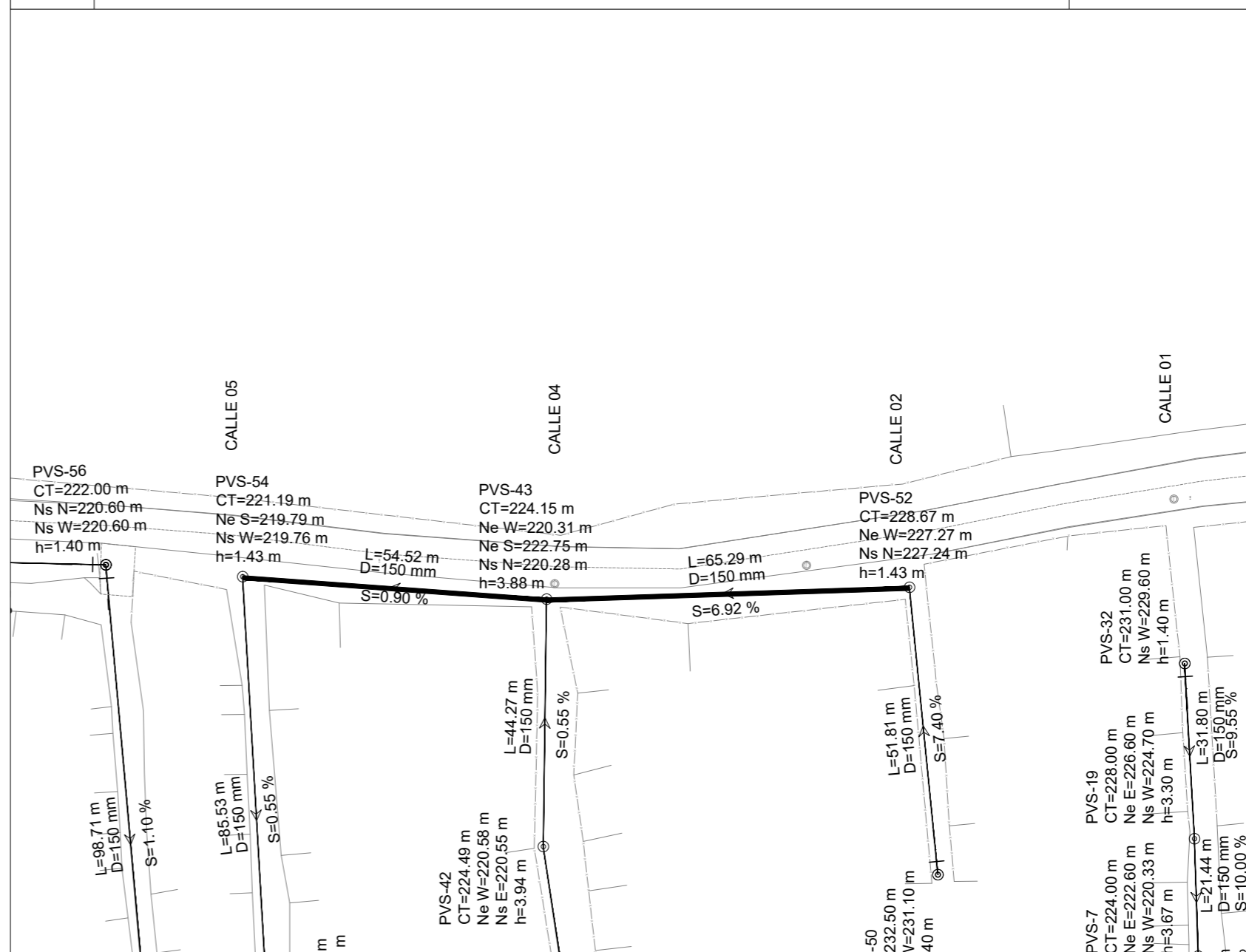
PERFIL TRAMO PVS - 56 AL PVS - 28 (AVENIDA 7)

ESCALA Hor. = 1:1000
Ver. = 1:100



RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO TRAMO PVS -52 AL PVS - 54 (AVENIDA 7)

ESC: 1:1000



PERFIL TRAMO PVS - 52 AL PVS - 54 (AVENIDA 7)

ESCALA Hor. = 1:1000
Ver. = 1:100

-ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN-



ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida
⊙	Pozo de visita sanitario nuevo
⊕	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecero)
⊙	Pozo de visita sanitario existente
⊕	Pozo de visita pluvial existente
⊙	Pozo de visita sanitario a demoler
⊕	Pozo de visita sanitario a reemplazar
→	Sentido del flujo
—	Tubería nueva a instalar
- - -	Tubería a reemplazar
- - -	Tubería existente
▨	Alcantarilla pluvial
▨	Puente

LONGITUD L=100.00 m
SENTIDO DE FLUJO
DIÁMETRO D=150.00 mm S=1.28%
PENDIENTE



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA EL BARRIO MARVIN MARIN, DEL MUNICIPIO DE
MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA-PERFIL
TRAMO: (PVS-56 AL PVS-28)(PVS-52 AL PVS-54)

ESCALA: INDICADA

FECHA:
NOV, 2020

ELABORADO POR:

BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

REVISADO POR:

M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA

P.P.
06 | 14

CONSECUTIVO

10
19



RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO
SANITARIO PLANTA TRAMO PVS -27 AL PVS - 37 (CALLE 11)

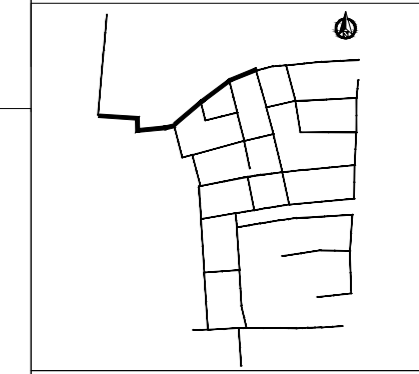
ESC: 1:1000



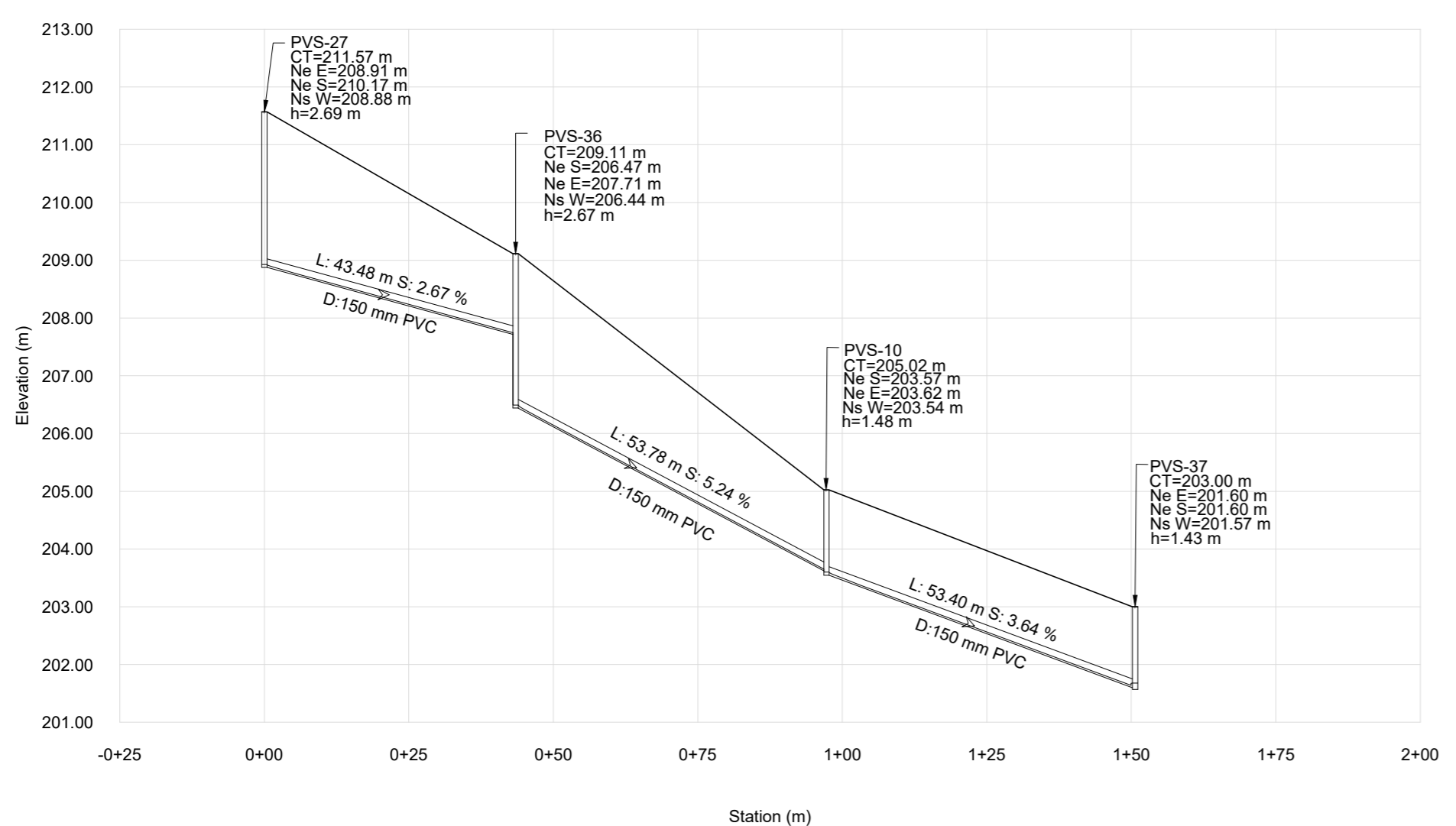
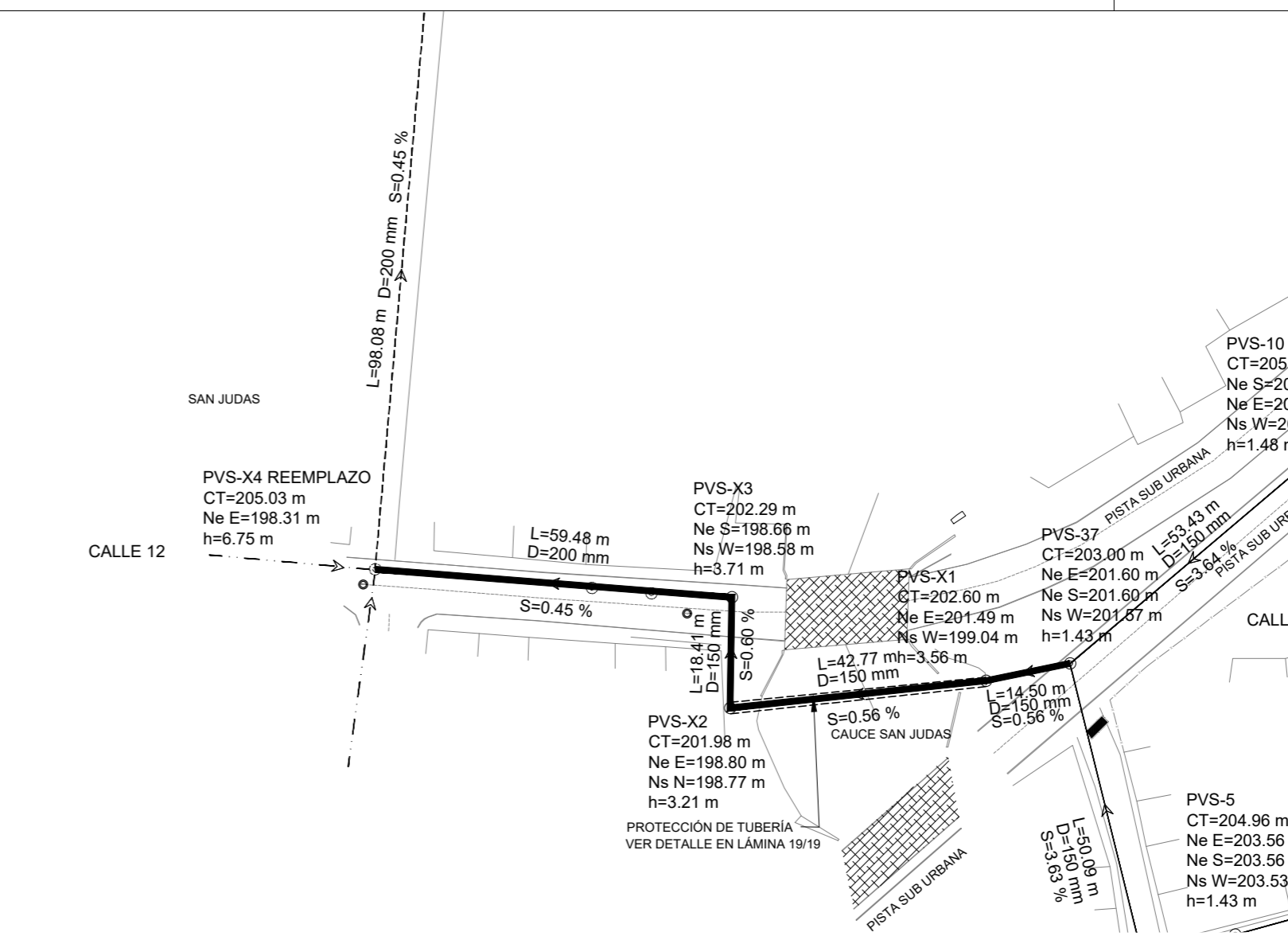
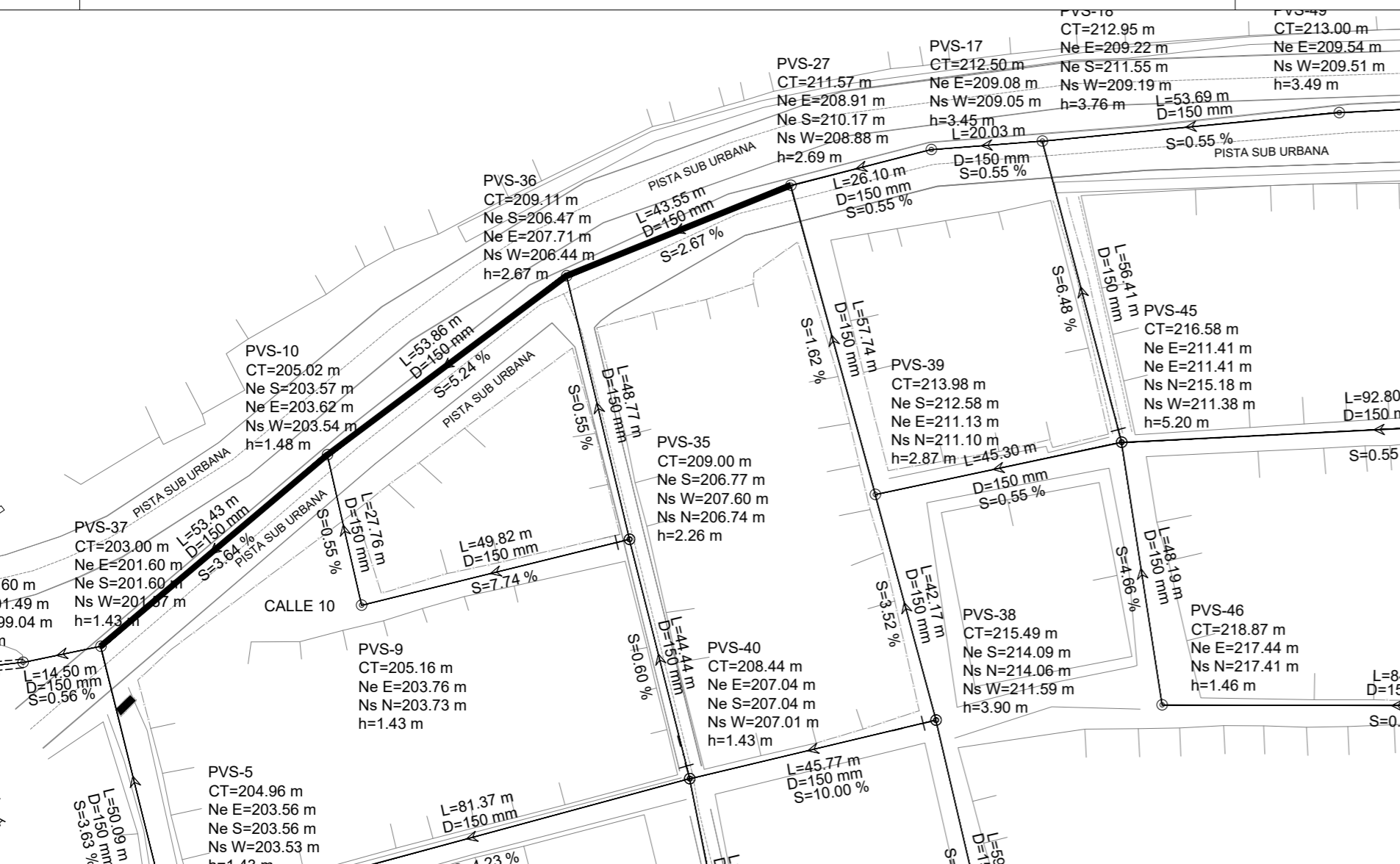
RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO PVS -37 AL PVS - X4 (CALLE 12)

ESC: 1:1000

-ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN-

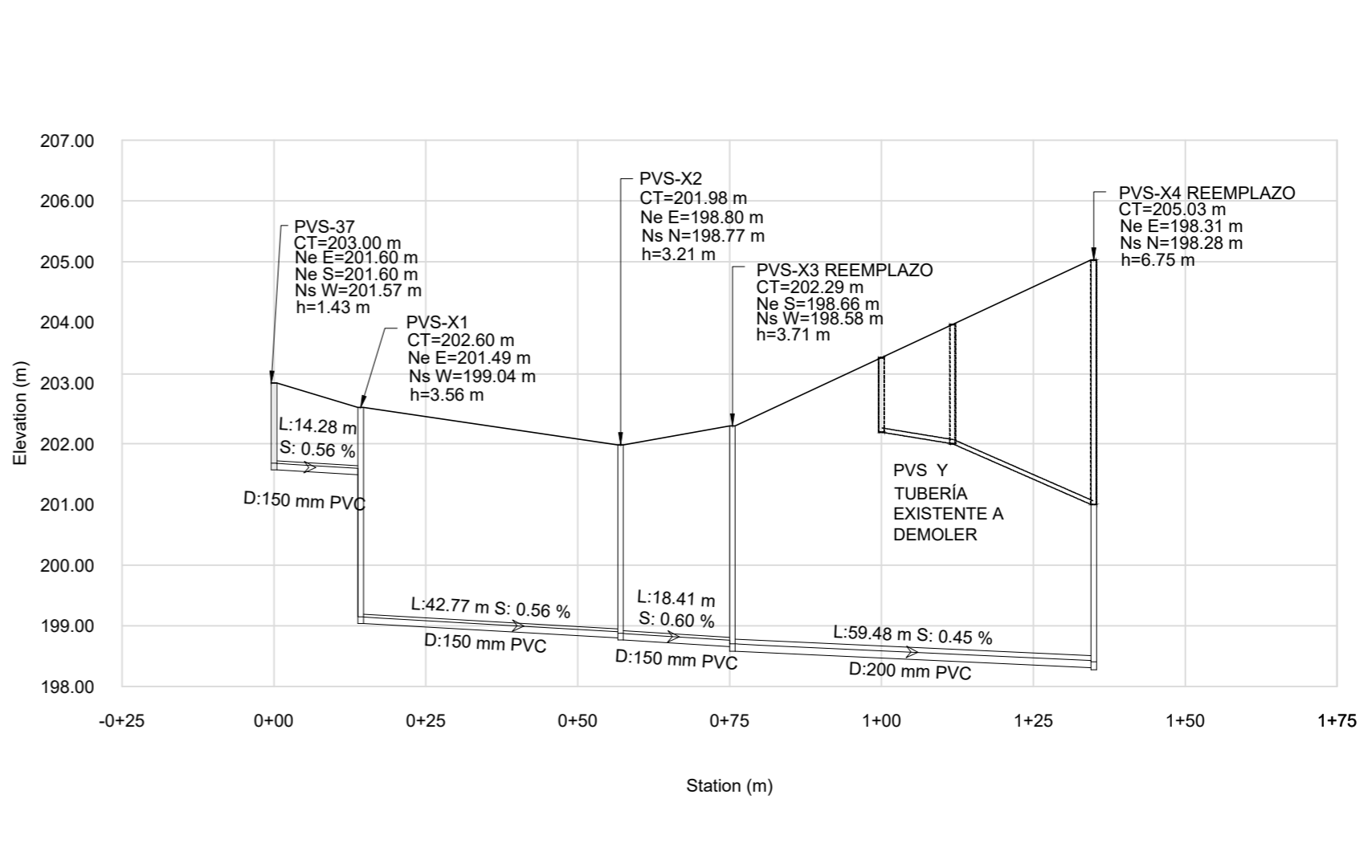


ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida
⊙	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecero)
⊕	Pozo de visita sanitario existente
⊗	Pozo de visita pluvial existente
⊖	Pozo de visita sanitario a demoler
⊙	Pozo de visita sanitario a reemplazar
→	Sentido del flujo
—	Tubería nueva a instalar
- - -	Tubería a reemplazar
- - -	Tubería existente
▨	Alcantarilla pluvial
▩	Puente



PERFIL TRAMO PVS -27 AL PVS - 37 (CALLE 11)

ESCALA Hor. = 1:1000
Ver. = 1:100



PERFIL TRAMO PVS -37 AL PVS - X4 (CALLE 12)

ESCALA Hor. = 1:1000
Ver. = 1:100



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE
MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA**

CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA-PERFIL
TRAMO: (PVS-27 AL PVS-37)(PVS-37 AL PVS-X4)

ESCALA: INDICADA

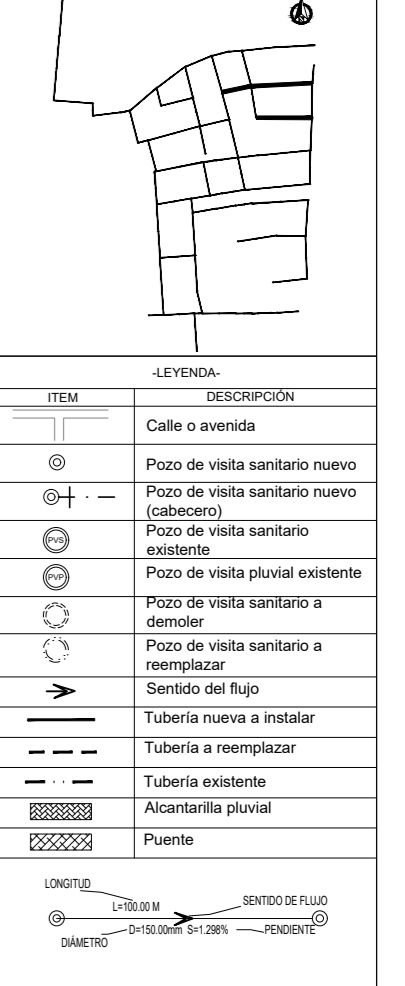
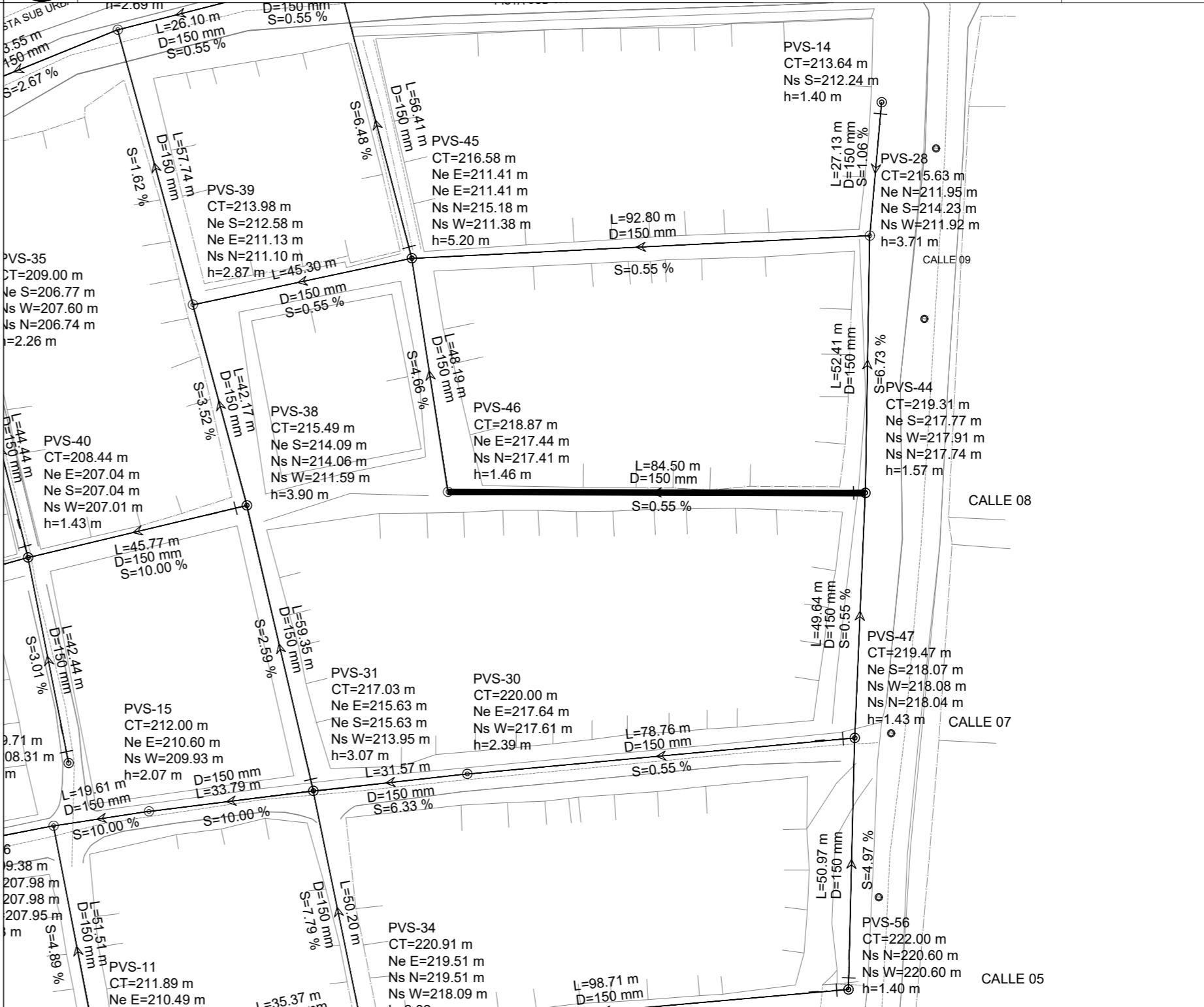
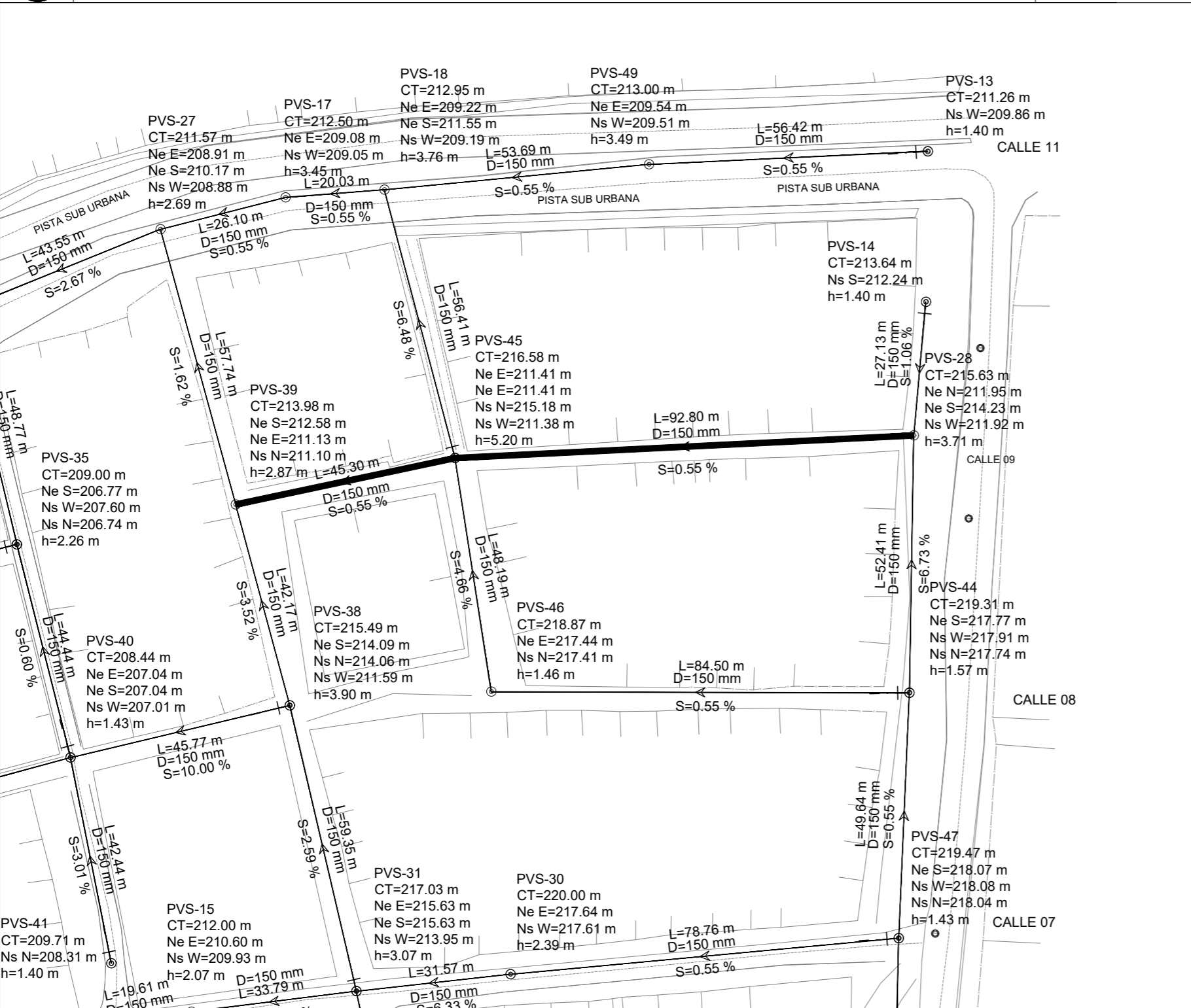
FECHA:
NOV, 2020

ELABORADO POR:
BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

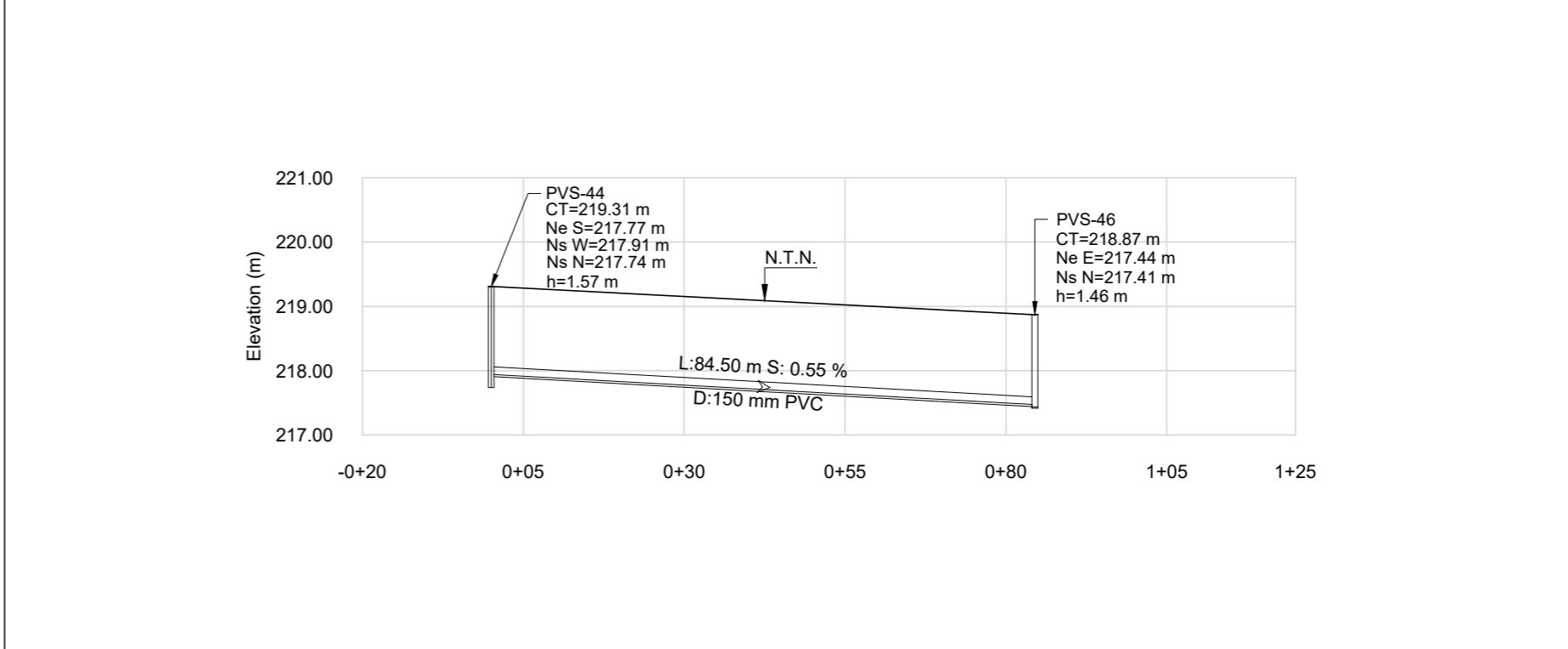
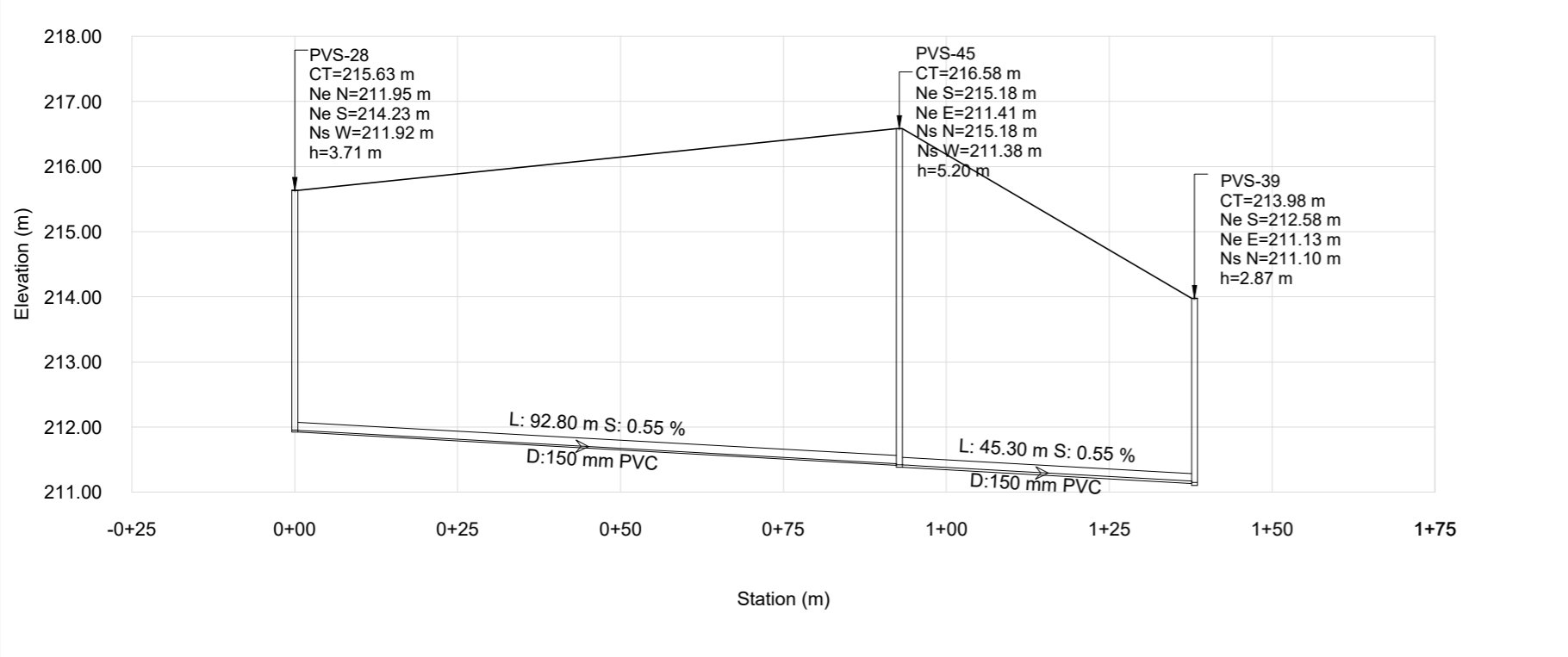
REVISADO POR:
M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA
P.P. 07/14

CONSECUTIVO
11/19



ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida
⊙	Pozo de visita sanitario nuevo
⊕	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecera)
⊙	Pozo de visita sanitario existente
⊙	Pozo de visita pluvial existente
⊙	Pozo de visita sanitario a demoler
⊙	Pozo de visita sanitario a reemplazar
→	Sentido del flujo
—	Tubería nueva a instalar
- - -	Tubería a reemplazar
- - -	Tubería existente
▨	Alcantarilla pluvial
▨	Puente



PERFIL TRAMO PVS -28 AL PVS - 39 (CALLE 09)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100

PERFIL TRAMO PVS 44 AL PVS - 46 (CALLE 08)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
 PARA EL BARRIO MARVIN MARIN, DEL MUNICIPIO DE
 MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA**

CONTENIDO DEL PLANO:
PLANTA-PERFIL
 TRAMO: (PVS-28 AL PVS-39)(PVS-44 AL PVS-46)

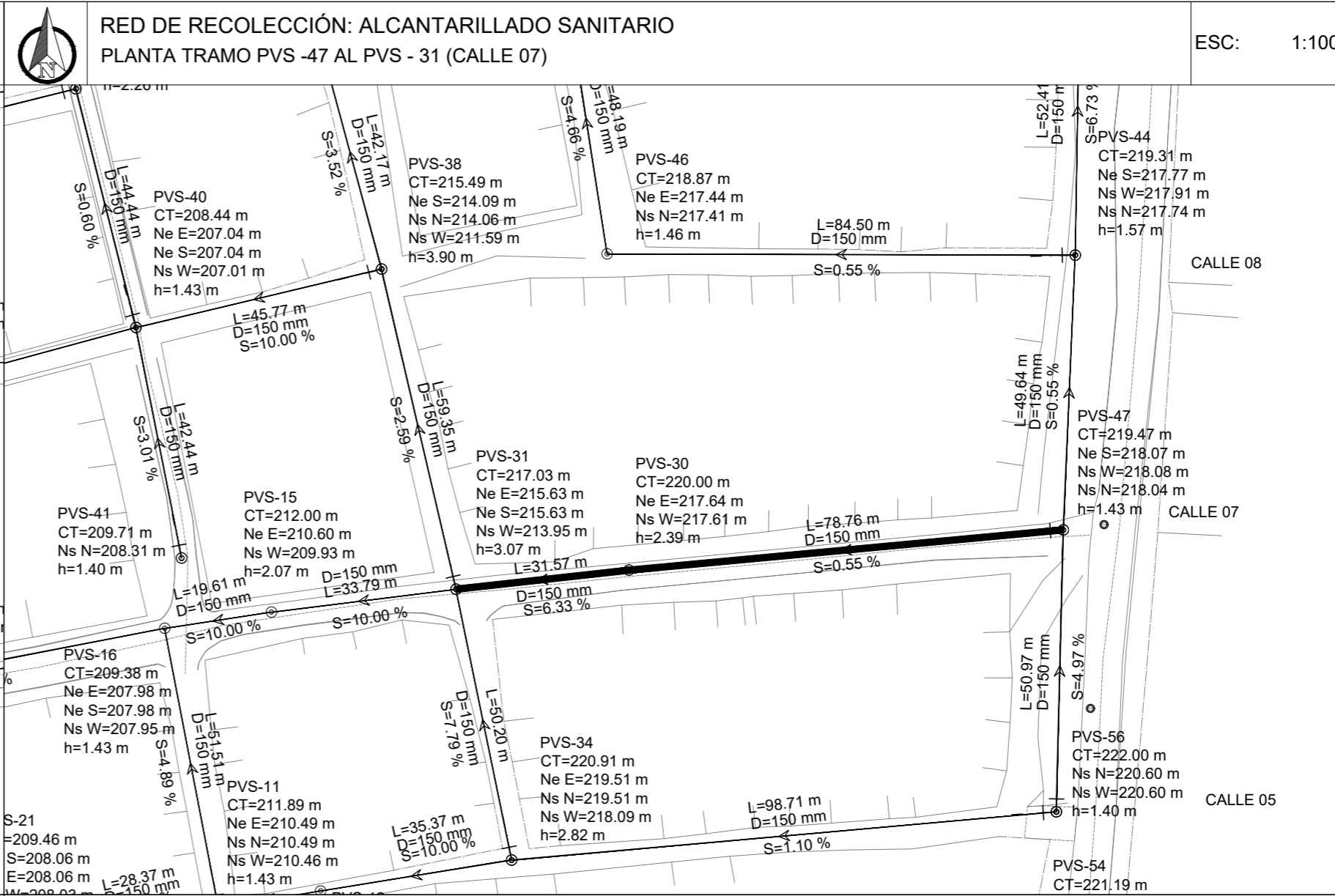
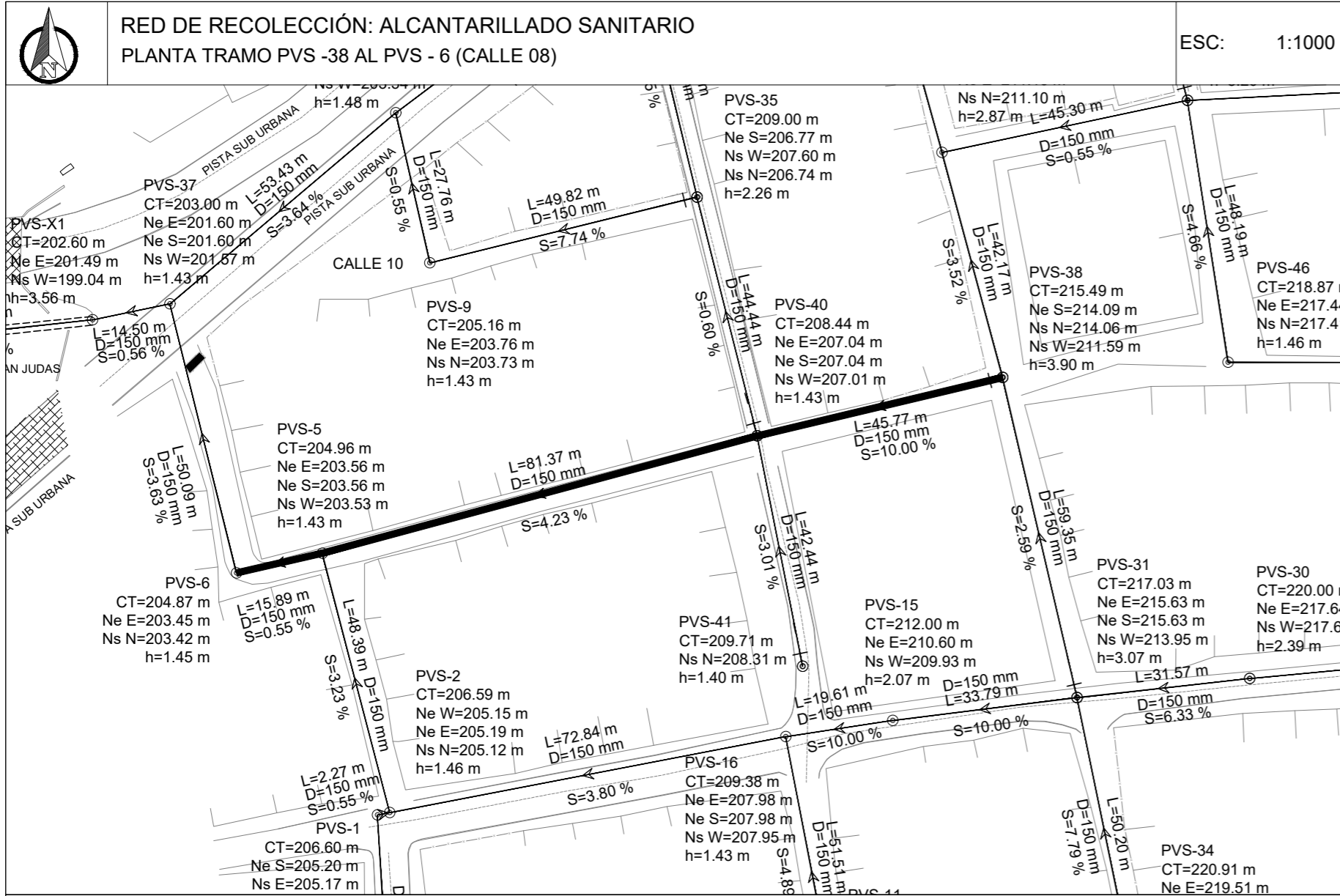
ESCALA: INDICADA
 FECHA: NOV, 2020

ELABORADO POR:
BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

REVISADO POR:
M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA
 P.P. 09 14

CONSECUTIVO
 13 19

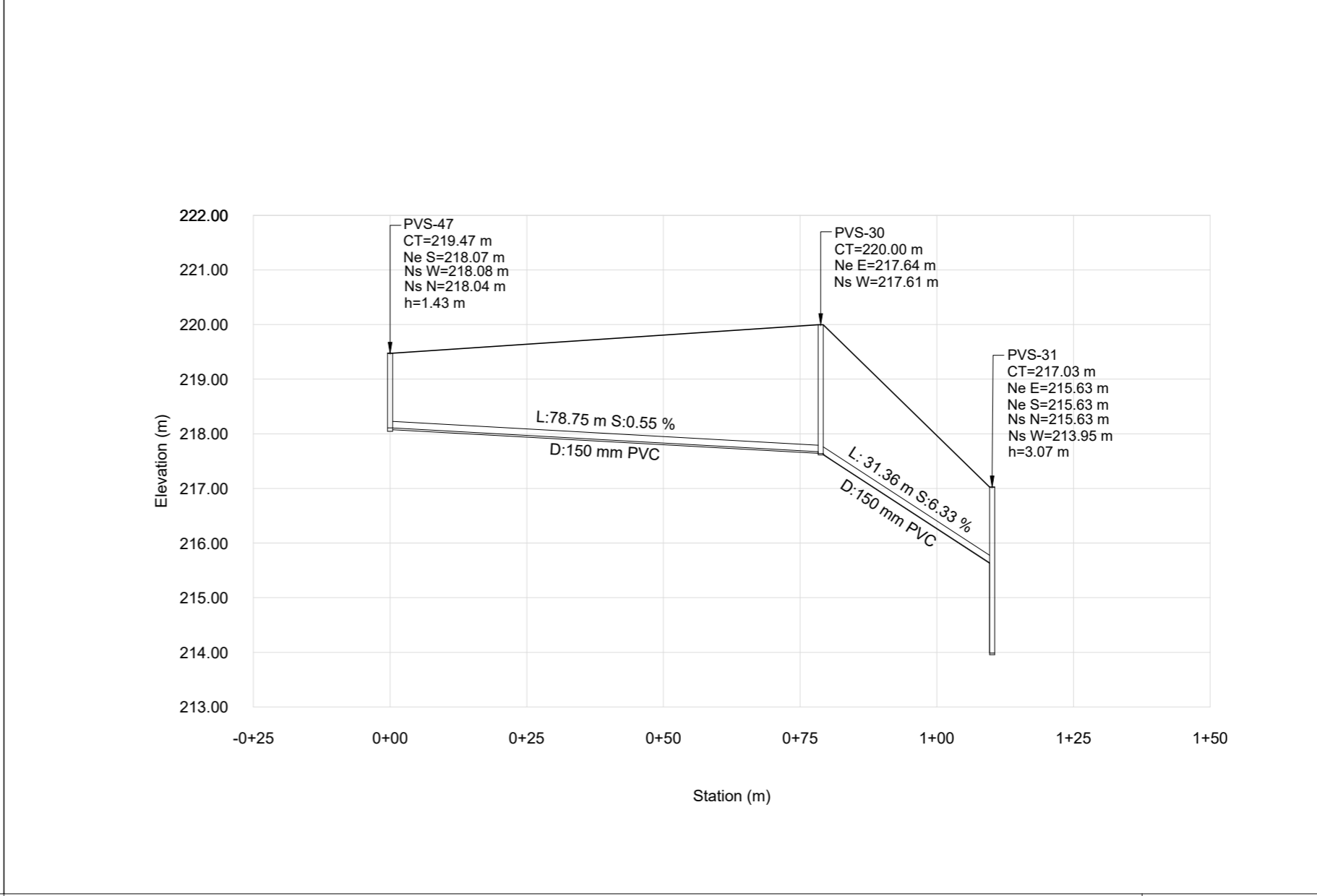
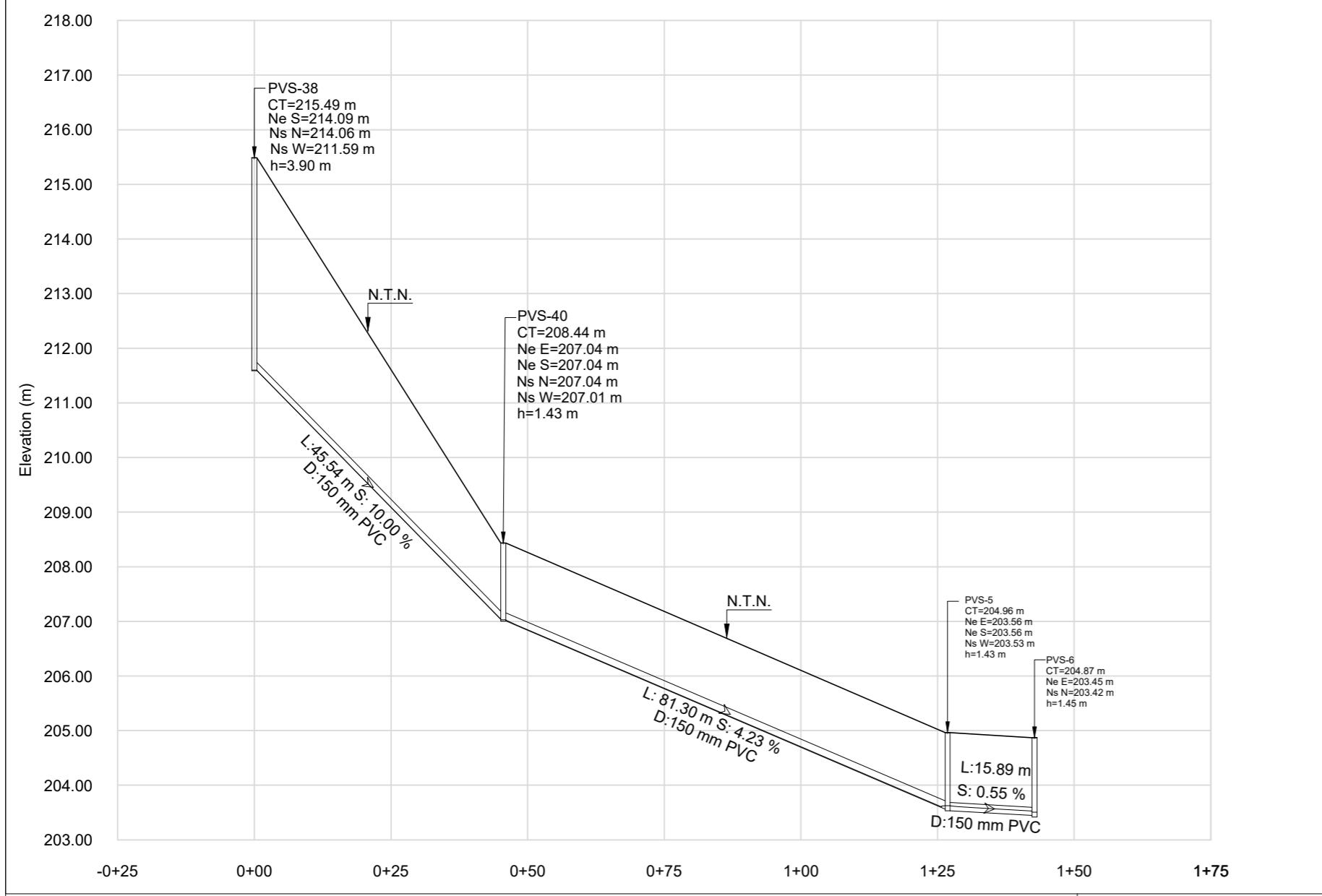


-ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN-

-LEYENDA-

ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida
⊙	Pozo de visita sanitario nuevo
⊕	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecero)
⊙	Pozo de visita sanitario existente
⊕	Pozo de visita pluvial existente
⊙	Pozo de visita sanitario a demoler
⊕	Pozo de visita sanitario a reemplazar
→	Sentido del flujo
—	Tubería nueva a instalar
- - -	Tubería a reemplazar
- - -	Tubería existente
▨	Alcantarilla pluvial
▨	Puente

LONGITUD: L=100.00 m
DAMETRO: D=150.00 mm S=1.20% PENDIENTE



PERFIL TRAMO PVS -38 AL PVS - 6 (CALLE 08)

ESCALA Hor. = 1:1000
Ver. = 1:100

PERFIL TRAMO PVS -47 AL PVS - 31 (CALLE 07)

ESCALA Hor. = 1:1000
Ver. = 1:100



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE
MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA**

CONTENIDO DEL PLANO:
**PLANTA-PERFIL
TRAMO: (PVS-38 AL PVS-6) (PVS-47 AL PVS-31)**

ESCALA: INDICADA

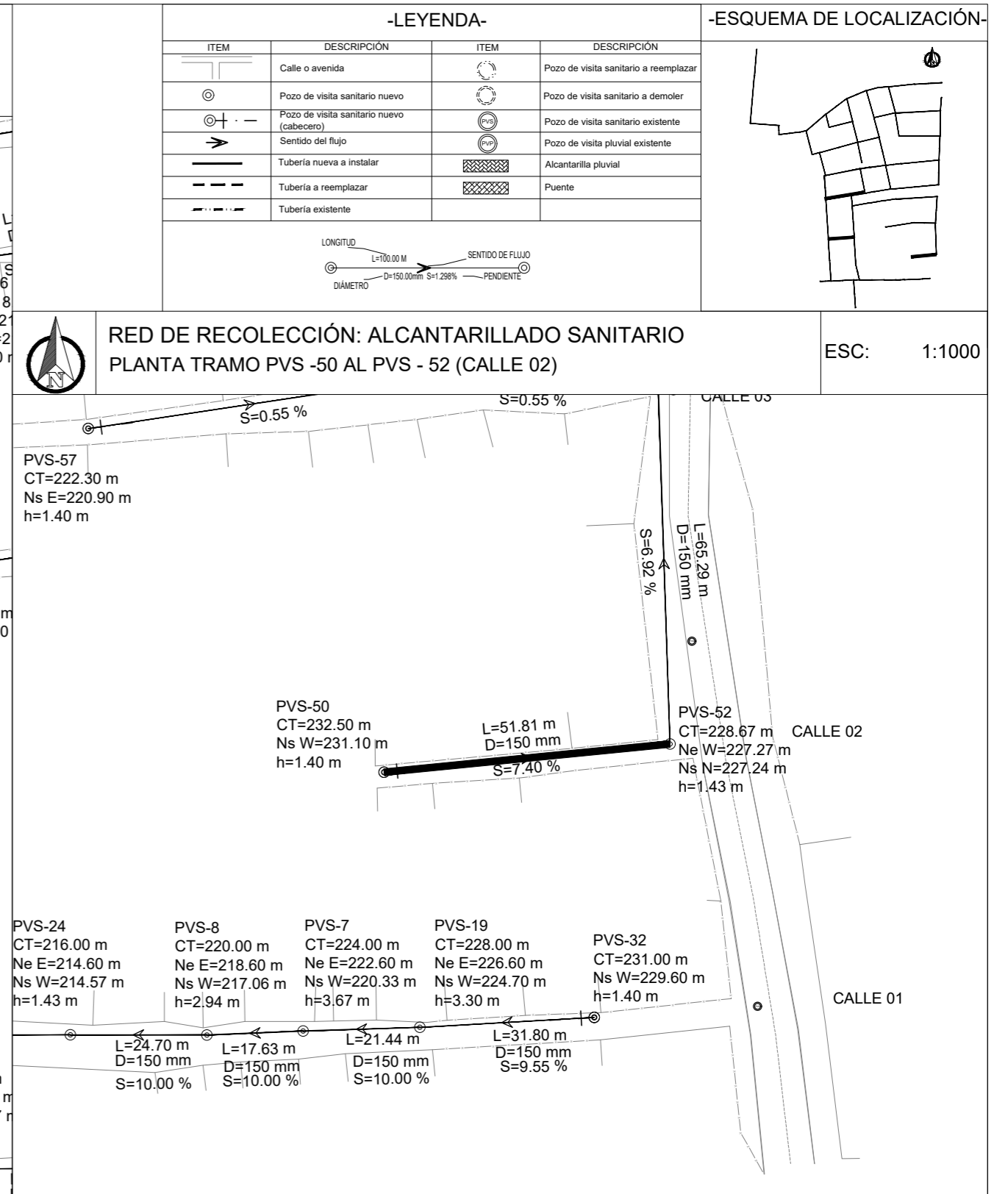
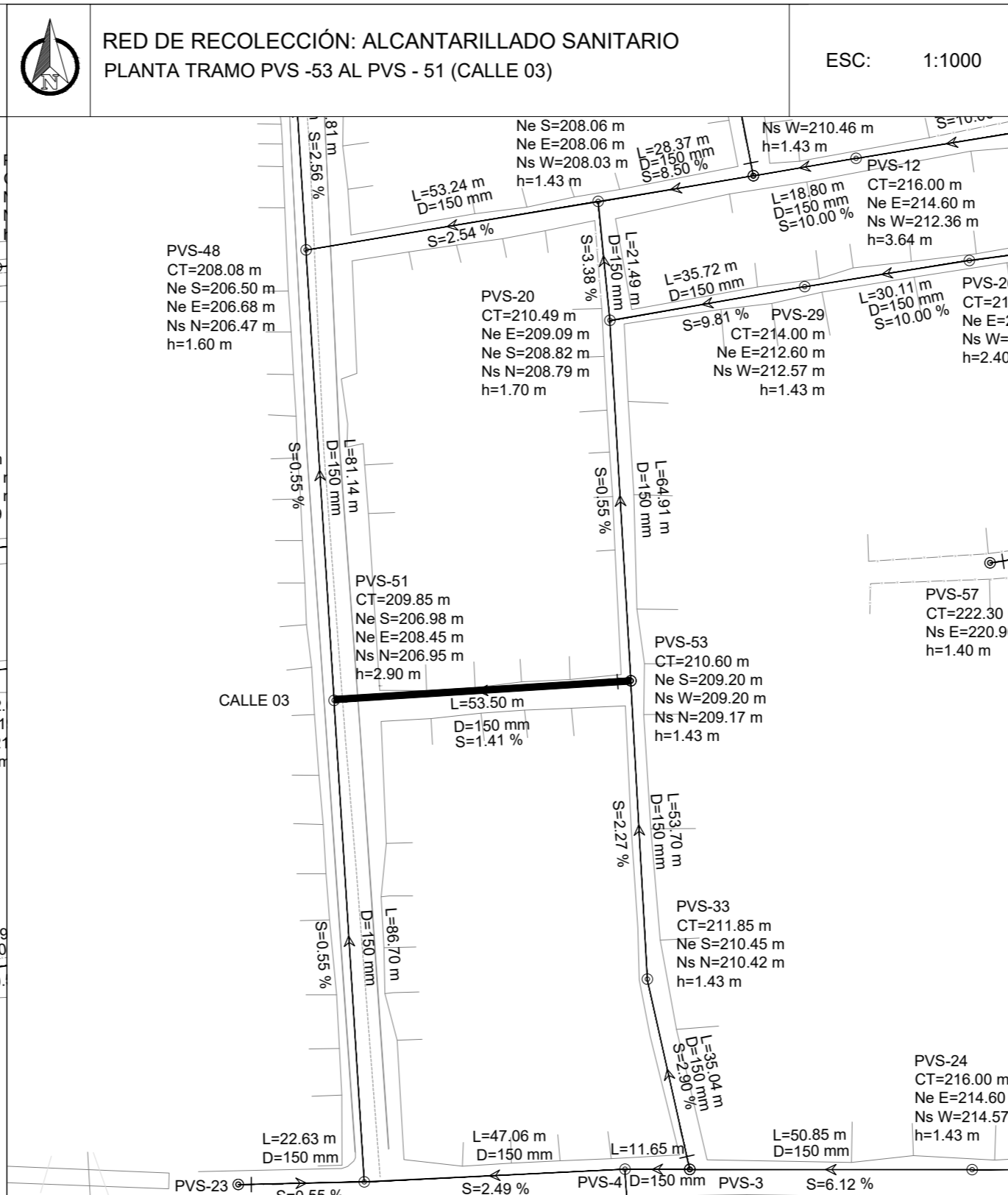
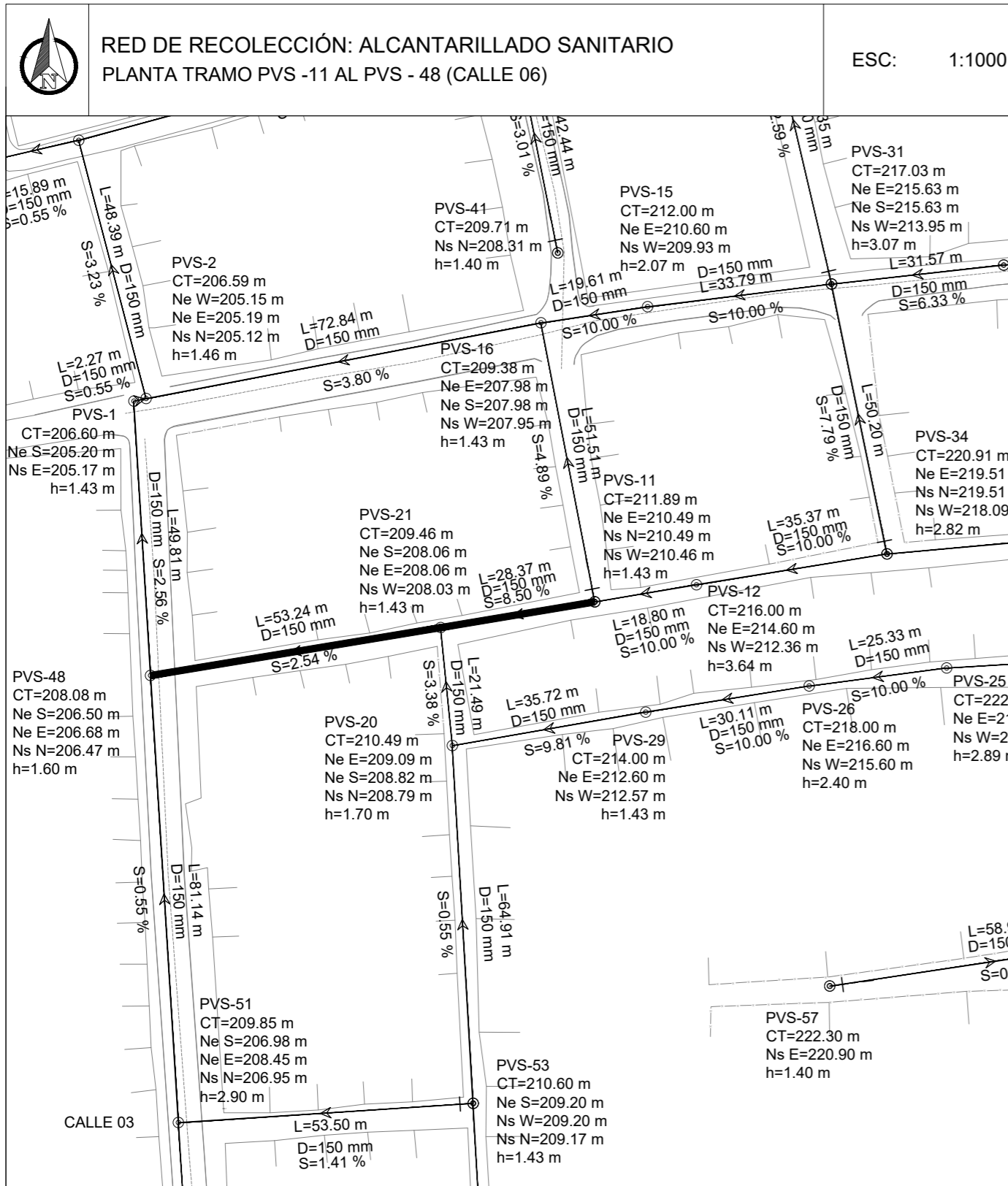
FECHA:
NOV, 2020

ELABORADO POR:
BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

REVISADO POR:
M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA
P.P
10 14

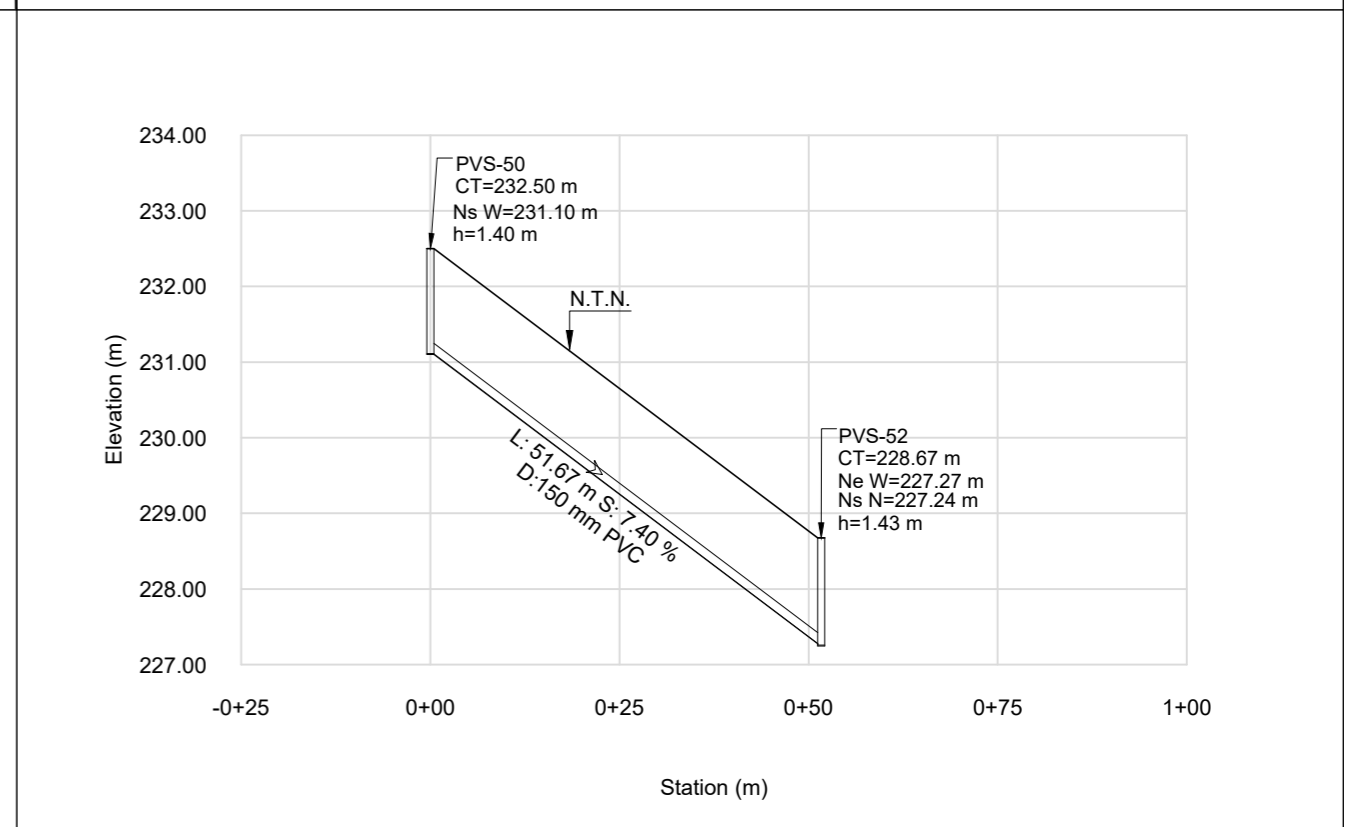
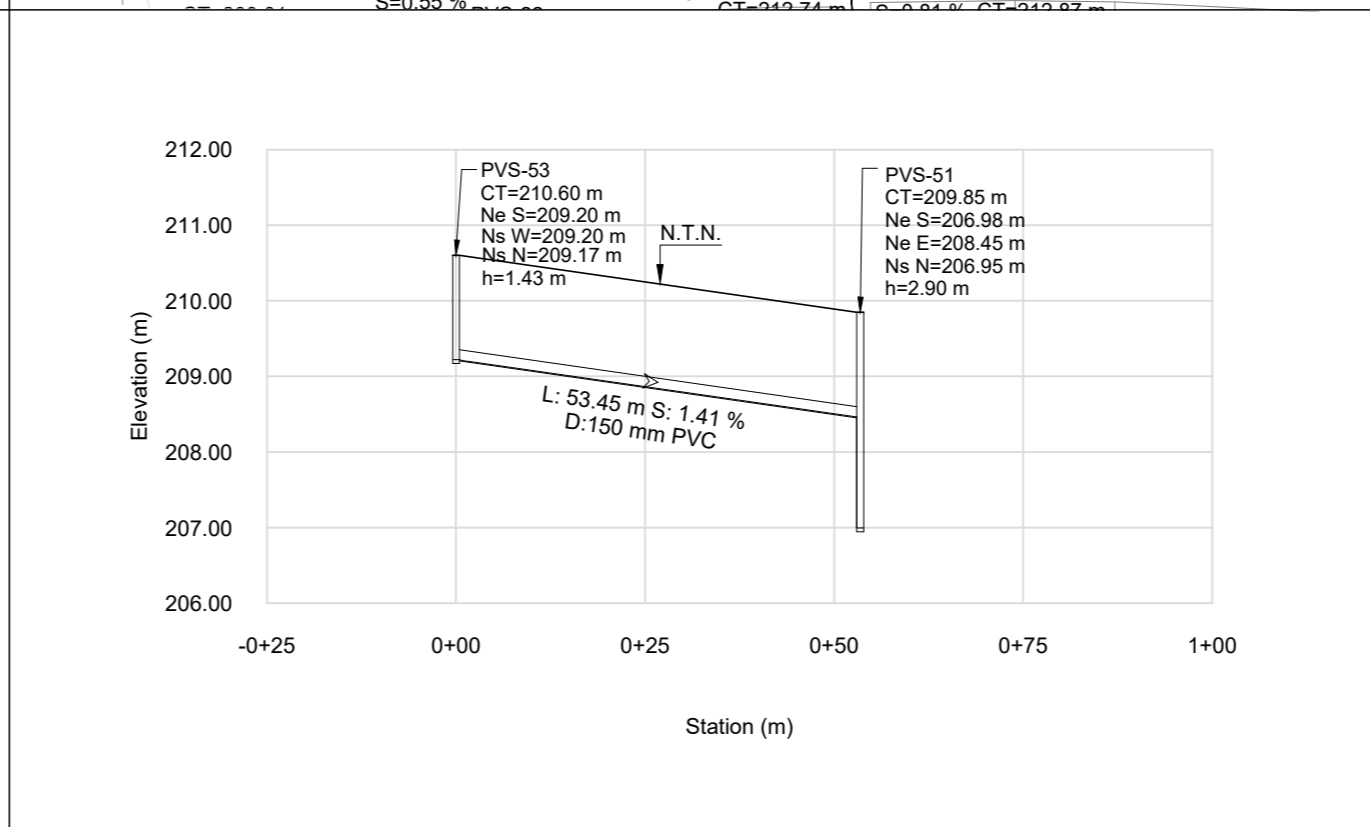
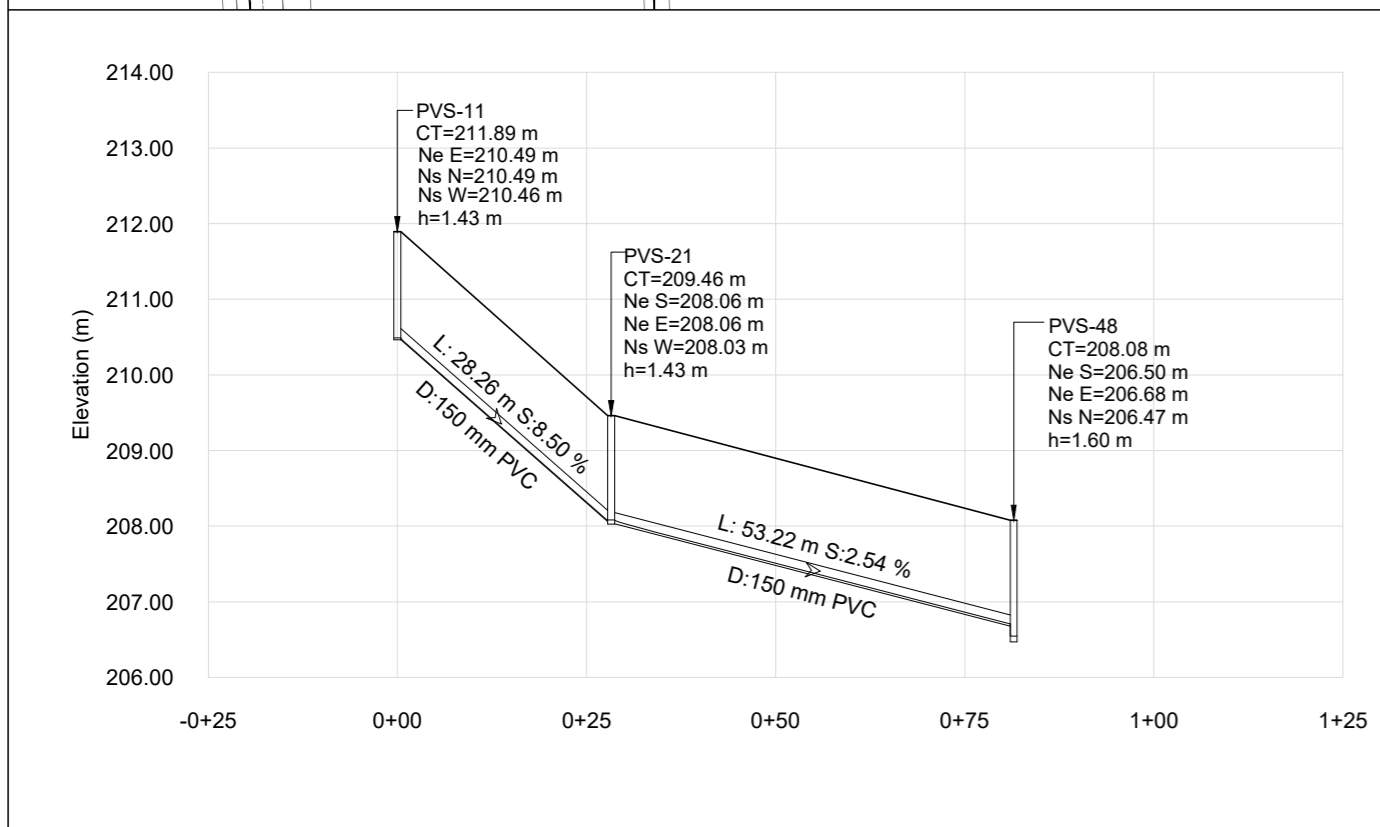
CONSECUTIVO
14 19



-LEYENDA-

ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida	○	Pozo de visita sanitario a reemplazar
○	Pozo de visita sanitario nuevo	○	Pozo de visita sanitario a demoler
○	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecero)	○	Pozo de visita sanitario existente
→	Sentido del flujo	○	Pozo de visita pluvial existente
—	Tubería nueva a instalar	—	Alcantarilla pluvial
—	Tubería a reemplazar	—	Puente
—	Tubería existente		

LONGITUD: L=100.00 m
D=150.00 mm S=1.28%
SENTIDO DE FLUJO
DAMETRO: D=150.00 mm S=1.28%
PENDIENTE



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO: PLANTA-PERFIL
TRAMO: (PVS-11 AL PVS-48)(PVS-53 AL PVS-51)(PVS-50 AL PVS-52)

ESCALA: INDICADA

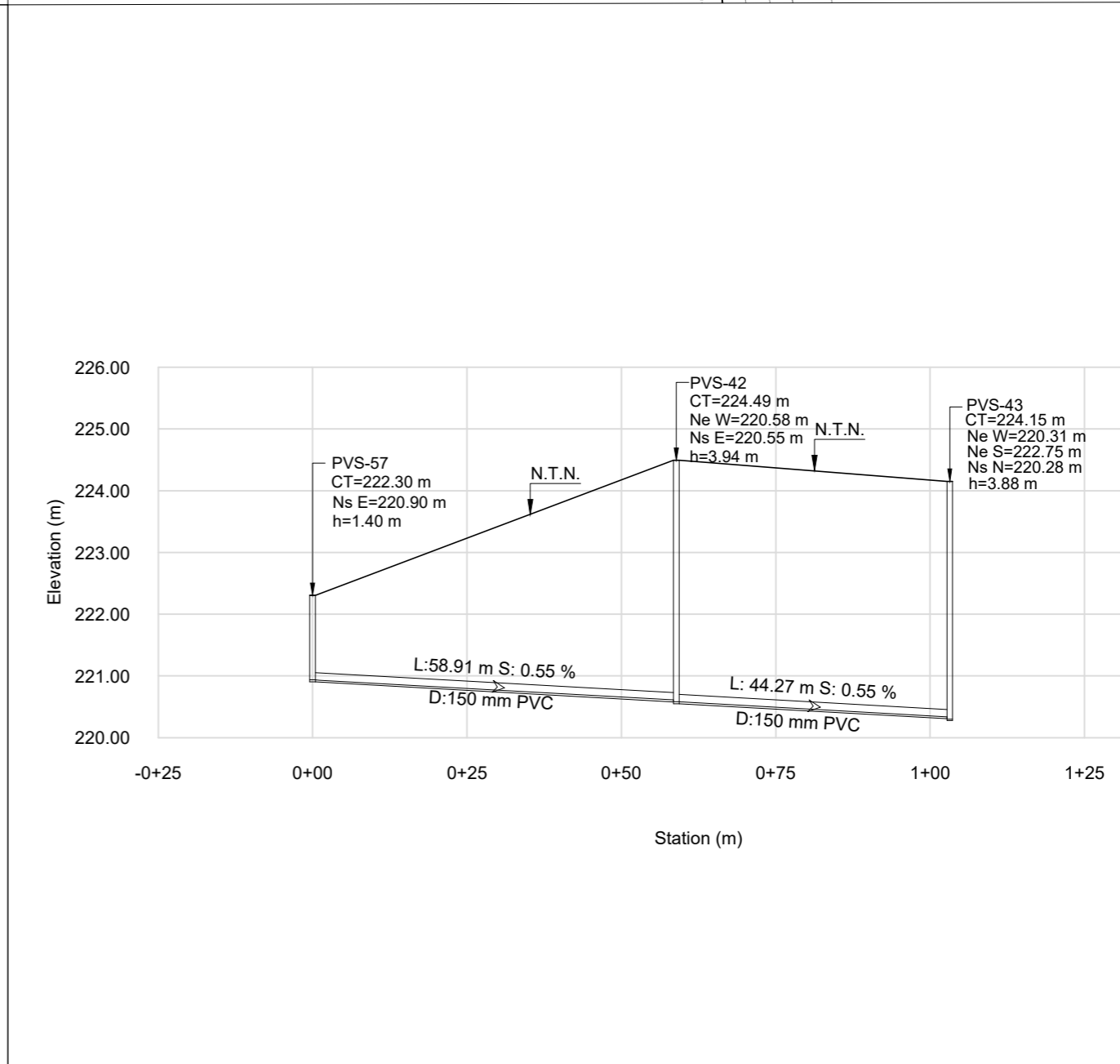
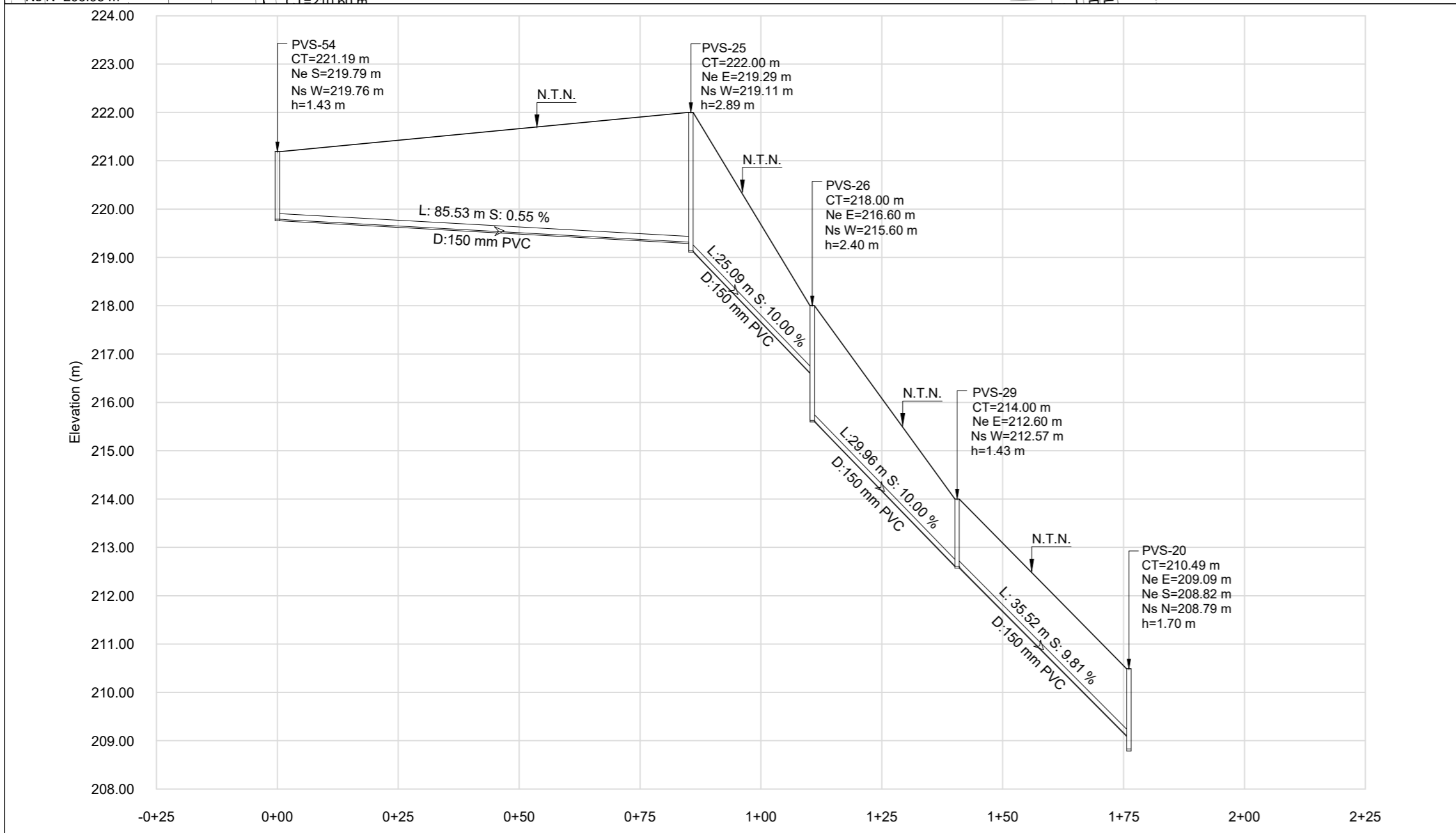
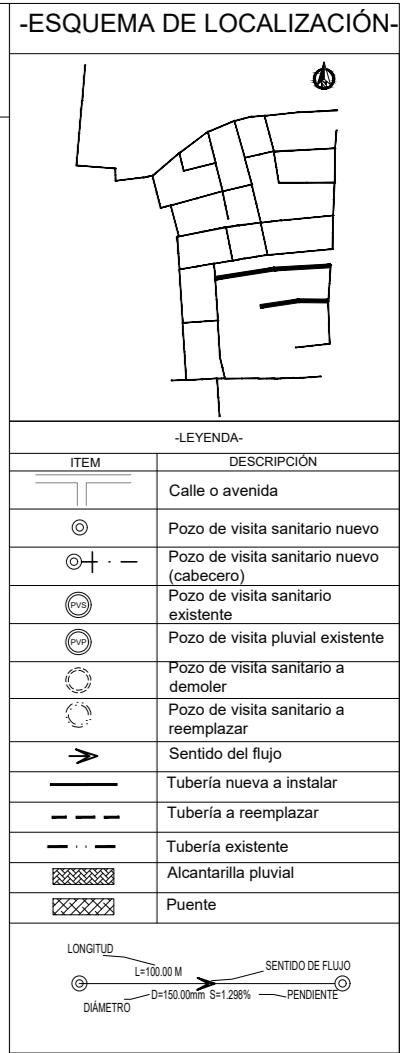
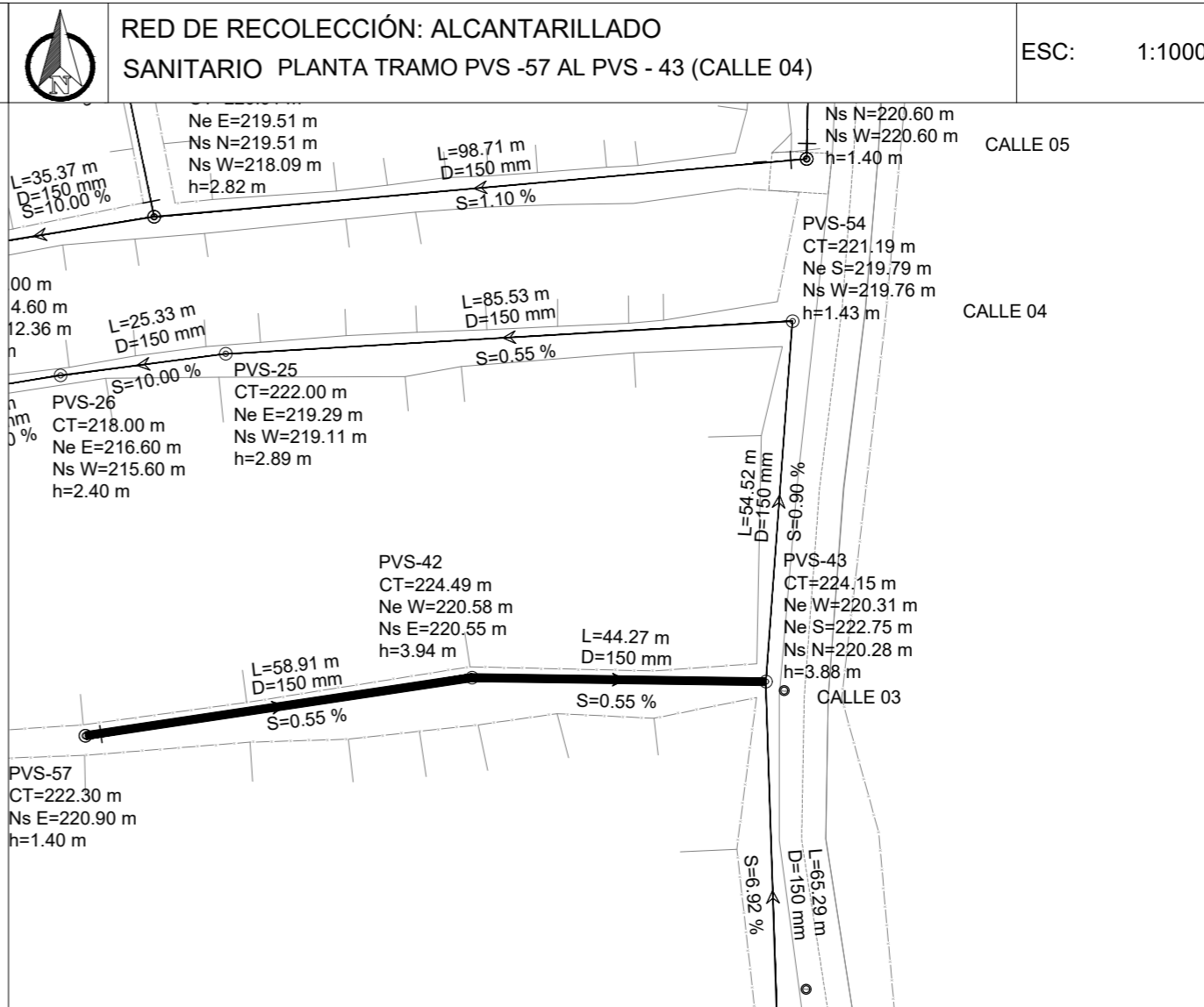
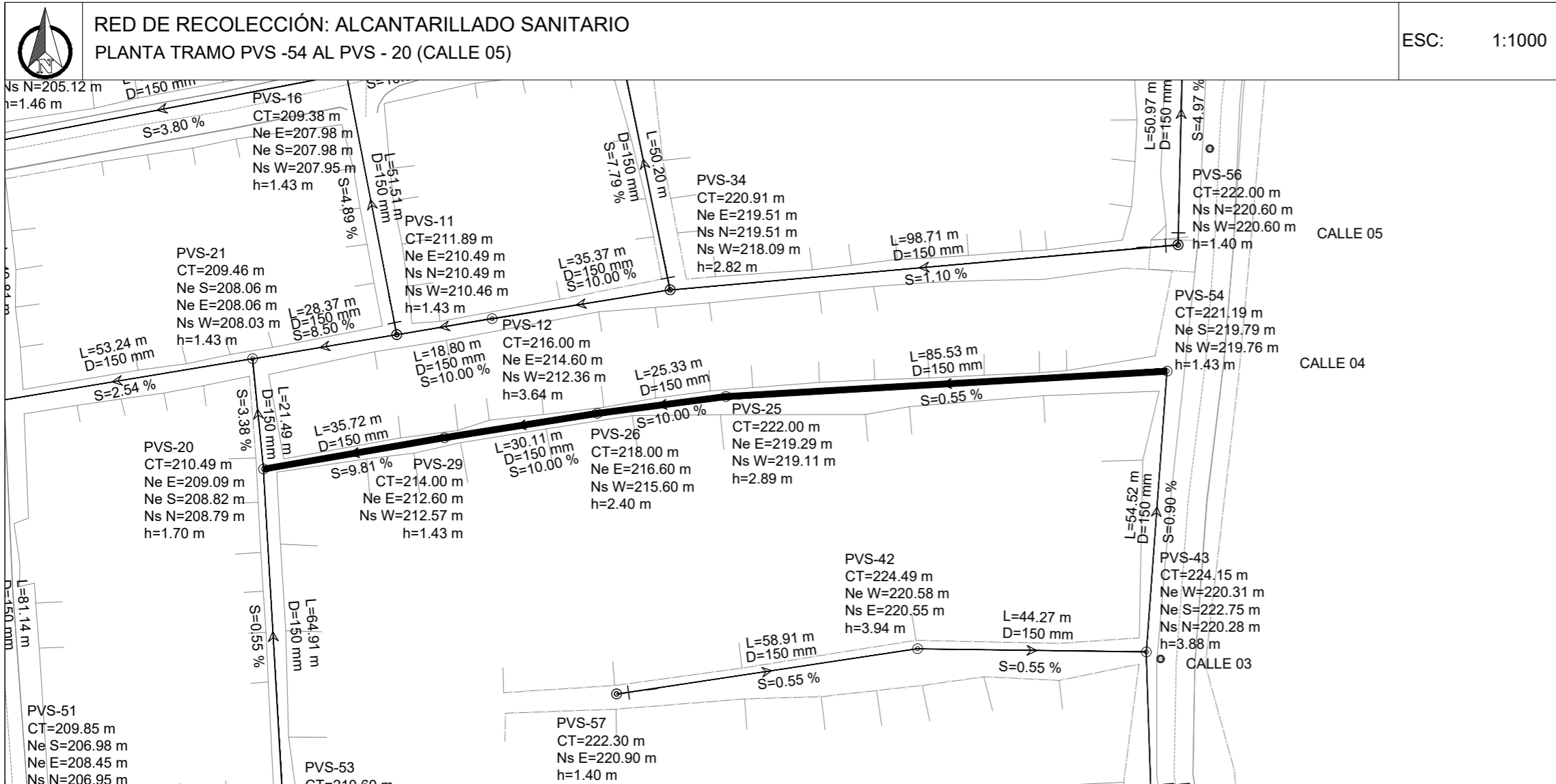
FECHA: NOV, 2020

ELABORADO POR: BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO

REVISADO POR: M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ

CÓDIGO DE HOJA: P.P. 12 / 14

CONSECUTIVO: 16 / 19



PERFIL TRAMO PVS -54 AL PVS - 20 (CALLE 05)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100

PERFIL TRAMO PVS -57 AL PVS - 43 (CALLE 04)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO: **PLANTA-PERFIL TRAMO: (PVS-54 AL PVS-20) (PVS-57 AL PVS-43)**

ESCALA: INDICADA

FECHA: **NOV, 2020**

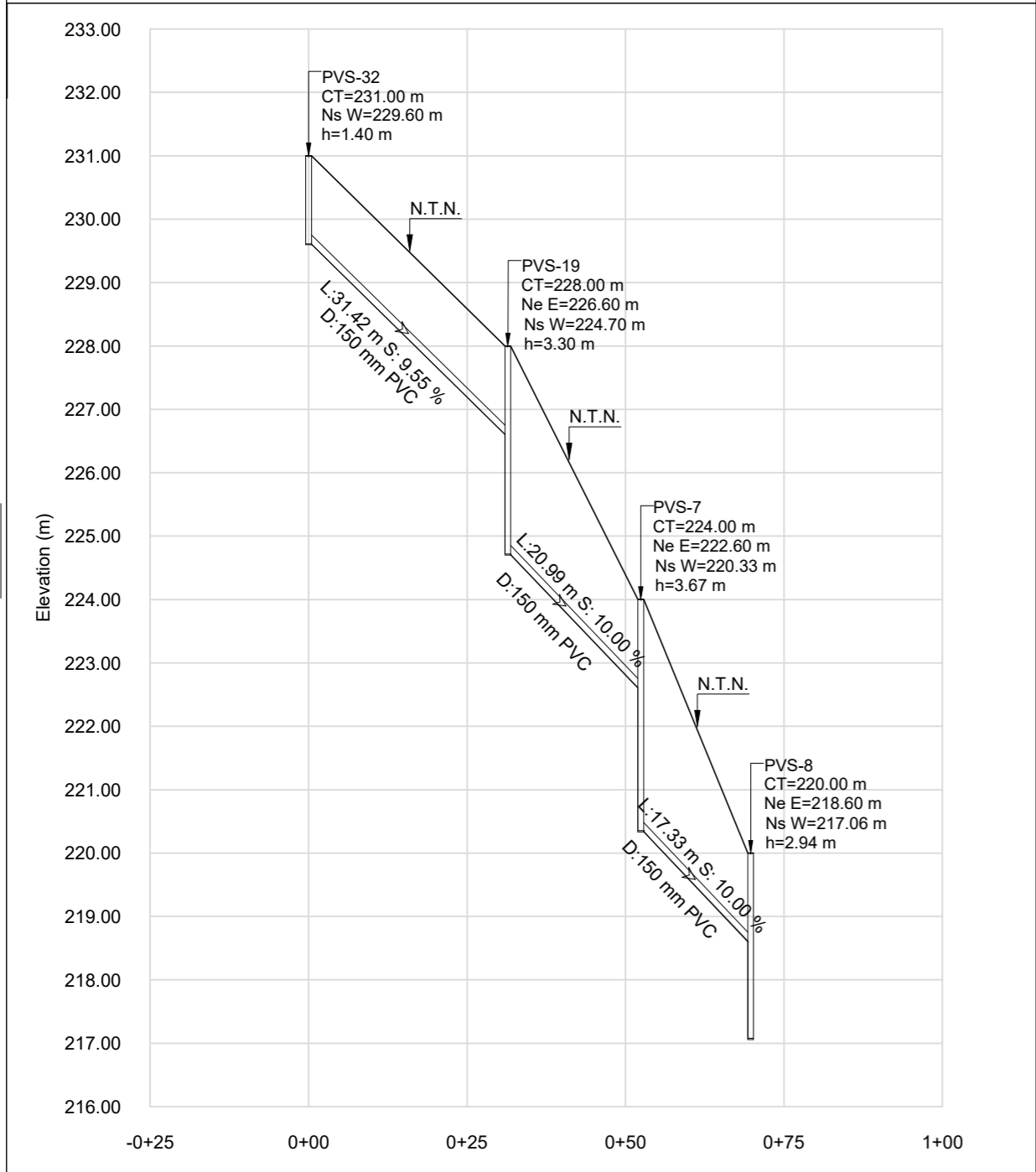
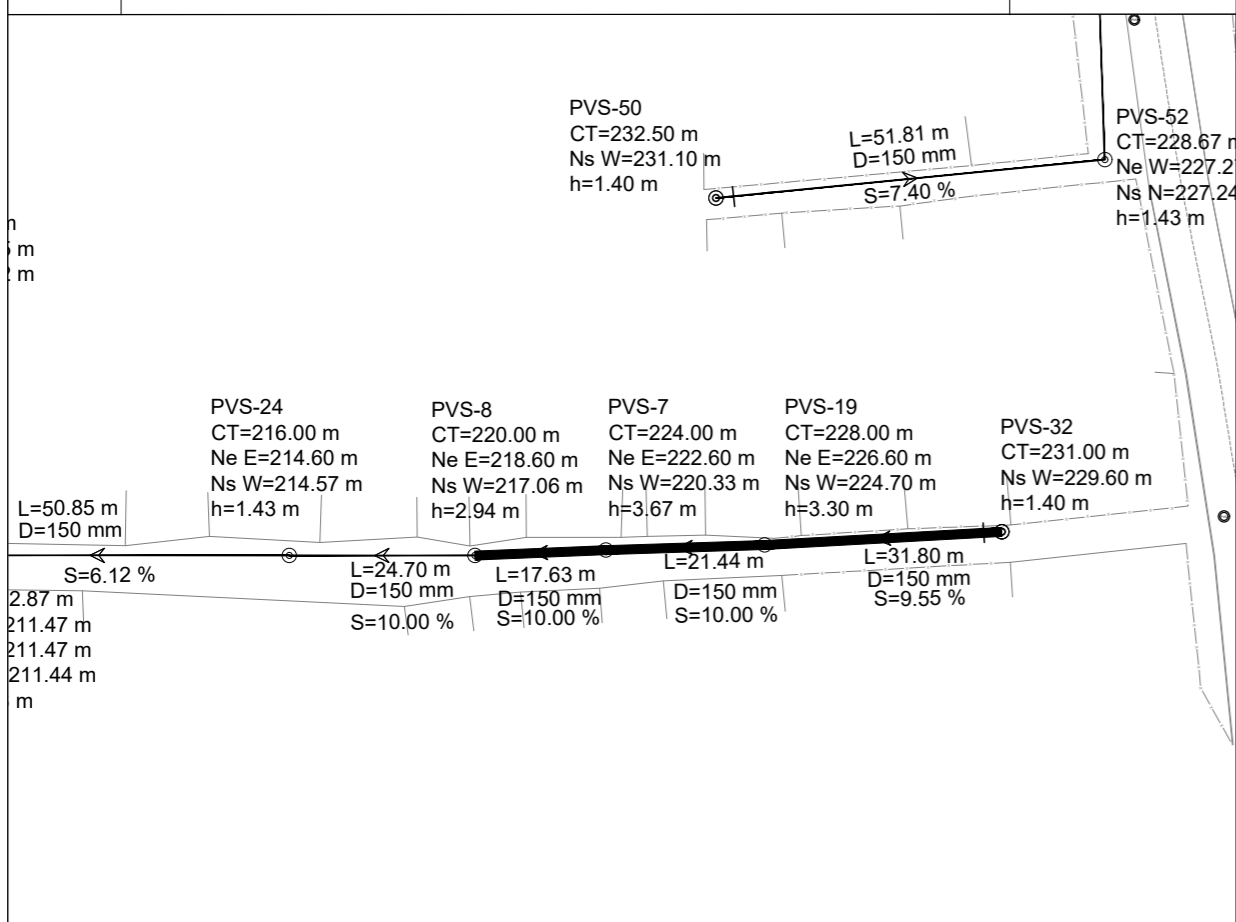
ELABORADO POR: **BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO**

REVISADO POR: **M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ**

CÓDIGO DE HOJA: **P.P. 13 14**

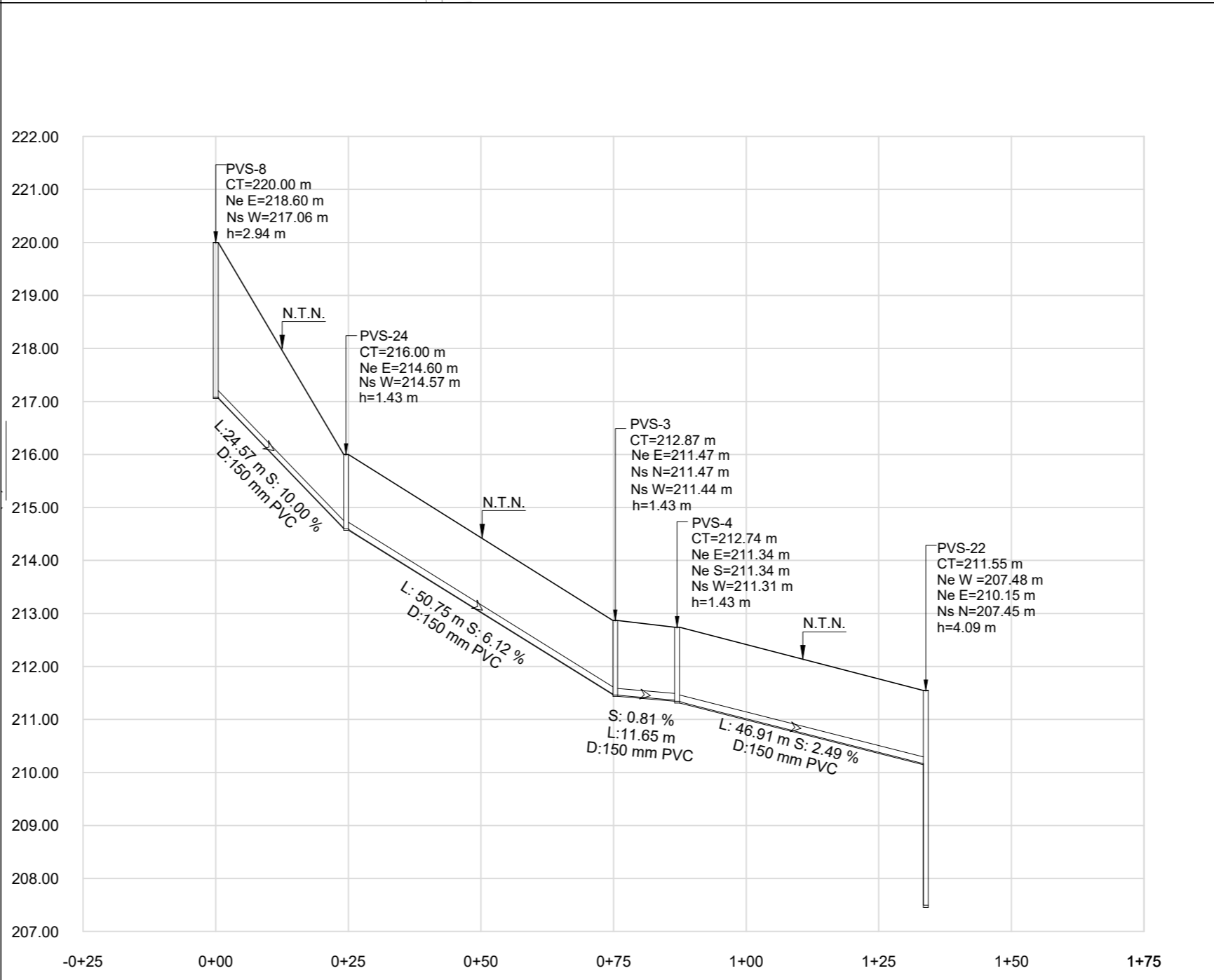
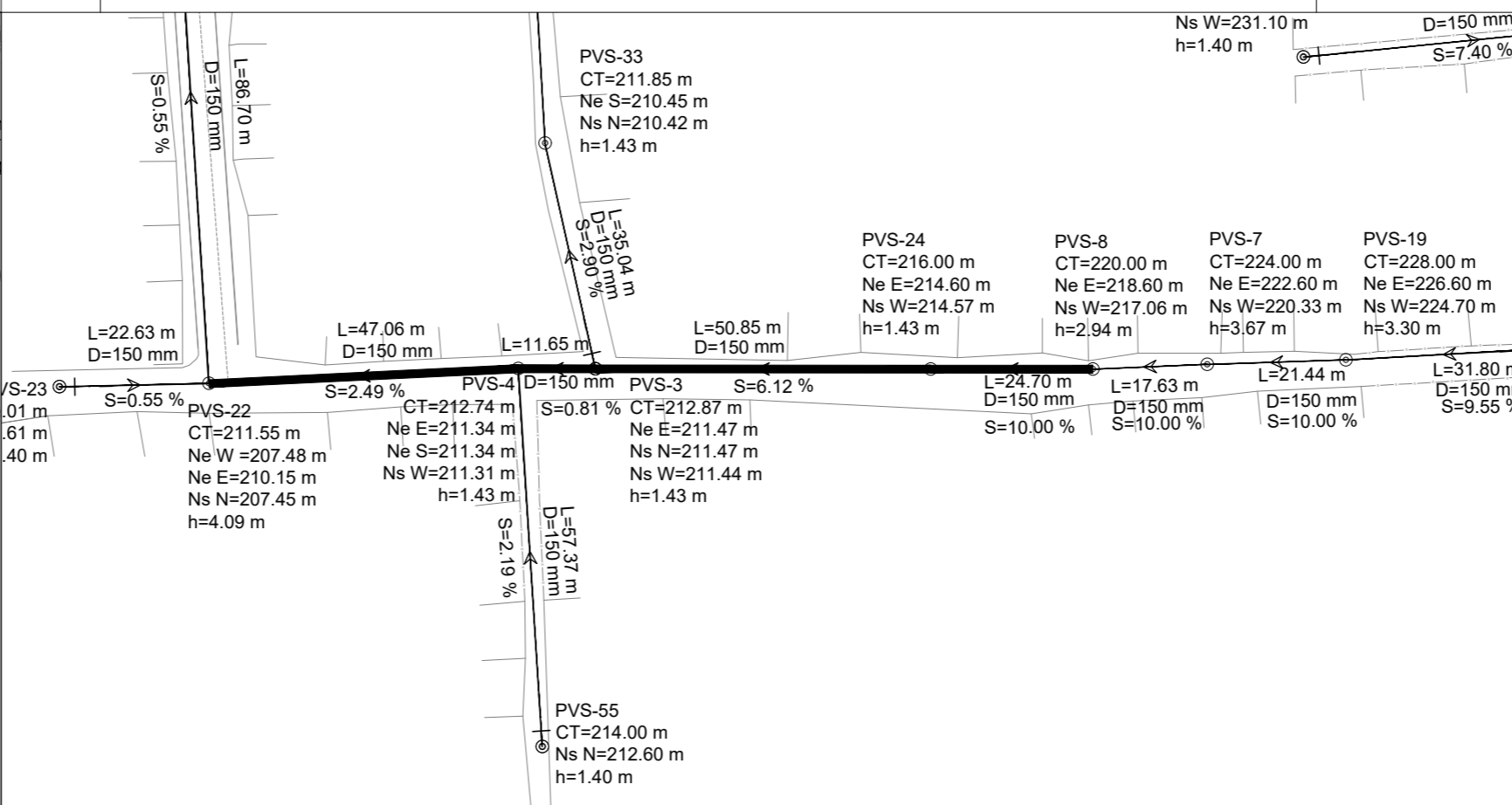
CONSECUTIVO: **17 19**

RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO PVS -32 AL PVS - 8 (CALLE 01)
 ESC: 1:1000



PERFIL TRAMO PVS -32 AL PVS - 08 (CALLE 01)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100

RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO PVS -8 AL PVS - 22 (CALLE 01)
 ESC: 1:1000



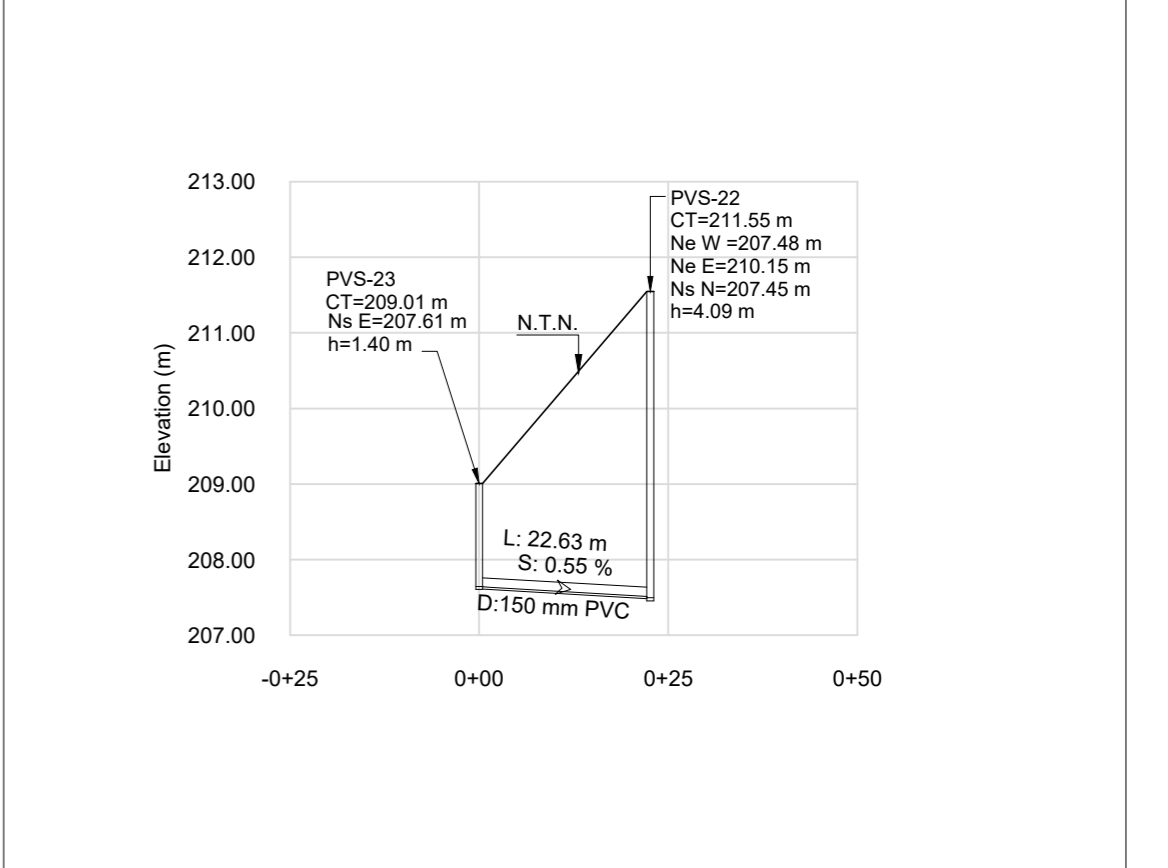
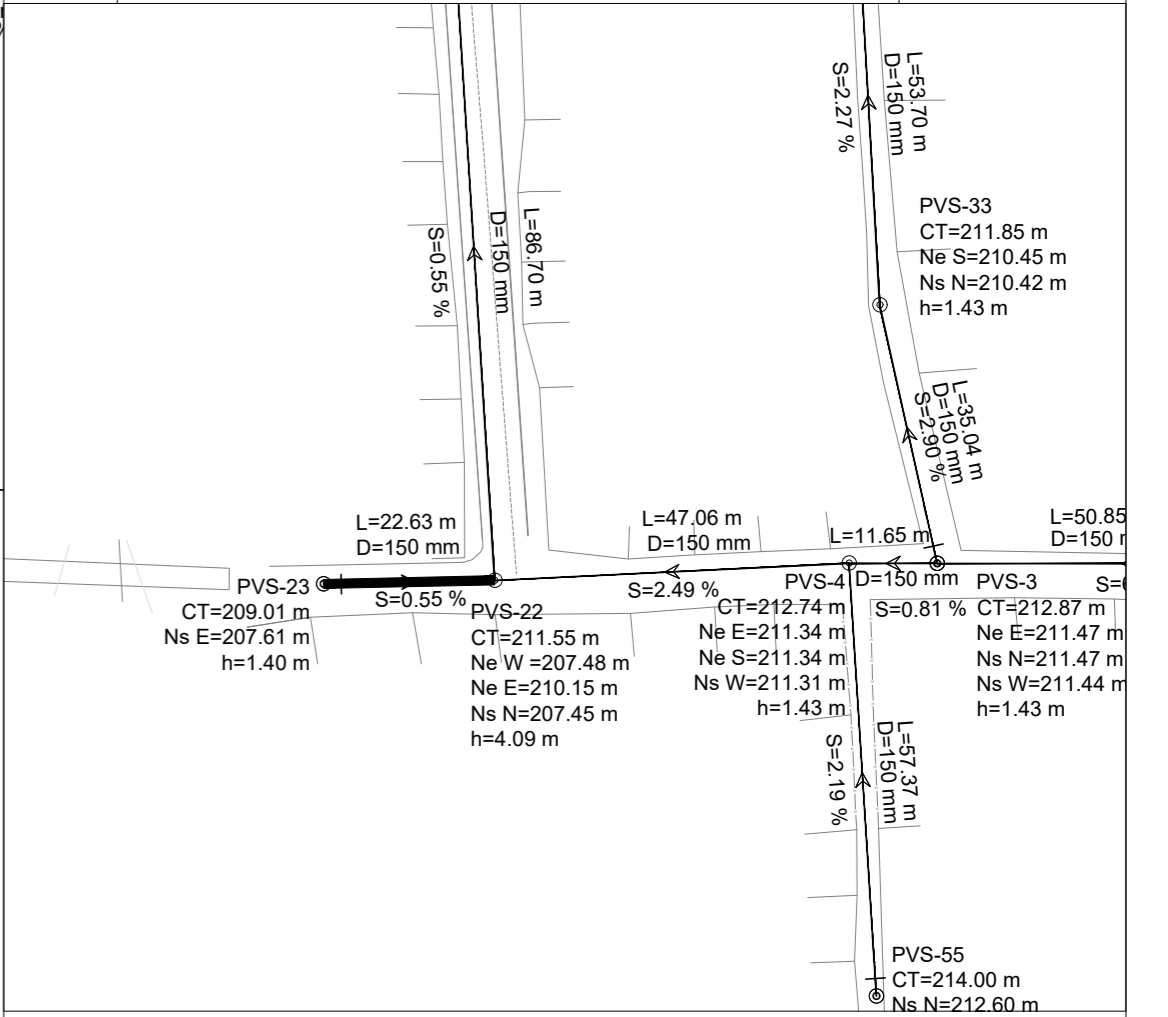
PERFIL TRAMO PVS -8 AL PVS - 22 (CALLE 01)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100

-LEYENDA-

ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
—	Calle o avenida	○	Pozo de visita sanitario a reemplazar
○	Pozo de visita sanitario nuevo	○	Pozo de visita sanitario a demoler
○	Pozo de visita sanitario nuevo (cabecero)	○	Pozo de visita sanitario existente
→	Sentido del flujo	○	Pozo de visita pluvial existente
—	Tubería nueva a instalar	▨	Alcantarilla pluvial
- - -	Tubería a reemplazar	▨	Puente
- - -	Tubería existente		

LONGITUD: L=120.00 M
 DIÁMETRO: D=150.00 mm
 PENDIENTE: S=1.28%

RED DE RECOLECCIÓN: ALCANTARILLADO SANITARIO
PLANTA TRAMO PVS -23 AL PVS - 22 (CALLE 01)
 ESC: 1:1000



PERFIL TRAMO PVS -23 AL PVS - 22 (CALLE 01)
 ESCALA Hor. = 1:1000
 Ver. = 1:100

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO: **PLANTA-PERFIL**
 TRAMO: (PVS-32 AL PVS-8) (PVS-8 AL PVS-22) (PVS-23 AL PVS-22)

ESCALA: INDICADA

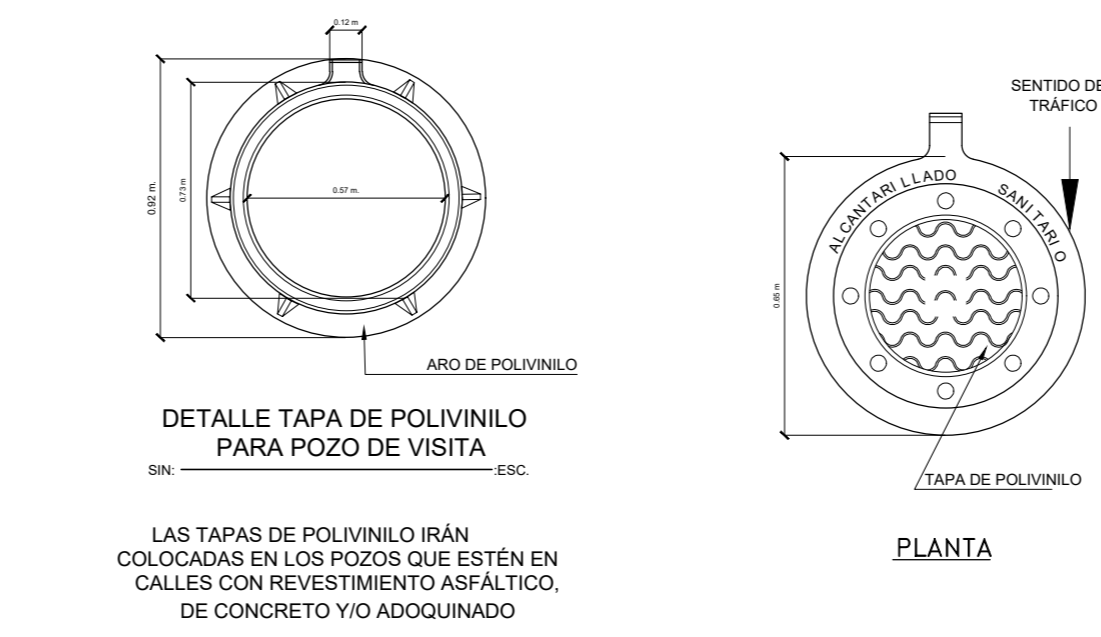
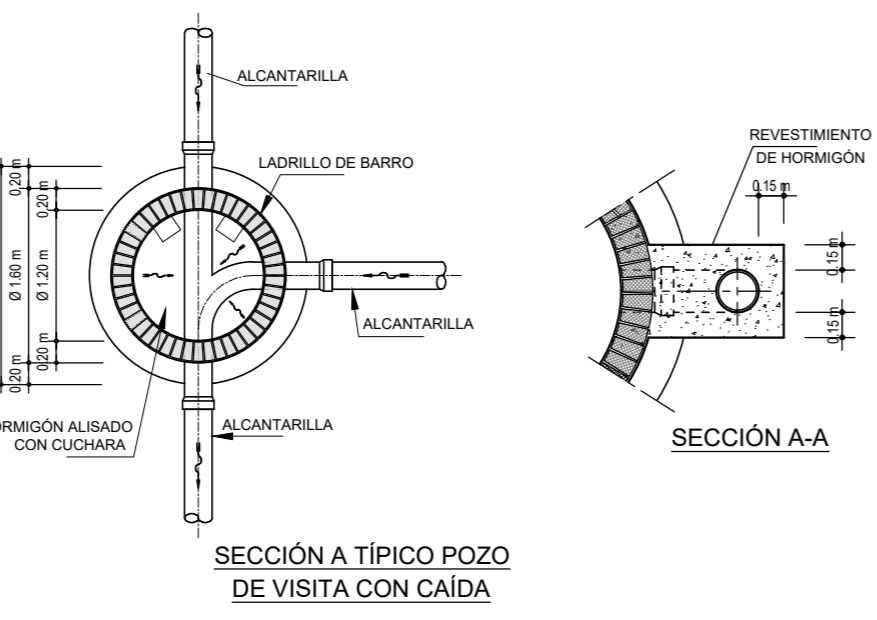
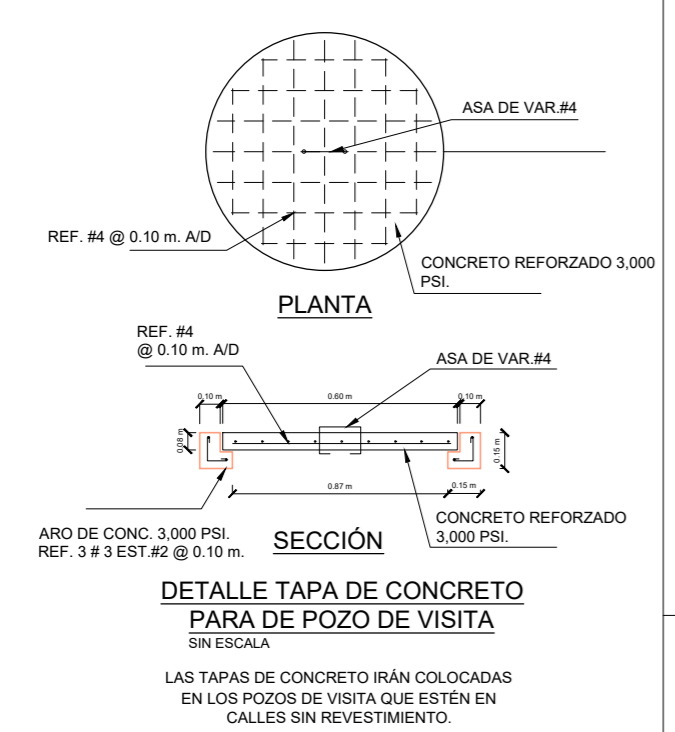
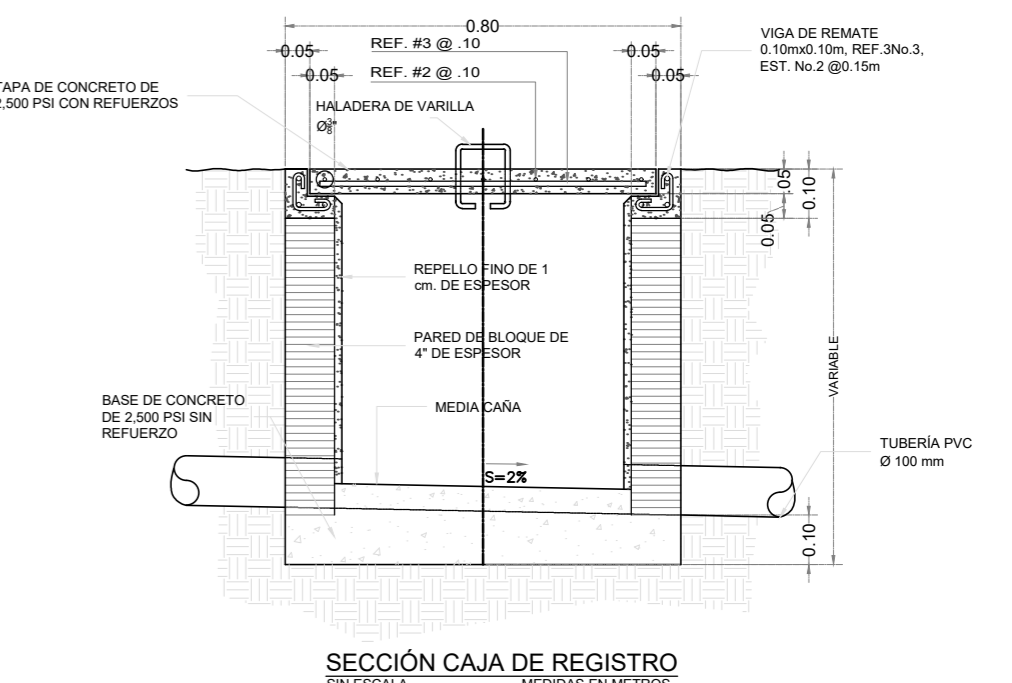
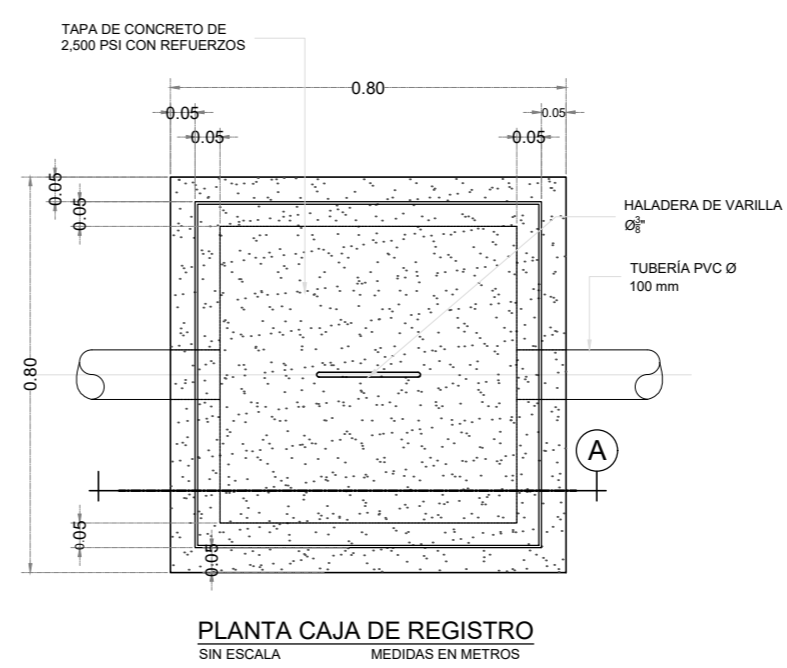
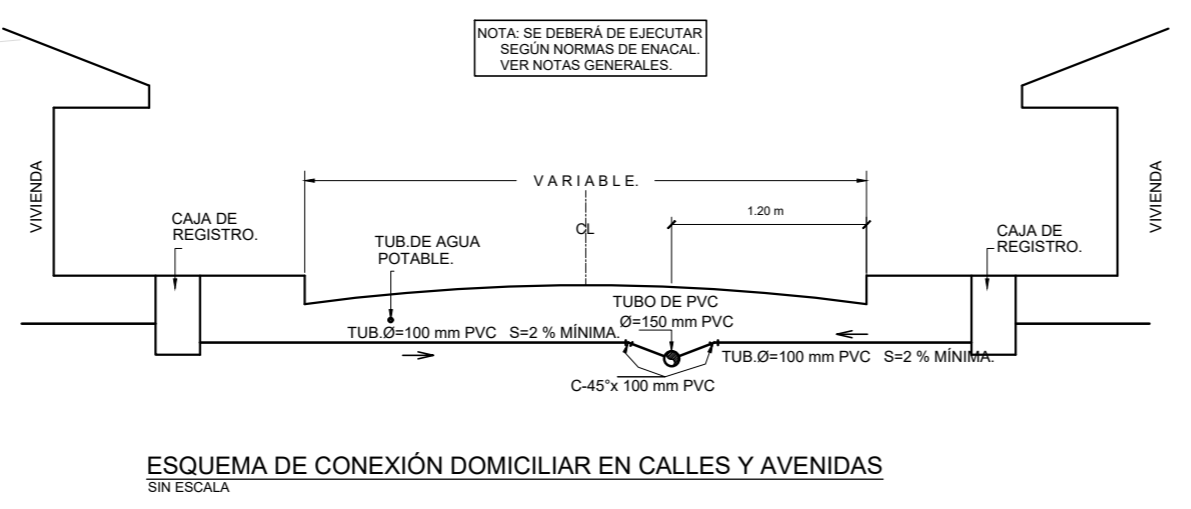
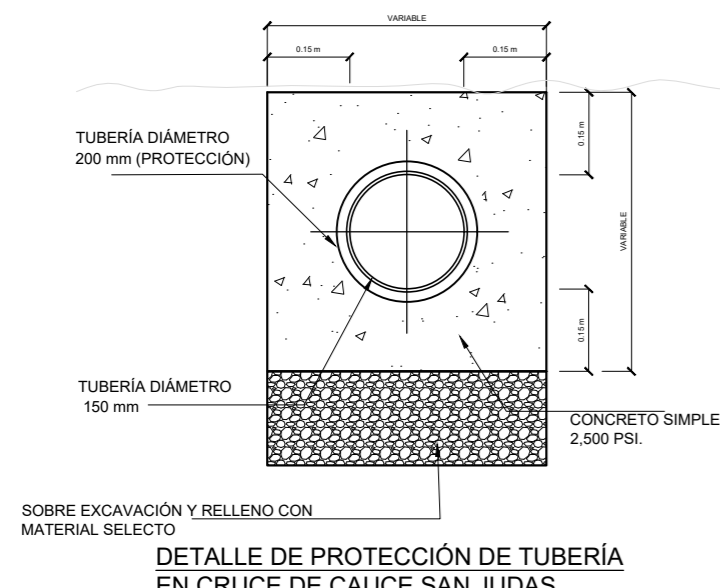
FECHA: NOV, 2020

ELABORADO POR: **BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO**

REVISADO POR: **M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ**

CÓDIGO DE HOJA: **P.P. 14 / 14**

CONSECUTIVO: **18 / 19**



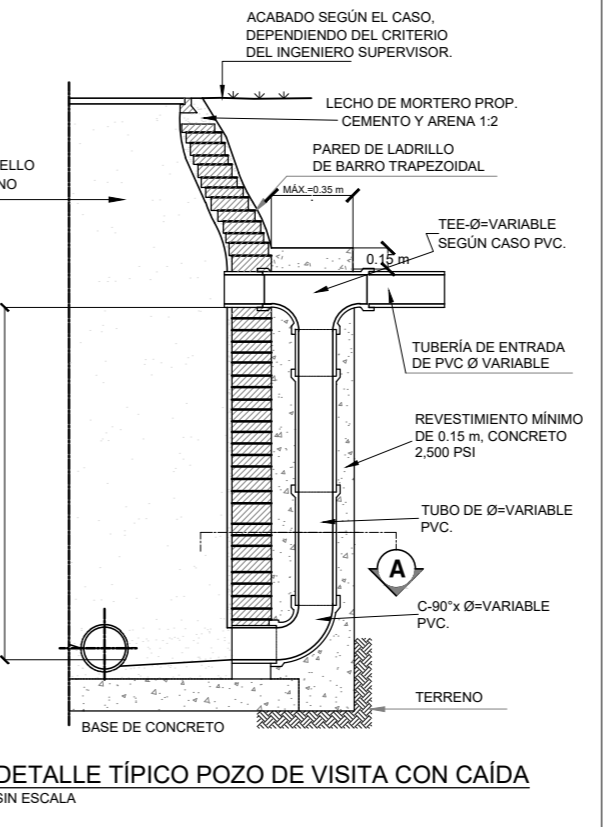
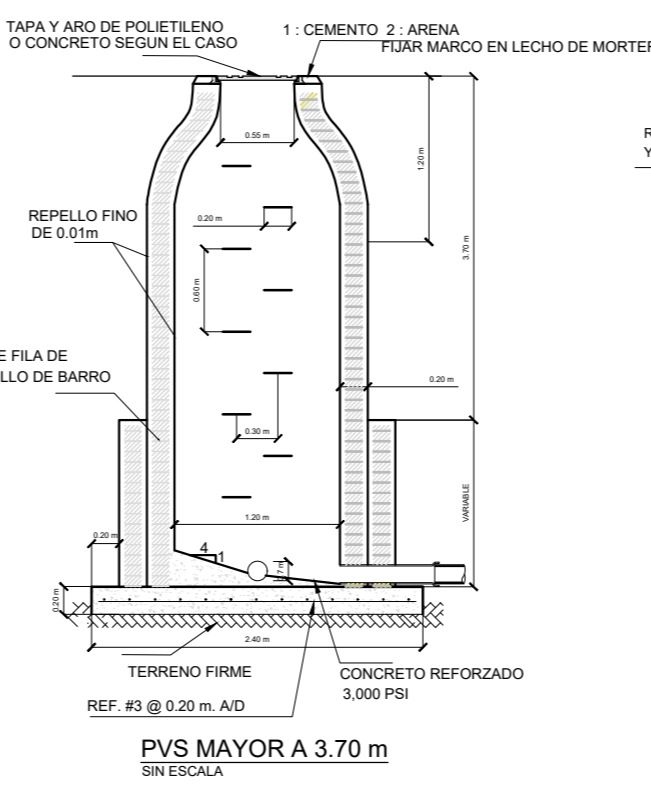
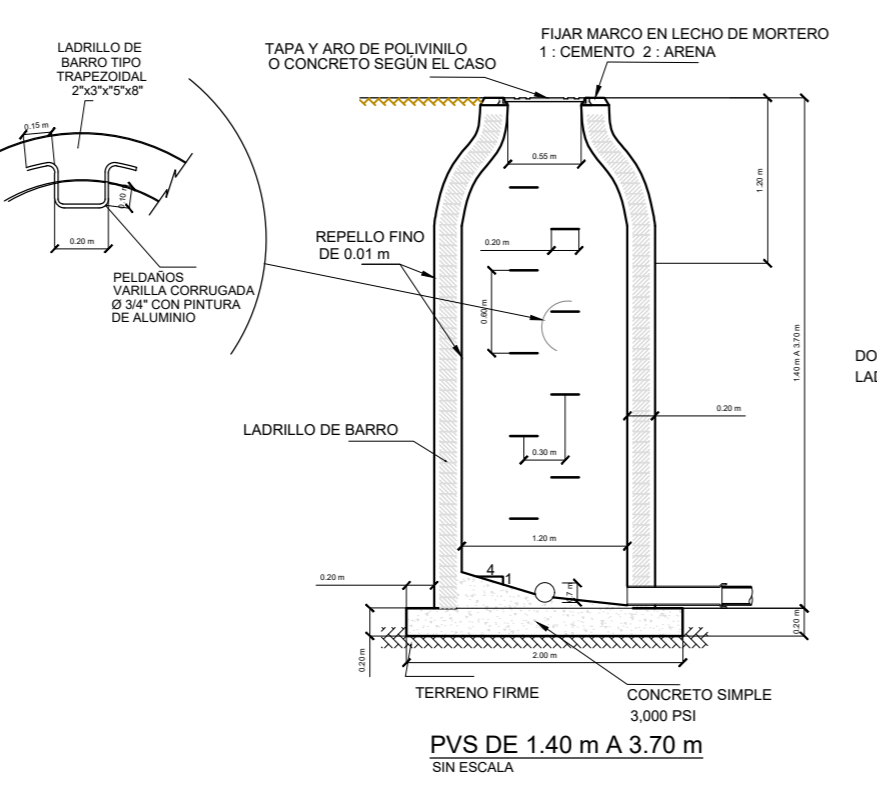
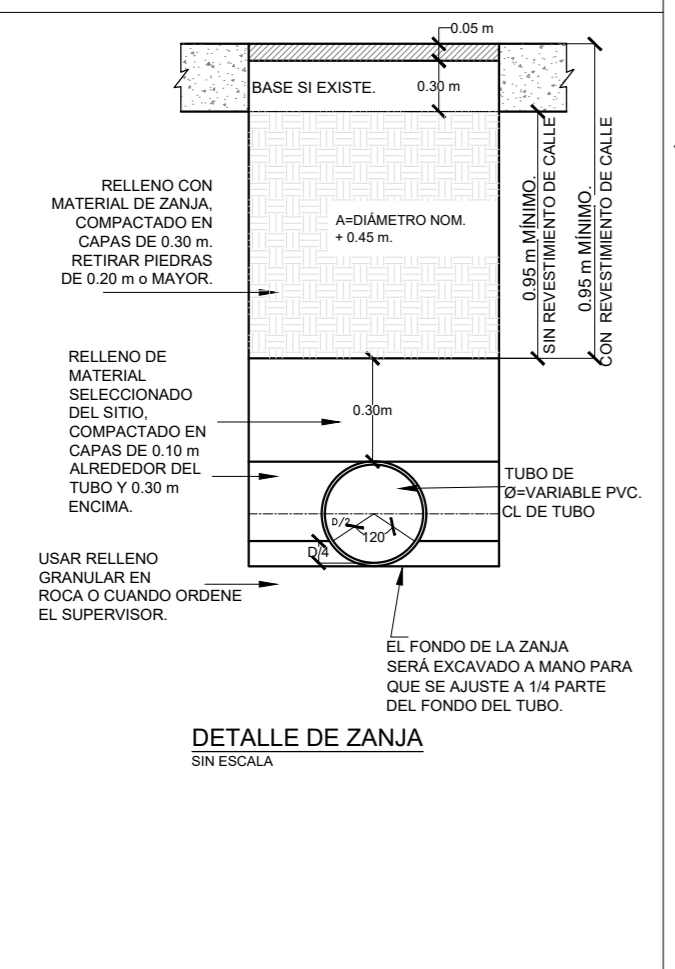
NOTAS

EL RELLENO Y COMPACTACIÓN DE LAS ZANJAS DEBE REALIZARSE ACUERDO A LO SIGUIENTE:

- PARA LA EJECUCIÓN DEL RELLENO, ESTE SERÁ COLOCADO EN CAPAS HORIZONTALES DE 15 A 30 cm DE ESPESOR. DEBEN ABARCAR TODO EL ANCHO DE LA SECCIÓN Y SER ESPARCIDAS SUAVEMENTE.
- LOS RELLENOS POR CAPAS HORIZONTALES DEBERÁN SER EJECUTADOS EN UNA LONGITUD QUE HAGAN FACTIBLE LOS MÉTODOS DE ACARREO, MEZCLA, RIEGO O SECADO Y COMPACTACIÓN USADOS.
- EL CONTRATISTA EJECUTARÁ LOS RELLENOS DE TAL MANERA QUE TENGAN EN TODO PUNTO LA RASANTE, EL ANCHO Y LA SECCIÓN TRANSVERSAL ESTABLECIDA EN LOS PLANOS.

MÉTODO DE COMPACTACIÓN:

- EL PRIMER RELLENO COMPACTADO, QUE COMPRENDE A PARTIR DE LA CAMA DE APOYO DE LA TUBERÍA HASTA 0.30 m POR ENCIMA DEL LOMO DEL TUBO, SERÁ DE MATERIAL SELECCIONADO DEL SITIO. ESTE RELLENO SE COLOCARÁ EN CAPAS DE 0.10 m DE ESPESOR TERMINADO, COMPACTÁNDOLO INTEGRALMENTE CON PISONES MANUALES DE 20 A 30 kg DE PESO, TENIENDO CUIDADO DE NO DAÑAR LA TUBERÍA.
- EL SEGUNDO RELLENO COMPACTADO ESTARÁ COMPRENDIDO ENTRE EL PRIMER RELLENO HASTA EL NIVEL SUPERIOR DEL TERRENO, Y SERÁ DE MATERIAL DE LA EXCAVACIÓN SELECCIONADO LIBRE DE PIEDRAS CON TAMAÑO MAYORES A 0.10 m, COMPACTÁNDOSE EN CAPAS DE 0.15 m DE ESPESOR TERMINADO.
- AMBOS RELLENOS SERÁN COMPACTADOS AL 95 % PROCTOR, UTILIZANDO EL LABORATORIO DE SUELO PARA VERIFICAR LO CORRECTO DE LA COMPACTACIÓN.



NOTAS GENERALES.

- LA TAPA DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN QUEDAR A IGUAL NIVEL DEL TERRENO O INFRAESTRUCTURA VIAL DONDE ESTE SE UBIQUE.
- EL ANCHO DE ZANJA NO DEBERÁ EXCEDER EL DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA + 0.45 m.
- EL CONTRATISTA DEBERÁ CONSTRUIR LAS CONEXIONES DE TUBERÍAS PROYECTADAS A LOS POZOS DE VISITA EXISTENTES DE ACUERDO CON LOS DETALLES MOSTRADOS O COMO LO INDIQUE EL ING. SUPERVISOR. SE DEBERÁ CONSTRUIR LAS MEDIAS CAÑAS NECESARIAS EN LOS PVS.
- TODAS LAS TUBERÍAS SERÁN PVC-SDR-41.
- LOS DIÁMETROS A INSTALAR SE MUESTRAN EN LOS PLANOS.
- EL EJE DE LAS ALCANTARILLAS DEBERÁ QUEDAR LOCALIZADO DE LA SIGUIENTE MANERA:
EN LAS CALLES, LAS TUBERÍAS SE LOCALIZARÁN EN LA BANDA NORTE A PARTIR DE LA LÍNEA CENTRAL Y A 1.20 m DE LA CUNETA.
EN LAS AVENIDAS, LAS TUBERÍAS SE LOCALIZARÁN EN LA BANDA OESTE 3.00 m LA TUBERÍA SE LOCALIZARÁ A 1.00 m DE LA LÍNEA CENTRAL.
EN LAS CALLES Y AVENIDAS QUE TENGAN UN ANCHO INFERIOR A 3.00 m LA TUBERÍA SE LOCALIZARÁ A 1.00 m DE LA LÍNEA CENTRAL EN LA BANDA CORRESPONDIENTE.
- PARA AQUELLOS PVS CUYAS TUBERÍAS DE ENTRADA TENGAN UNA DIFERENCIA DE 0.60 m O MÁS CON RESPECTO AL NIVEL DE FONDO DEL PVS, SE DEBERÁ CONSTRUIR SUS RESPECTIVAS ESTRUCTURAS DE CAÍDA.
- PVS CON ALTURAS SUPERIORES A 3.70m, SERÁN CONSTRUIDOS CON DOBLE PARED DE LADRILLOS Y SU LOSA CON ACERO DE REFUERZO.
- EL AGUA A USAR EN LA MEZCLA DE HORMIGÓN DEBERÁ SER LIMPIA, LIBRE DE ÁCIDOS, ALCALIS, BASURA Y CUALQUIER MATERIA ORGÁNICA LA ARENA DEBERÁ ESTAR LIBRE DE ARCILLA Y DE MATERIAS ORGÁNICAS.
- EL CEMENTO PORTLAND SERÁ TIPO I (NORMAL) Y DEBERÁ SUMINISTRARSE EN BOLSAS DEBIDAMENTE SECAS Y SELLADAS.
- EL ACERO DE REFUERZO DEBERÁ CUMPLIR LA ESPECIFICACIÓN ASTM A-305 CON UN LIMITE DE FLUENCIA DE 2,800 Kg/cm², DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES ASTM A-615, GRADO 40. TODAS LAS VARILLAS DEBERÁN ESTAR LIMPIAS Y LIBRE DE ESCAMAS, TRAZAS DE OXIDACIÓN, GRASAS Y OTRAS IMPUREZAS E IMPERFECCIONES QUE AFECTEN SUS PROPIEDADES FÍSICAS, RESISTENCIA O SU ADHERENCIA.
- LOS LADRILLOS DE BARRO DEBERÁN SER TRAPEZOIDALES, SÓLIDOS, BIEN COCIDOS, LIBRES DE QUEMADURAS Y RAJADURAS Y PERFECTAMENTE ACABADOS. LOS LADRILLOS DEBEN SER ADECUADAMENTE HUMEDECIDOS ANTES DE SU USO EN LA OBRA.
- LOS PELDAÑOS PARA LAS ESCALERAS DE LOS PVS DEBERÁN SER DE VARILLA CORRUGADA DE HIERRO DULCE SÓLIDO, DE 3/4" DE PULGADA DE DIÁMETRO, GALVANIZADO EN BAÑO CALIENTE DESPUÉS DE FABRICADOS; Y DE LAS DIMENSIONES Y FORMA INDICADAS EN EL PLANO.



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO MARVIN MARÍN, DEL MUNICIPIO DE MANAGUA, DEPARTAMENTO MANAGUA

CONTENIDO DEL PLANO: **DETALLES CONSTRUCTIVOS**

ESCALA: **INDICADA**

FECHA: **NOV, 2020**

ELABORADO POR: **BR. SILCIA YALENA LÓPEZ NAVARRO**

REVISADO POR: **M. sc. ING. RICARDO JAVIER FAJARDO GONZÁLEZ**

CÓDIGO DE HOJA: **DET 01 01**

CONSECUTIVO: **19 19**