UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



INGENIERÍA TOPOGRÁFICA

BOGOTA, COLOMBIA

2020

PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DEL MUNICIPIO DE MOCOA, EN EL DEPARTAMENTO DE PUTUMAYO

DIANA PAOLA CLAVIJO MANCERA

Informe de Pasantía presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniera Topográfica

Director Interno:

Robinson Quintana Puentes

Director Externo:

Ingeniero Hollman Rosemberg Sainea Cruz

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Ingeniería Topográfica
Bogotá, Colombia
2020

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN EJECUTIVO 6
2. OBJETIVOS 7
   2.1 Objetivo Principal 7
   2.2 Objetivos Secundarios 7
3. RESULTADOS OBTENIDOS 8
   3.1 Trabajos en Campo 8
      3.1.1 Posicionamiento de vértices 8
      3.1.2 Levantamiento Altimétrico 10
      3.1.3 Catastro de Redes del Sistema de Alcantarillado 10
   3.2 Trabajos en Oficina 10
      3.2.1 Postproceso de vertices 10
      3.2.2 Levantamiento Altimetrico 15
      3.2.3 Catastro de Redes del Sistema de Alcantarillado 24
4. CONCLUSIONES 30

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. VÉRTICES IGAC – MUNICIPIO MOCOA 8
FIGURA 2. CERTIFICADO ESTACIÓN PERMANENTE PSTO..... 11
FIGURA 3. CERTIFICACIÓN VÉRTICES IGAC 11
FIGURA 4. TRIANGULACIÓN VÉRTICES IGAC 12
FIGURA 5. PARÁMETROS DE AJUSTE 12
FIGURA 6. CAMBIO DE EPOCA – MAGNA SIRGAS PRO 4.2 13
FIGURA 7. DESCARGA CERTIFICADO DE ALTURAS NIVELADAS IGAC 15
FIGURA 8. CERTIFICADO DE ELEVACIÓN VÉRTICE 117-TS-2 15
FIGURA 9. EJEMPLO DE TRAMOS DIGITADOS EN BASE DE CONEXIONES 24
FIGURA 10. EJEMPLO DE DATOS VERIFICADOS EN EL MISMO TRAMO ANTERIOR 25
FIGURA 11. ELEMENTOS RED DE ALCANTARILLADO 25
FIGURA 12. ESTADO DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS..... 26
FIGURA 13. LONGITUD DE REDES..... 27
FIGURA 14. MATERIAL DE TUBERÍA..... 28
FIGURA 15. PENDIENTES DE LA RED..... 29

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. COORDENADAS CALCULAS ÉPOCA 2020.0 13
TABLA 2. COORDENADAS CALCULADAS – ÉPOCA 2018.0..... 14
TABLA 3. DIFERENCIAS COORDENADAS POSICIONADAS VS CERTIFICADOS IGAC..... 14
TABLA 4. RESUMEN CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA SUR 16
TABLA 5. ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA SUR 17
TABLA 6. RESUMEN CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA CENTRO 17
TABLA 7. ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA CENTRO 18
TABLA 8. RESUMEN CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA NORTE 18
TABLA 9. ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA NORTE 19
TABLA 10. RESUMEN CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA SUR 20
TABLA 11. ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA SUR 21
TABLA 12. RESUMEN CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA CENTRO 21
TABLA 13. ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA CENTRO 22
TABLA 14. RESUMEN CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA NORTE 23
TABLA 15. ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA NORTE 23
TABLA 16. ELEMENTOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO 25
TABLA 17. ESTADO DE LOS ELEMENTOS INSPECCIONADOS 26
TABLA 18. LONGITUD DE REDES 27
TABLA 19. MATERIAL DE TUBERÍA 28
TABLA 20. PENDIENTE DE LA RED 29

1. RESUMEN EJECUTIVO

En abril del año 2017 se presentó una avalancha en Mocoa, la capital del departamento de Putumayo, ocasionada por el desbordamiento de tres ríos: Mocoa, Mulato y Sangoyaco, a causa de fuertes de lluvias.

Esta catástrofe dejó como resultado la muerte de más de 300 personas, la afectación de alrededor de 17 barrios, aproximadamente 2000 damnificados y el colapso del sistema de alcantarillado.

Hoy, después de tres años, el municipio de Mocoa no se termina de recuperar de este desastre; las obras de reconstrucción aún no se han completado y la malla vial sigue afectada.

Mediante la ejecución de trabajos de topografía se plantea el desarrollo del Plan Maestro de Alcantarillado del municipio de Mocoa, que permita dar un diagnóstico para la rehabilitación de dicha red.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

Proporcionar un diagnóstico del estado actual del Sistema de Alcantarillado del municipio de Mocoa, para la rehabilitación de la red.

2.2 Objetivos Secundarios

- Ejecutar el adecuado procesamiento de la información levantada en campo (GPS, Altimetría, Catastro de Redes)
- Analizar la calidad de la información recopilada en campo, con el fin de verificar si cumple con las precisiones exigidas.
- Realizar las conexiones de la red de alcantarillado, de los elementos levantados en campo.
- Elaboración de informes de avance y topografía.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1 Trabajos en Campo

3.1.1 Posicionamiento de vértices

Corresponde al posicionamiento de puntos existentes localizados en el proyecto para el traslado de coordenadas y cotas con el fin de amarrar los levantamientos topográficos a la red Magna Sirgas del Instituto geográfico Agustín Codazzi, IGAC.

Los rastreos de los puntos se ejecutaron con equipos de doble frecuencia, los cuales permiten capturar constelaciones satelitales GPS y GLONASS, cuentan con 440 canales, poseen memoria de almacenamiento y tienen duración de baterías de hasta 24 horas.

El objetivo de realizar el posicionamiento, es hacer el adecuado traslado de coordenadas a los puntos de GPS materializados, desde vértices con coordenadas conocidas y certificadas.

Una de las primeras actividades corresponde a la identificación de los vértices de la Red Magna Pasiva o MAGNA ECO del país, desarrollada por el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi).

Esta actividad se realiza con el ánimo de identificar los vértices que servirán como puntos de control horizontal y vertical para el proyecto. Basados en la información suministrada por el IGAC, la cual se encuentra a disposición gratuita, se estudió sobre un mapa la ubicación de dichos vértices, encontrando que, para el municipio de Mocoa, existen 4 vértices identificados como 86001002, P-T-3, 86001003 y 117-TS-2.

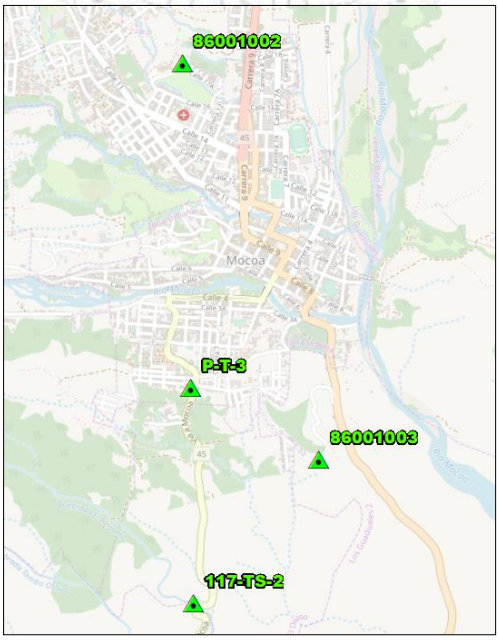


Figura 1. Vértices IGAC – Municipio Mocoa
Fuente: Propia

Luego de realizar una verificación en campo de cada uno de estos puntos se concluyó que los puntos existentes y que cumplían con las características de monumentación y estabilidad fueron los puntos 117-TS-2, 86001003 y 86001002. El punto de nombre P-T-3, fue destruido por una obra que se realizó en el sitio.

Con el ánimo de verificar que los datos suministrados por el IGAC sean correctos y que los puntos no hayan sufrido ningún tipo de desplazamiento, se realizó una labor de reposicionamiento utilizando equipos GNSS doble frecuencia, con altas especificaciones.

Para esta tarea se posicionaron los dos vértices del IGAC, **86001002** y **86001003**, con tiempos de rastreo de 8 y 9 horas respectivamente, tomando en consideración que el punto de chequeo utilizado, fue la estación permanente **PSTO** en la ciudad de Pasto y la cual pertenece a la Red Magna Eco del país.

El procedimiento en campo inicia con la instalación de cada uno de los equipos sobre los puntos programados, verificando: el estado de la batería, calidad de la señal y almacenamiento correcto de los datos. Se inicia el proceso de medición de los vectores de manera simultánea con receptores GNSS de referencia R8s y HEMISPHERE S320. Los equipos se ubicaron de tal forma que se puedan formar figuras geométricas y/o triángulos equiláteros posibles.

Posteriormente se llena la planilla correspondiente para este tipo de levantamientos, en la cual quedan registrados los datos relacionados a la sesión como lo son: tiempo de rastreo, tipo de equipo y de antena utilizada, altura y tipo medida, operador y demás datos que serán verificados posteriormente en el postproceso.

Dentro de la misma planilla de campo se registra la posición de referencia, cantidad y estado de los satélites y el PDOP mostrado, además de esto se realiza el croquis de acceso y la descripción del punto, para su posterior localización.

Para aprovechar al máximo la información, los datos fueron colectados con un ángulo de inclinación no menor a 15 grados sobre el horizonte y un intervalo de grabación de 5 segundos, con un mínimo de 9 satélites

Los tiempos de rastreo de los puntos GPS cumplen con los tiempos mínimos requeridos según la formula T=25 min + (5min x cada kilómetro de la base). El vector más largo der la red mide 70.1 Km, es decir que el tiempo mínimo de rastreo debe ser de 6.3 horas. El tiempo mínimo de rastreo que se registró fue de 8.1 horas, por tal razón si cumple con la normatividad exigida.

Con esta utilidad se planearon las sesiones para realizar el posicionamiento de los puntos 86001002 y 86001003 y se determinaron los períodos de observación más óptimos para cada sesión, considerando los límites necesarios en el PDOP (error por desviación geométrica de la posición de los satélites) y las horas más adecuadas para realizar las sesiones, tomando como punto base la estación permanente PSTO, para hacer las respectivas triangulaciones y formar así la Red de GPS.

3.1.2 Levantamiento Altimétrico

Para comenzar las actividades de altimetría, se realizó la verificación de los puntos certificados por el IGAC con cota geométrica más cercanos al proyecto, encontrando así el vértice **117-TS-2**.

Se trazaron cuarenta y cinco (45) circuitos principales de nivelación y contra nivelación y veintidós (22) circuitos secundarios, con el fin de realizar el traslado de cota a la zona del proyecto y a los elementos de alcantarillado.

El primer circuito principal se amarró a la cota geométrica del vértice 117-TS-2, certificada por el IGAC. Se materializa un BM cada kilómetro, con el fin de que cada circuito pueda garantizar una buena precisión en la nivelación.

3.1.3 Catastro de Redes del Sistema de Alcantarillado

Se realizó en campo el dimensionamiento de aquellas estructuras encontradas en el corredor a levantar y que tengan incidencia en los diseños.

A cada elemento se le dio una numeración única en campo, con el fin que no presentaran repeticiones. Se ejecutó una demarcación clara y semipermanente de cada uno de los accesorios encontrados, para la realización de los trabajos tanto de la planimetría como de la altimetría y del catastro de las mismas y así poder obtener el total de la información con una descripción única de los elementos.

3.2 Trabajos en Oficina

Como pasante de la empresa DRAWCOM SAS, apoyé las actividades del procesamiento de datos en oficina, las cuales se describen a continuación.

3.2.1 Postproceso de vertices

Para ejecutar el postproceso de la red de GPS, se descarga el certificado de coordenadas de la estación permanente PSTO, de la página del Sirgas, en la pestaña Red SIRGAS-CON, Coordenadas, Coordenadas Semanales. Se trabajó con la solución semanal 2085.

IBG SOLUTION ALIGNED TO IGS14-FINAL COMBINATION - WEEK 2085 02-FEB-20 18:10

LOCAL GEODETIC DATUM: IGS14 EPOCH: 2019-12-25 12:00:00

NUM	STATION NAME	X (M)	Y (M)	Z (M)	FLAG
1	AACR 40612M001	644009.05056	-6251064.25132	1093780.95069	A
2	ABCC 41939M001	1739437.98792	-6117252.43787	515065.10767	A
3	ABMF 97103M001	2919785.79031	-5383744.96025	1774604.86049	A
4	ABPD 41941M001	1742983.24801	-6118331.49100	494730.75277	A
6	ABPW 41940M001	1753507.20474	-6113239.03511	518210.62077	A
7	ABRA 41575M001	2423793.39604	-5367435.03210	-2449718.30493	A
11	AGCA 41907M001	1782547.09673	-6054787.92364	916299.57307	A
537	PRMA 41674M001	3610720.83477	-4611288.49160	-2518636.09617	A
538	PRNA 41554M001	2674872.27999	-4721942.47825	-3339902.67482	A
539	PRUR 48032M001	3487895.36792	-4682893.94264	-2558839.65395	A
540	**PSTO 41925S001**	**1404951.75012**	**-6222655.07396**	**134028.78350**	**A**
544	PUO2 42228M001	2085642.80606	-5786561.02704	-1696048.22070	A
545	PUAR 41306M001	787734.68699	-6262289.31789	915770.74524	A
547	PUNT 40608M001	565870.36299	-6256745.20752	1098060.86459	A
550	QUEM 42020M001	1272483.39663	-6252975.34980	-26224.20887	A

Figura 2. Certificado Estación Permanente PSTO
Fuente: Propia

El certificado de coordenadas y cota elipsoidal de los vértices **86001002** y **86001003**, se tomó del Geoportal Mapa Base del IGAC, en la pestaña Datos Abiertos, Geodesia, en la descarga interactiva de los Datos Coordenados Red Geodésica Nacional Nuevo ITRF 2014. El archivo Datos_Coordenados_RGN_ITRF_2014.shp se puede visualizar en ArcMap, para extraer las coordenadas del vértice.

Nomenclatu	Municipio	Departamen	FECHA	Latitud	Longitud	Altura_eli	X	Y	Z	Vx	Vy	Vz	Ondulacion
86001002	MOCOA	PUTUMAYO	2017	1.156863	-76.651479	672.248	1472401.7306	-6205220.8386	127924.3458	-0.002	0	0.011	26.2
117-TS-2	MOCOA	PUTUMAYO	2017	1.128854	-76.650897	624.897	1472468.0612	-6205219.9351	124826.6645	-0.0021	0	0.011	25.8
86001003	MOCOA	PUTUMAYO	2017	1.136296	-76.644437	708.373	1473183.2634	-6205119.2401	125651.0822	-0.0021	0	0.011	25.9
P-T-3	MOCOA	PUTUMAYO	2003	1.140026	-76.65102	676.121	1472460.8831	-6205249.1374	126062.809	0.0039	0.001	0.011	26

Figura 3. Certificación Vértices IGAC
Fuente: Propia

La información tomada en campo se descarga y se exporta a archivos Rinex, en el software Convert To Rinex, obteniendo así los tres archivos correspondientes: Observado .o, Navegado .n y Glonas .g.

En el software TBC (Trimble Business Center) se importan los archivos rinex y se realiza el procesamiento con un control de calidad para la sesión hasta obtener una solución aceptable que cumpla con las normas mínimas de cálculo como los radios, varianza y el valor del error medio cuadrático.

El ajuste final de la red primaria se hizo con el módulo ajuste de redes, considerando todas las pruebas y bondades de este programa al momento de hacer el cálculo, como la prueba α^2, el número de grados de libertad y la probabilidad crítica de 95% o mayor.

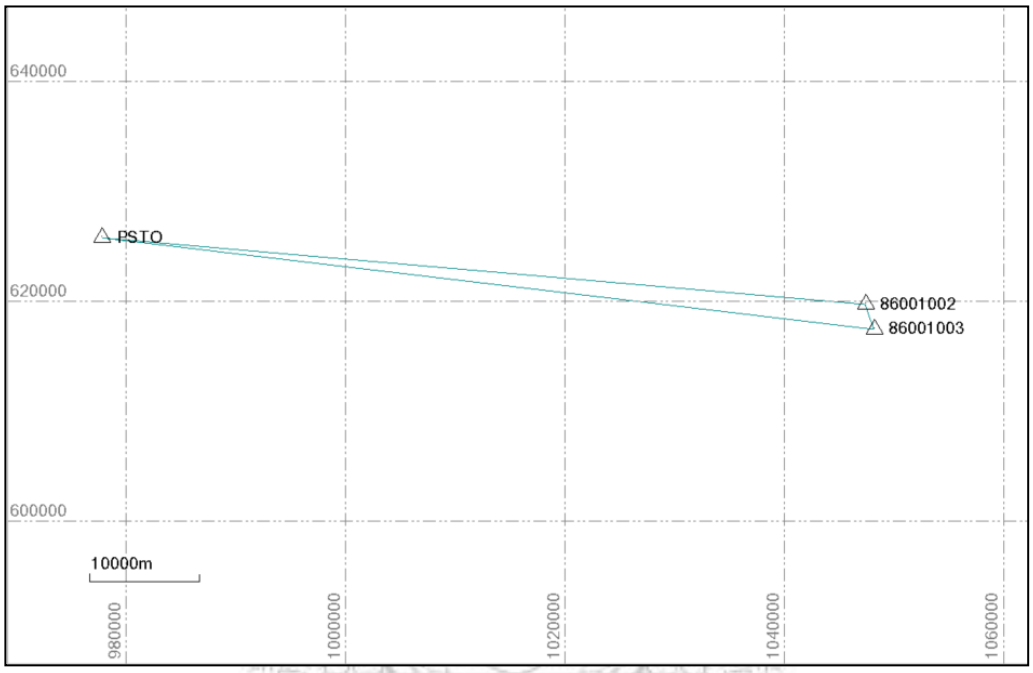


Figura 4. Triangulación vértices IGAC
Fuente: Propia

Para el cálculo de las ondulaciones se aplicó el modelo geoidal "EGM-2008", es decir, que las elevaciones que se obtienen del cálculo de la red de GPS, son elipsoidales. Para el cambio del Datúm WGS-84 al Datúm Oeste Magna, de las coordenadas geográficas, se utilizó el software TBC (Trimble Business Center).

Datum Horizontal	:	Oeste *Magna*
Elipsoide de referencia	:	*WGS 1984*
Sema-eje mayor	:	*6378137.000000000*
Sema-eje menor	:	*6356752.314245180*
Achatamiento (1/f)	:	*1/298.257223563000*
e^2	:	*0.082094437949696*
Proyección	:	*Transversa de Mercator*
Latitud origen	:	*04° 35´ 46.32150" N*
Longitud origen	:	*77° 04´ 39.02850" W*
Falso Este	:	*1000000.000 m*
Falso Norte	:	*1000000.000 m*
Datum Vertical	:	*m.s.n.m.*
Unidades de medida	:	*Metro Internacional (m)*

Figura 5. Parámetros de Ajuste
Fuente: Propia

El procesamiento de los puntos de GPS se hizo con la metodología que recomienda el IGAC en relación al "Procesamiento de Información de GPS considerando la variación de las Coordenadas en el Tiempo (Velocidades) por efectos Geodinámicos".

Las coordenadas certificadas por el IGAC, de los puntos de amarre, se encuentran en época 2018.0, por tanto, se hizo el respectivo cambio a la época actual de la ocupación de los puntos, es decir, 2020.0.

Se realiza el procesamiento de las líneas base que conforman la red de GPS para obtener las coordenadas de los puntos con época actual.

Coordenadas de Cuadricula Ajustadas – Época 2020.0

ID de punto	Este (Metro)	Valor norte (Metro)	Elevación (Metro)	Límite
86001002	1047416.216	619690.611	649.427	
86001003	1048200.343	617416.491	685.947	
PSTO	977788.589	625752.795	2540.725	LLh

Coordenadas Geodésicas Ajustadas – Época 2020.0

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Límite
86001002	N1°09'24.70857"	W76°39'05.32257"	672.183	
86001003	N1°08'10.66792"	W76°38'39.97113"	708.371	
PSTO	N1°12'42.16532"	W77°16'37.48922"	2569.099	LLh

Tabla 1. Coordenadas Calculas Época 2020.0
Fuente: Propia

Luego de tener las coordenadas ajustadas en época 2020.0 se hace el respectivo cambio de época a 2018.0.

El cambio de época se hace mediante la utilización del software Magna Sirgas Pro 4.2, en donde se elige la fecha de posicionamiento y la fecha a la cual se desea realizar el cambio de época. También se asigna el modelo de velocidades que se desea aplicar, para este caso, el VEMOS 2017.



Figura 6. Cambio de Epoca – Magna Sirgas Pro 4.2
Fuente: Propia

Coordenadas de Cuadricula Ajustadas – Época 2018.0

ID de punto	Este (Metro)	Valor norte (Metro)	Elevación (Metro)	Límite
86001002	1047416.220	619690.588	649.427	
86001003	1048200.347	617416.468	685.947	
PSTO	977788.597	625752.772	2540.725	LLh

Coordenadas Geodésicas Ajustadas – Época 2018.0

ID de punto	Latitud	Longitud	Altura (Metro)	Límite
86001002	N1°09'24.70781"	W76°39'05.32243"	672.183	
86001003	N1°08'10.66716"	W76°38'39.97099"	708.371	
PSTO	N1°12'42.16457"	W77°16'37.48896"	2569.099	LLh

Tabla 2. Coordenadas Calculadas – Época 2018.0
Fuente: Propia

Ya obteniendo los resultados finales del posicionamiento en la Época de los puntos certificados por el IGAC, 2018.0, se realiza una comparación de las coordenadas calculadas vs las coordenadas certificadas por el IGAC, a los puntos 86001002 y 86001003, desde la estación PSTO, haciendo uso de las coordenadas proporcionadas por el SIRGAS para la estación permanente y las coordenadas certificadas por el IGAC, para los dos vértices.

Como conclusión final de este procedimiento, se encontró que las diferencias de cada uno de los vértices posicionados y calculados, con respecto a las coordenadas certificadas por el IGAC están en los rangos permitidos, y lo cual confirma que los puntos certificados por el IGAC en el municipio de Mocoa de nomenclatura **86001002** y **86001003** se encuentran en buen condiciones, estables y los datos certificados son los suministrados por el instituto.

Coordenadas Geodésicas Ajustadas – Época 2018.0

ID de punto	ΔValor Este (Metro)	ΔValor norte (Metro)	ΔAltura Elip (Metro)
86001002	0.035	0.030	0.065
86001003	0.014	0.050	0.002

Tabla 3. Diferencias coordenadas posicionadas vs certificados IGAC.
Fuente: Propia

3.2.2 Levantamiento Altimetrico

El amarre de la nivelación se hace a partir de la cota geométrica certificada por el IGAC, la cual se descarga del Geoportal del instituto.



Figura 7. Descarga certificado de alturas niveladas IGAC
Fuente: Propia

N°	Vértice	Altura m.s.n.m.m	Año de Calculo	Error Cuadrático Medio (cm)
585	117-TS-2	601.388	1985	N/A

Figura 8. Certificado de elevación vértice 117-TS-2
Fuente: Propia

3.2.2.1 Circuitos Principales

Se levantaron un total de 45 circuitos principales de nivelación, los cuales se dividieron en tres zonas de trabajo: zona sur, zona centro y zona norte.

Los resultados obtenidos del ajuste de la nivelación para cada zona de trabajo y elementos nivelados se presentan a continuacion.

❖ ZONA SUR

CIRCUITOS DE NIVELACIÓN PRINCIPALES – ZONA SUR						
CIRCUITO PRINCIPAL	NUMERO DE CAMBIOS	TRAMO NIVELADO	IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS	LONGITUD (m)	ERROR PERMISIBLE (m)	ERROR DE CIERRE (m)
1	39	NP117 - NP117	C1 - C36	1044.76	0.012	-0.008
2	41	BM1 - BM1	C37 - 74	1039.79	0.012	-0.008
3	21	BM2 - BM2	C75 - C93	1122.06	0.013	-0.002
4	16	C54 - C85	C94 - C107	789.03	0.011	-0.007
5	32	C107 - C45	C108 - C137	1116.35	0.013	0.000
6	6	C92 - C94	C138 - C141	85.70	0.004	0.000
7	16	C43 - C126	C142 - C155	772.57	0.011	0.001
8	28	C67 - C52	C156 - C181	1034.85	0.012	-0.001
9	17	C53 -C55	C182 - C196	945.99	0.012	-0.006
10	47	C188 - C188	C197 - C241	1017.45	0.012	-0.012
11	7	C216 - C248	C243 - C247	182.44	0.005	0.000
12	33	BM3 - BM3	C251 - C291	1148.68	0.013	-0.003
13	7	C263 - C276	C271 - C275	157.82	0.005	0.000
14	42	C147 - C147	C293 - C333	1334.78	0.014	-0.008

Tabla 4. Resumen Circuitos Principales - Zona Sur

Fuente: Propia

ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA SUR								
CIRCUITO	POZOS NIVELADOS	SUMUDEROS NIVELADOS	CAJAS NIVELADAS	DESCOLES NIVELADAS	ENCOLES NIVELADAS	TUBERIAS NIVELADAS	BOX NIVELADAS	CRUDO
2	105 106							Data report 11022020 GF
8	104 128 129 130 131							Data report 11022020 GF
10	1025 1030 1033 1036 1037 1041 1042 1048 1049 1052 1055 1056 1059 1060 1061 1064 1067 1068 1090 1091	1020 1031 1032 1034 1035 1039 1040 1043 1044 1047 1050 1051 1053 1054 1057 1058 1062 1063 1065 1066 1088 1089		1092	1086			Data report 12022020 Data report 13022020
11	1021 1022 1023 1029 1045 1069 1070 1071 1072 1073 1074 1075 1082	1026 1027 1028 1046		1024		1083 1084 1085		Data report 13022020 Data report 14022020
12	98 122 146 147 149 150 151 152 154 157 168 169 170 175 177 178 179 180 181 182 183 184 1000 1001 1002 1003 1004	153 171 172 174 1014 1015 1016		156	1076	1094 1099 1107	148 155 176 1078 1080 1081	Data report 14022020 Data report 15022020

ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA SUR								
CIRCUITO	POZOS NIVELADOS	SUMUDEROS NIVELADOS	CAJAS NIVELADAS	DESCOLES NIVELADAS	ENCOLES NIVELADAS	TUBERIAS NIVELADAS	BOX NIVELADAS	CRUDO
	1005 1006 1007 1008 1009 1010 1011 1012 1013 1017 1018 1019 1079 1093 1095 1096 1097 1098 1100 1101 1102 1103 1104 1105 1106							Data report 17022020
13					1077			Data report 15022020
14	2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2008 2009 2010 2011 2012 2014 2016 2017 2018 2019 2026 2040 2041 2042 2045 2046 2050 2053 2054	2020 2043 2044		2013	2021	2051 2052		Data report 18022020 Data report 19022020

Tabla 5. Elementos nivelados - Circuitos Principales - Zona Sur

Fuente: Propia

❖ ZONA CENTRO

CIRCUITOS DE NIVELACIÓN PRINCIPALES - ZONA CENTRO						
CIRCUITO PRINCIPAL	NUMERO DE CAMBIOS	TRAMO NIVELADO	IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS	LONGITUD (m)	ERROR PERMISIBLE (m)	ERROR DE CIERRE (m)
15	19	BM2 - BM2	C342 - C358	1155.67	0.013	-0.001
16	18	C356 - C355	C359 - C374	923.22	0.012	-0.006
17	39	C355 - C351	C375 - C411	1214.78	0.013	-0.011
18	30	C387 - C368	C412 - C439	1164.27	0.013	0.001
19	24	C393 - C410	C440 - C461	1032.33	0.012	-0.003
20	14	C460 - C458	C462 - C473	921.59	0.012	-0.003
21	28	C456 - C466	C474 - C499	1131.10	0.013	-0.007
22	17	C492 - C478	C500 - C514	1128.77	0.013	-0.007

Tabla 6. Resumen Circuitos Principales - Zona Centro

Fuente: Propia

ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA CENTRO								
CIRCUITO	POZOS NIVELADOS	SUMUDEROS NIVELADOS	CAJAS NIVELADAS	DESCOLES NIVELADAS	ENCOLES NIVELADAS	TUBERIAS NIVELADAS	BOX NIVELADAS	CRUDO
15	190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 205 206 208 209 210 211 212 213 214 216 219 220 2007 2015 2023 2024 2025 2027 2028 2029 2030 2031 2032 2033 2034 2035 2036 2037 2038 2039 2047 2048 2049	215 217	203 204 207	218 2022	221			Data report 19022020 Data report 2022020

Tabla 7. Elementos nivelados - Circuitos Principales - Zona Centro
Fuente: Propia

❖ ZONA NORTE

CIRCUITOS DE NIVELACIÓN PRINCIPALES - ZONA NORTE						
CIRCUITO PRINCIPAL	NUMERO DE CAMBIOS	TRAMO NIVELADO	IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS	LONGITUD (m)	ERROR PERMISIBLE (m)	ERROR DE CIERRE (m)
23	15	C475 - C510	C515 - C527	959.76	0.012	-0.004
24	16	C509 - C519	C528 - C541	1057.45	0.012	-0.003
25	12	C540 - C540	C543 - C552	1002.00	0.012	-0.003
26	12	C548 - C548	C553 - C562	963.18	0.012	-0.005
27	14	C543 - C559	C563 - C574	941.39	0.012	-0.002
28	16	C574 - C572	C575 - C588	999.64	0.012	-0.003
29	26	C578 - C578	C589 - C612	936.00	0.012	0.004
30	19	C605 - C582	C613 - C629	966.49	0.012	-0.008
31	17	C596 - C645	C630 - C645	936.14	0.012	0.000
32	19	C645 - C645	C646 - C662	896.53	0.011	-0.004
33	5	C661 - C598	C663 - C665	348.73	0.007	-0.002
34	22	C645 - C651	C666 - C685	792.65	0.011	-0.005
35	11	C667 - C667	C686 - C694	979.25	0.012	-0.001
36	19	C515 - C515	C695 - C711	1027.65	0.012	-0.003
37	17	C701 - C701	C712 - C726	1004.03	0.012	-0.003
38	19	C715 - C715	C727 - C743	970.83	0.012	-0.004
39	18	C736 - C736	C744 - C759	947.87	0.012	-0.004
40	21	C753 - C753	C760 - C778	1076.00	0.012	-0.003
41	21	C770 - C770	C779 - C797	1103.52	0.013	-0.005
42	21	C783 - C783	C798 - C816	985.83	0.012	0.001
43	27	C567 - C567	C817 - C842	1161.15	0.013	-0.002
44	20	C798 - C619	C843 - C860	941.80	0.012	-0.005
45	30	C779 - C779	J7 - J35	1199.35	0.013	-0.009

Tabla 8. Resumen Circuitos Principales - Zona Norte
Fuente: Propia

ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS PRINCIPALES - ZONA NORTE								
CIRCUITO	POZOS NIVELADOS	SUMUDEROS NIVELADOS	CAJAS NIVELADAS	DESCOLES NIVELADAS	ENCOLES NIVELADAS	TUBERIAS NIVELADAS	BOX NIVELADAS	CRUDO
39	3000 3005 3006 3009 3015 3016 3017 3022 3028 3029 3030 3033 3040 3043 3054 3058 3061 3062 3063 3067 3069 3070 3071 3074 3077 3078 3083 3104 3106 3147 3150 3152 3156 3157 3161 3164 3165 3166 3169 3170 3171 3172	3001 3002 3003 3004 3007 3008 3013 3014 3018 3023 3024 3026 3027 3031 3034 3035 3036 3038 3055 3064 3065 3068 3073 3075 3076 3079 3080 3085 3085 3086 3087 3088 3091 3095 3097 3100 3102 3108 3110 3143 3144 3151 3153 3154 3155 3158 3159 3160 3162 3167 3168	3039 3042 3066 3084	3010 3059 3089 3090 3092 3093 3099 3103		3021 3025 3037 3060 3072 3098 3105 3107 3109 3148 3149 3174	3012 3019 3020 3050 3051 3052 3096 3101 3142	Data report 7032020 GO Data report 8032020 GO Data report 9032020 GO
44	400 401 404 405 406 413 414 415 416 423 426 430 431 437 441 446 447 450 452 455 469 470 471 473 474 475 2427 2430 2431 2432 2439 3082 3111 3112 3113 3114 3116 3119 3128 3129 3132 3133 3136 3145 3146 3163 3173 3177 3178 3179 3180 3181 3182 3188 3189 3192 3197 3198 3199 3200 3201 3203 3204 3205 3207 3210 3212 3214 3218 3219 3222 3224 3229 3233 3234 3239 3240 3243 3247 3248 3252 3254 3255 3259 3268 3269 3271 3272 3278 3279 3284 3287	402 403 407 408 409 410 412 418 419 420 421 422 425 427 429 432 434 439 440 442 443 445 449 451 453 456 457 460 2428 2429 2435 2436 2437 2438 3081 3115 3117 3120 3121 3127 3130 3137 3175 3176 3183 3184 3185 3186 3187 3190 3191 3193 3194 3195 3196 3202 3213 3217 3220 3221 3223 3225 3226 3227 3228 3231 3232 3236 3237 3238 3241 3242 3244 3245 3246 3249 3250 3251 3253 3263 3264 3265 3266 3270 3273 3274 3276 3277 3285 3286 3288 3289 3290	3208 3258	436 3123 3126 3215 3216	424 433	3122 3131 3141 3206 3209 3211 3230	411 417 428 435 438 444 448 454 458 2450 3118 3124 3125 3134 3135 3138 3139 3140 3235 3257 3260 3261	Data report 13032020 Data report 14032020 GO Data report 15032020 GO Data report 16032020 GO Data report 17032020 GO
45	235 236 464 465 466 467 468 563 564 567 568 569 570 571 572 573 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 590 591 592 594 597 1398 1399 1403 1404 1405 1406 1411 1415 1416 1417 1418 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426 1427 1428 1429 1430 1431 1433 1434 1435 1436 1437 1438 1440 1441 1442 1444 1445 1447 1449 1450 1451 1452 1459 1460 1461 1462 1463 1479 1480 1481 1482 1484 1485 1489 1490 1500	461 1401 1407 1408 1453 1454 1455 1456 1457 1483 1487	1400 1409 1412 1413 1419 1432 1439	462 1402	459 1443	1410 1448	463 1446 1488	Data report 18032020 GO Data report 19032020 GO Data report 20032020 GO

Tabla 9. Elementos nivelados - Circuitos Principales - Zona Norte

Fuente: Propia

3.2.2.2 Circuitos Secundarios

Se levantaron un total de 22 circuitos secundarios de nivelación, los cuales se dividieron en tres zonas de trabajo: zona sur, zona centro y zona norte.

Los resultados obtenidos del ajuste de la nivelación para cada zona de trabajo y elementos nivelados se presentan a continuación.

❖ ZONA SUR

CIRCUITOS DE NIVELACIÓN SECUNDARIOS - ZONA SUR						
CIRCUITO SECUNDARIO	NUMERO DE CAMBIOS	TRAMO NIVELADO	IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS	LONGITUD (m)	ERROR PERMISIBLE (m)	ERROR DE CIERRE (m)
1	8	C158 CIR-PRIM 8 - C43 CIR-PRIM 2	F1 - F6	238.42	0.006	0.000
2	8	C163 CIR-PRIM 8 - C164 CIR-PRIM 8	F7 - F18	782.39	0.011	-0.003
3	12	C161 CIR-PRIM 8 - C181 CIR-PRIM 8	F21 - F32	325.08	0.007	-0.002
4	11	F33 CIR-SECU 2 - C48 CIR-PRIM 2	F37 - F45	216.70	0.006	-0.005
5	4	F39 CIR-SECU 4 - F49	F46 - F49	104.86	0.004	0.000
6	4	C101 CIR-PRIM 4 - F66	F64 - F66	92.74	0.004	0.000

Tabla 10. Resumen Circuitos Secundarios - Zona Sur
Fuente: Propia

ELEMENTOS NIVELADOS DE LOS CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA SUR									
CIRCUITO	POZOS NIVELADOS	SUMUDEROS NIVELADOS	CAJAS NIVELADAS	DESCOLES NIVELADAS	ENCOLES NIVELADAS	TUBERIAS NIVELADAS	BOX NIVELADAS	VALVULAS NIVELADAS	CRUDO
1	99 100 102 103 107 108 109 110 111 112 113 114 126 127								Data report 11022020
2	4 7 8 9 12 13 14 16 17 20 21 22 23 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 42 43 48 49 50 51 53 56 57 58 60 61 62 66 67 68 69 71 72 75 76 78 79 80 81 83 84 85 90 115	1 3 6 10 11 18 19 40 41 44 45 46 47 52 54 55 59 63 64 65 70 73 74 77 82 86 87 88		15 25 89	5 24			2	Data report 1202020 Data report 13022020 Data report 14022020
3	91 92 93 94 95 96 97 101 116 117 118 119 120 121 124 125 126 140 141 142 143 157 158 159				144 145				Data report 15022020 Data report 17022020
4	132 134 136 137 138 139 161 162 165	135		133					Data report 17022020 Data report 180202020
5	160 163 164 166 167 173 222 227 230 237 238 243 244 246 250 253 259 263 273 1102	174 224 231 233 239 242 245 247 248 251 252 258	1149 1167	226 229 232 234 249 254 265 276	228 1201 1203	241 271 274 1129 1130 1139 1147 1204	223 240 255 256 260 261 262 268		Data report 180202020 Data

ELEMENTOS NIVELADOS DE LOS CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA SUR									
CIRCUITO	POZOS NIVELADOS	SUMUDEROS NIVELADOS	CAJAS NIVELADAS	DESCOLES NIVELADAS	ENCOLES NIVELADAS	TUBERIAS NIVELADAS	BOX NIVELADAS	VALVULAS NIVELADAS	CRUDO
	1112 1115 1122 1123 1128 1131 1132 1137 1138 1140 1143 1144 1148 1150 1151 1152 1155 1157 1160 1161 1164 1165 1166 1168 1170 1172 1173 1176 1185 1186 1187 1189 1192 1193 1196 1212 2063 2064 2065 2066 2067 2068 2075 2085 2088 2089 2090 2092 2093 2094 2095 2096 2097	1111 1113 1114 1116 1117 1124 1125 1133 1134 1134 1135 1136 1141 1142 1145 1146 1153 1154 1156 1158 1159 1162 1163 1169 1171 1174 1175 1179 1180 1183 1190 1191 1194 1195 1197 1205 2069 2071 2073 2079 2081 2083 2086 2087		1118 1119 1126 1127 1177 1178 1181 1182 1188 1202		2070 2072 2074 2080 2082 2084 2091	269 270 1184 1198 1199 1200 2076 2077 2078		report 1922020 Data report 20022020 Data report 21022020 Data report 22022020 Data report 23022020
6	257 266 267 1108 1110 1206 1207 1208 1210 1211 1215 1232 1233 1236 1237 1238 2098 2099 2101 2102 2103 2104 2105 2106 2107 2109 2119 2120 2121 2122 2123 2124 2125 2137 2138 2141 2142 2145 2148 2149 2152 2153 2164 2166 2177 2181 2183	1109 1217 1218 1239 1240 1242 2139 2140 2143 2144 2146 2147 2150 2151 2154 2155 2179 2180	1209 2162 2163	1220 1241 2178 2182	2111	1234 1235 2100	1216		Data report 23022020 Data report 24022020 Data report 25022020

Tabla 11. Elementos nivelados - Circuitos Secundarios - Zona Sur

Fuente: Propia

❖ ZONA CENTRO

CIRCUITOS DE NIVELACIÓN SECUNDARIOS PMA MOC0A - ZONA CENTRO						
CIRCUITO SECUNDARIO	NUMERO DE CAMBIOS	TRAMO NIVELADO	IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS	LONGITUD (m)	ERROR PERMISIBLE (m)	ERROR DE CIERRE (m)
7	3	C423 CIR-PRIM 18 - F70	F69 - F70	108.35	0.004	0.000
8	3	C413 CIR-PRIM 18 - F78	F76 - F78	140.83	0.005	0.001
9	4	C387 CIR-PRIM 17 - F82	F80 - F82	152.36	0.005	0.000
10	4	C393 CIR-PRIM 17 - F85	F83 - F85	70.55	0.003	0.000
11	5	C387 CIR-PRIM 17 - F90	F87 - F90	117.04	0.004	0.000
12	4	C387 CIR-PRIM 17 - F93	F91 - F93	205.97	0.005	0.001
13	4	C447 CIR-PRIM 19 - F96	F94 - F96	79.72	0.003	0.000
14	4	C373 CIR-PRIM 16 - F101	F99 - F101	81.22	0.003	0.000
15	5	C470 CIR-PRIM 20 - F123	F120 - F123	156.03	0.005	0.000
16	4	C481 CIR-PRIM 21 - F131	F129 - F131	120.25	0.004	0.000
17	4	C481 CIR-PRIM 21 - F134	F132 - F134	131.41	0.004	0.000

Tabla 12. Resumen Circuitos Secundarios - Zona Centro

Fuente: Propia

ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA CENTRO									
CIRCUITO	POZOS NIVELADOS	SUMUDEROS NIVELADOS	CAJAS NIVELADAS	DESCOLES NIVELADAS	ENCOLES NIVELADAS	TUBERIAS NIVELADAS	BOX NIVELADAS	VALVULAS NIVELADAS	CRUDO
7	2126 2127 2129 2130 2135 2160 2171 2175	2133 2134 2136	2131 2156 2158 2165 2167 2170 2172			2128 2132 2157 2159 2161 2173 2174 2176			Data report 26022020 Data report 27022020
8	2184 2185 2187 2191 2192 2193 2200 2201 2202 2203 2204 2205 2206	2186 2188 2189 2190							Data report 27022020
9	2194 2195 2196 2197 2198 2199 2207	2208	2168 2169						Data report 27022020 Data report 28022020
10	2214 2213 2215 2212 2217			2216					Data report 28022020
11	2210					2209 2211			Data report 29022020
12	2218 2219 2220 2221 2222 2225 2226 2228 2229								Data report 29022020
13	1264 1265 2108 2110 2114 2115 2117 2118 2223 2224 2227 2230 2231 2232 2233 2234 2235 2236 2241 2242 2243 2246	1266 1267 2112 2113 2116 2237 2240 2244 2245	1261 1262 1263 2238 2239						Data report 2032020 Data report 3032020
14	353 359 360 362 364 366 369 370 372 376 377 378 379 1222 1231 1247 1250 1253 1254 1255 1268 1271 1274 1275 1277 1278 1280 1283 1286 1291 1294 1311 1316 1321 1323 1333 1382 1387 1389 1392 1393 1394 2247 2248	354 355 356 357 358 361 363 365 367 368 371 373 374 375 380 381 1221 1223 1224 1225 1226 1227 1228 1229 1230 1244 1245 1246 1248 1249 1251 1252 1269 1270 1272 1273 1281 1284 1285 1287 1288 1289 1290 1292 1293 1302 1303 1304 1305 1306 1312 1313 1314 1315 1317 1318 1319 1320 1334 1335 1336 1337 1381 1383 1384 1385 1388 1390 1391 1395 1396 2249 2250	1259 1260 1276 1297 1300 1386 1397	383 1243 1338 1339	1258 1282	382 1279 1322	1299 1298 1295 1296		Data report 3032020 Data report 4032020 Data report 5032020 Data report 6032020
15	1330 390 388 351 350 277 280 283 285 287 292 293 294 295 297 1380 1376 1377 1378 1379 1256 1257 1324 1327 391 343 352 341 330 340 335 336 338 328 329 332 308 305 385 325 321 331 310 309 312 318 349	278 279 281 282 284 290 298 299 300 301 302 303 304 311 314 315 316 317 320 322 323 326 333 334 339 389 392 1307 1308 1309 1310 1325 1326 1328 1329 1331 1332	337 342	286 289 296 306 307 313 324 327 384		291 319 344 386 387			Data report 7032020 Data report 8032020 Data report 9032020 Data report 10032020
16	393 538 542 1341 1344 1345	1340 1342 1343	541	1346		539 540			Data report 11032020
17	345 346 347 348 394 395 396 398 1348 1353 1354 1367 1368 1370 2255 2256 2258 2260 2275 2276 2277 2279 2280 2281 2282 2283 2285 2287 2289 2290 2291 2293	397 1350 1351 1352 1355 1356 1357 1363 1364 1365 1372 1373 1375 2259	1349 1360 1361 1362 2254 2257	399 1346 1358 1359 1371 1374	2262 2266	1369 2261 2284 2286 2288 2292 2294			Data report 11032020 Data report 12032020 Data report 13032020

Tabla 13. Elementos nivelados - Circuitos Secundarios - Zona Centro

Fuente: Propia

❖ ZONA NORTE

CIRCUITOS DE NIVELACIÓN SECUNDARIOS - ZONA NORTE						
CIRCUITO SECUNDARIO	NUMERO DE CAMBIOS	TRAMO NIVELADO	IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS	LONGITUD (m)	ERROR PERMISIBLE (m)	ERROR DE CIERRE (m)
18	4	C687 CIR-PRIM 35 - F140	F138 - F140	172.11	0.005	0.000
19	3	C654 CIR-PRIM 32 - F142	F141 - F142	103.70	0.004	0.000
20	11	C653 CIR-PRIM 32 - C853 CIR-PRIM 44	F143 - F151	565.31	0.009	-0.002
21	4	C621 CIR-PRIM 30 - F154	F152 - F154	99.89	0.004	0.000
22	10	C618 CIR-PRIM 30 - C663 CIR-PRIM 33	F155 - F162	455.14	0.008	-0.005

Tabla 14. Resumen Circuitos Secundarios - Zona Norte

Fuente: Propia

ELEMENTOS NIVELADOS - CIRCUITOS SECUNDARIOS - ZONA NORTE									
CIRCUITO	POZOS NIVELADOS	SUMUDEROS NIVELADOS	CAJAS NIVELADAS	DESCOLES NIVELADAS	ENCOLES NIVELADAS	TUBERIAS NIVELADAS	BOX NIVELADAS	VALVULAS NIVELADAS	CRUDO
18	2268 2269 2278 2295 2296 2297 2298 2299 2300 2302 2303 2304 2305 2306 2307 2308 2309 2310 2320 2321 2323 2327 2328 2330 2331 2339 2340 2341		2263 2265 2267 2274	2264 2272 2273		2301 2329	2270 2271		Data report 14032020 Data report 16032020
19	2310 2311 2312 2314 2322 2325 2326 2345 2346 2347 2349		2348	2351	2352	2324			Data report 16032020
20	481 482 483 484 486 504 505 507 508 509 516 517 543 544 545 2332 2333 2334 2335 2336 2342					485 514 2337 2338			Data report 17032020 Data report 18032020
21	518 522 523 546 551		510	547			536 537 2401 2402		Data report 18032020
22	519 520 521 524 525 526 528 529 530 531 532 534 535 2315 2316 2317 2318 2319 2343 2344 2353 2368 2388 2389 2390			2400	2350 2366 2367 2399 2403	527 2313	536 537 2401 2402		Data report 19032020 Data report 20032020

Tabla 15. Elementos nivelados - Circuitos Secundarios - Zona Norte

Fuente: Propia

3.2.3 Catastro de Redes del Sistema de Alcantarillado

El sistema de alcantarillado que existe en el municipio de Mocoa es generalmente un sistema tradicional, llamados sistemas de alcantarillado combinado, donde se transportan aguas residuales y pluviales por el mismo tramo hasta llegar a los sitios de disposición final. Algunos de estos puntos de disposición carecen de tratamiento y son arrojados a las fuentes de agua, contaminando ríos y quebradas.

El objetivo de realizar un catastro de redes de alcantarillado para el municipio, es obtener un diagnostico basado en el levantamiento de información adquirida en campo, haciendo uso de fichas, formularios y/o planos, donde se pueda evidenciar las relaciones técnicas como ubicación de tuberías, profundidad, estado, conexión, diámetros y longitud, con el fin de obtener el estado actual del sistema.

La información colectada en campo se digita en un archivo en Excel programado, en el cual se realiza automáticamente los chequeos correspondientes a las conexiones.

Estos básicamente son:

a) Verificación de conexión entre nodos.
b) Verificación de conexión entre diámetros.
c) Verificación de conexión entre material de tubería.
d) Verificación de sentido entre nodos (Entrada y Salida de flujo).
e) Con valores de cotas y profundidades de clave y batea se verifica que la pendiente siempre sea positiva.

FIND	#TU	DIA	C-CL	MAT	POZO TRAMO	E/S	COTA RASANTE	DIAMETRO	COTA BATEA	COTA OPUESTA	CABEZA CAIDA
X	X	X	X	X	X	X	#N/A	#¡VALOR!	#N/A	#N/A	#N/A
277	1	12	1.75	CS	280	S	578.48	0.3048	576.43	570.65	5.78
277	2	8	1.60	CS	385	S	578.48	0.2032	576.68	572.9	3.78
277	3	12	1.85	CS	351	E	578.48	0.3048	576.33	584.53	8.20
278	1	8	0.77	PVC		S	573.58	0.2032	572.60	#N/A	#N/A
278	2	6	0.07	PVC	0	E	573.58	0.1524	573.35	#N/A	#N/A
279	1					S	573.58	0	#¡VALOR!	#N/A	#¡VALOR!
280	1	16	1.42	PVC	283	S	572.36	0.4064	570.53	563.65	6.88
280	2	12	1.40	CS	277	E	572.36	0.3048	570.65	576.43	5.78
281	1	8	0.70	PVC		S	569.36	0.2032	568.46	#N/A	#N/A
282	1	8	0.50	PVC		S	569.12	0.2032	568.42	#N/A	#N/A
283	1	16	1.50	PVC	285	S	565.49	0.4064	563.59	561.66	1.93
283	2					E	565.49	0	#¡VALOR!	#N/A	#N/A
283	3	16	1.44	PVC	280	E	565.49	0.4064	563.65	570.53	6.88
283	4	10	0.99	PVC	284	E	565.49	0.254	564.25	564.81	0.56
284	1	10	0.55	PVC	283	S	565.62	0.254	564.81	564.25	0.56
285	1	16	1.05	PVC	286	S	563.18	0.4064	561.72	554.71	7.01
285	2	16	1.11	PVC	283	E	563.18	0.4064	561.66	563.59	1.93
286	1	16	2.30	PVC	285	E	557.42	0.4064	554.71	561.72	7.01
287	1	10	0.89	PVC	292	S	563.71	0.254	562.57	561.99	0.58
287	2	10	0.66	PVC	291	E	563.71	0.254	562.80	563.47	0.67
289	1	24		CR		S	557.60	0.6096	#¡VALOR!	#N/A	#¡VALOR!
290	1	10	0.34	PVC		S	563.61	0.254	563.02	#N/A	#N/A
291	1	10	1.00	PVC	287	S	564.73	0.254	563.47	562.8	0.67
292	1	14	1.50	PVC	293	S	563.83	0.3556	561.97	561.24	0.73
292	2	10	1.58	PVC	287	E	563.83	0.254	561.99	562.57	0.58
293	1	22	1.90	PVC	294	S	563.46	0.5588	561.01	559.59	1.42
293	2	14	1.87	PVC	292	E	563.46	0.3556	561.24	561.97	0.73
293	3	16	2.01	PVC	329	E	563.46	0.4064	561.05	564.46	3.41
293	4	14	1.93	PVC	297	E	563.46	0.3556	561.18	562.07	0.89
294	1	24	0.49	PVC	295	S	560.61	0.6096	559.51	558.73	0.78
294	2	22	0.46	PVC	293	E	560.61	0.5588	559.59	561.01	1.42
294	3	4	0.63	PVC	0	E	560.61	0.1016	559.87	#N/A	#N/A
295	1	24	0.64	PVC	296	S	560.05	0.6096	558.80	558.37	0.43
295	2	24	0.71	PVC	294	E	560.05	0.6096	558.73	559.51	0.78
295	3	6	0.90	PVC	0	E	560.05	0.1524	559.00	#N/A	#N/A
296	1	24	0.01	PVC	295	E	558.99	0.6096	558.37	558.8	0.43

Figura 9. Ejemplo de tramos digitados en base de conexiones
Fuente: Propia

000277-000280	000277-000280	12	CS	CS	12	000280-000277	12	CS	CS	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000277-000385	000277-000385	8	CS	CS	8	000385-000277	8	CS	CS	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000351-000277	000277-000351	12	CS	CS	12	000351-000277	12	CS	CS	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000278-000000	000278-000000	X	X	X	X	000000-000278	X	X	X	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000000-000278	000278-000000	X	X	X	X	000000-000278	X	X	X	Inspeccionado	Domiciliaria	En Servicio	1	Circular
000279-000000	000279-000000	X	X	X	X	000000-000279	X	X	X	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000280-000283	000280-000283	16	PVC	PVC	16	000283-000280	16	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000277-000280	000280-000277	12	CS	CS	12	000277-000280	12	CS	CS	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000281-000000	000281-000000	X	X	X	X	000000-000281	X	X	X	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000282-000000	000282-000000	X	X	X	X	000000-000282	X	X	X	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000283-000285	000283-000285	16	PVC	PVC	16	000285-000283	16	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000000-000283	000283-000000	X	X	X	X	000000-000283	X	X	X	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000280-000283	000283-000280	16	PVC	PVC	16	000280-000283	16	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000284-000283	000283-000284	10	PVC	PVC	10	000284-000283	10	PVC	PVC	Inspeccionado	Sumidero	En Servicio	1	Circular
000284-000283	000284-000283	10	PVC	PVC	10	000283-000284	10	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000285-000286	000285-000286	16	PVC	PVC	16	000286-000285	16	PVC	PVC	Inspeccionado	Descole	En Servicio	1	Circular
000283-000285	000285-000283	16	PVC	PVC	16	000283-000285	16	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000285-000286	000286-000285	16	PVC	PVC	16	000285-000286	16	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000287-000292	000287-000292	10	PVC	PVC	10	000292-000287	10	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000291-000287	000287-000291	10	PVC	PVC	10	000291-000287	10	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000289-000000	000289-000000	X	X	X	X	000000-000289	X	X	X	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Box Culvert
000290-000000	000290-000000	X	X	X	X	000000-000290	X	X	X	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000291-000287	000291-000287	10	PVC	PVC	10	000287-000291	10	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000292-000293	000292-000293	14	PVC	PVC	14	000293-000292	14	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000287-000292	000292-000287	10	PVC	PVC	10	000287-000292	10	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000293-000294	000293-000294	22	PVC	PVC	22	000294-000293	22	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000292-000293	000293-000292	14	PVC	PVC	14	000292-000293	14	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000329-000293	000293-000329	16	PVC	PVC	16	000329-000293	16	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000297-000293	000293-000297	14	PVC	PVC	14	000297-000293	14	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000294-000295	000294-000295	24	PVC	PVC	24	000295-000294	24	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000293-000294	000294-000293	22	PVC	PVC	22	000293-000294	22	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000000-000294	000294-000000	X	X	X	X	000000-000294	X	X	X	Inspeccionado	Domiciliaria	En Servicio	1	Circular
000295-000296	000295-000296	24	PVC	PVC	24	000296-000295	24	PVC	PVC	Inspeccionado	Descole	En Servicio	1	Circular
000294-000295	000295-000294	24	PVC	PVC	24	000294-000295	24	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular
000000-000295	000295-000000	X	X	X	X	000000-000295	X	X	X	Inspeccionado	Domiciliaria	En Servicio	1	Circular
000295-000296	000296-000295	24	PVC	PVC	24	000295-000296	24	PVC	PVC	Inspeccionado	Colector	En Servicio	1	Circular

Figura 10. Ejemplo de datos verificados en el mismo tramo anterior
Fuente: Propia

Con el análisis de la información se obtienen un total de 2255 elementos que se dividen en la red de alcantarillado sanitario, pluvial y combinado.

A partir de lo anterior la red de alcantarillado cuenta con elementos como lo son Pozos, sumideros, puntos de conexión de tubería, descoles, encoles, cámaras y Box culvert.

Elementos	Pozos	Sumideros	Conexión a Tubería	Descoles	Encoles	Camaras	Box Culvert	Total
Cantidad	954	561	168	100	52	292	128	**2255**
Porcentaje	42.31%	24.88%	7.45%	4.43%	2.31%	12.95%	5.68%	**100%**

Tabla 16. Elementos de la Red de Alcantarillado
Fuente: Propia

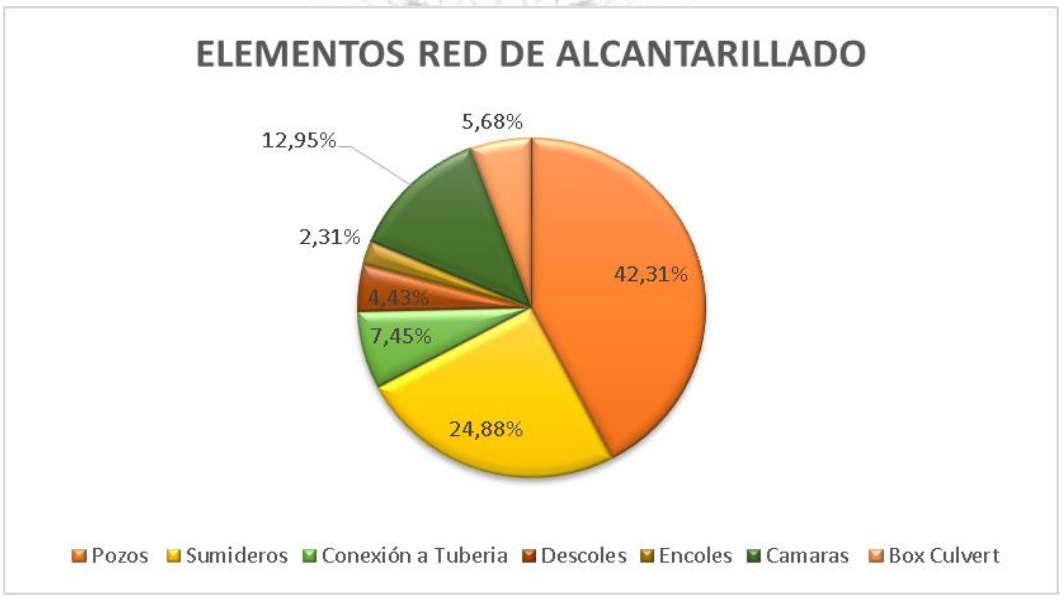


Figura 11. Elementos Red de Alcantarillado
Fuente: Propia

Los elementos inspeccionados, son divididos por el estado de su estructura, prevaleciendo los más importantes ya que algunos puede tener más de un estado, por lo tanto estos se clasifican entre buen estado, represado, con infiltraciones, con sedimentos, tapados, basura, sellados, escombros y no encontrado.

ESTADO	Buen estado	Represado	Con Infiltraciones	Con sedimentos	Tapado	Basura	Sellado	Escombros	No Encontrado	TOTAL
CANTIDAD	1359	48	21	485	158	89	42	47	6	**2255**
PORCENTAJE	60.27%	2.13%	0.93%	21.51%	7.01%	3.95%	1.86%	2.08%	0.27%	**100%**

Tabla 17. Estado de los elementos inspeccionados
Fuente: Propia

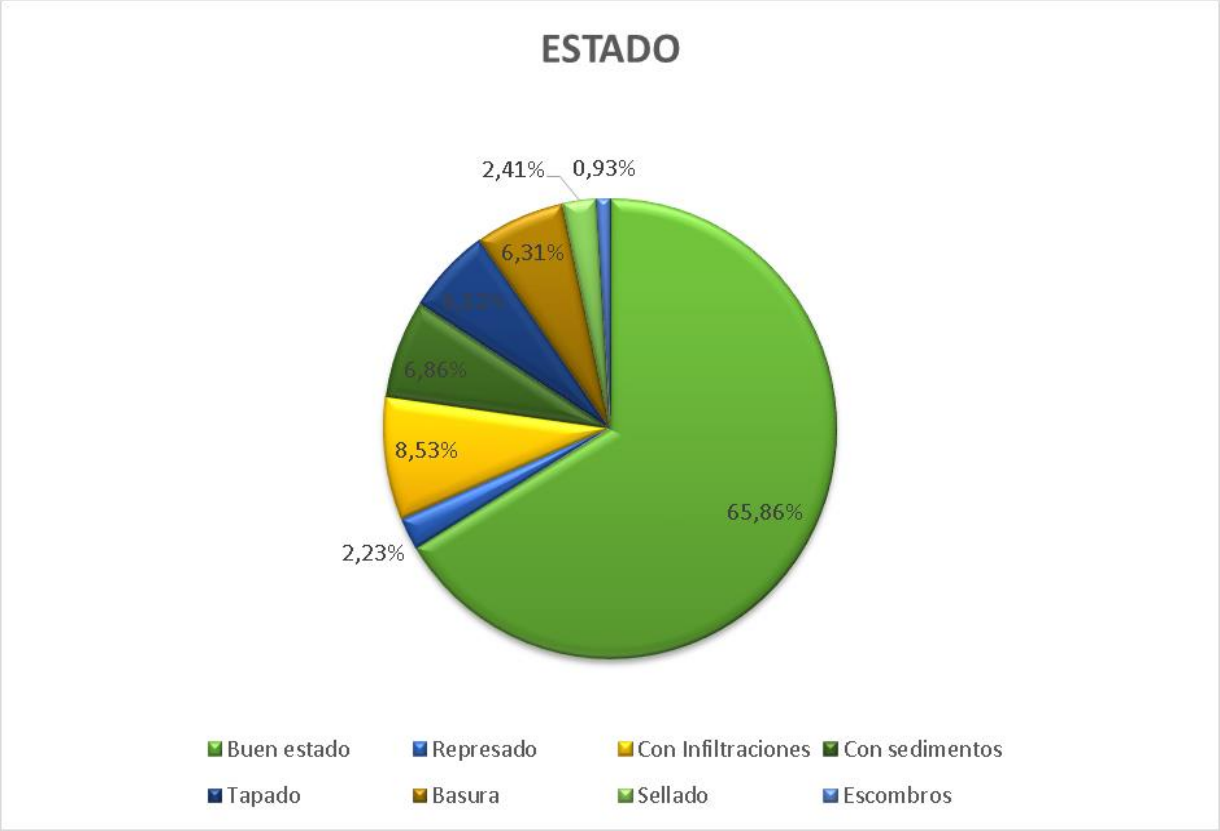


Figura 12. Estado de los elementos inspeccionados
Fuente: Propia

La red de alcantarillado cuenta con una longitud total de 128207.42 m la cual se divide en las tres de redes. De la siguiente tabla se infiere que la red combinada es la que tiene mayor longitud.

LONGITUD DE REDES		
Red	**LONGITUD (m)**	**PORCENTAJE**
Sanitaria	43134.97	33.64%
Pluvial	20968.74	16.36%
Combinado	64103.71	50.00%
TOTAL	128207.42	**100%**

Tabla 18. Longitud de Redes
Fuente: Propia

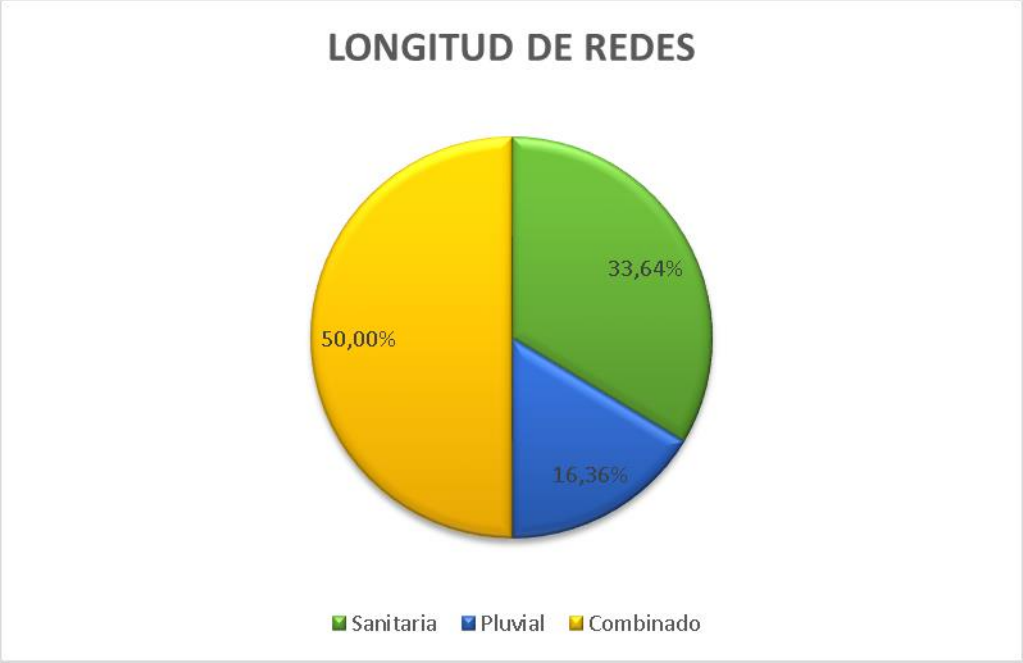


Figura 13. Longitud de Redes
Fuente: Propia

Se realiza la selección de los materiales encontrados en la red de alcantarillado, donde se define que el material que más se presenta en la red es PVC.

MATERIAL DE TUBERIA		
MATERIAL	**LONGITUD (m)**	**PORCENTAJE**
Concreto Reforzado	1772.07	3.77%
Concreto Sin Refuerzo	2663.81	5.67%
Gress	2681.18	5.71%
PVC	39842.17	84.84%
TOTAL	46959.23	**100%**

Tabla 19. Material de Tubería
Fuente: Propia

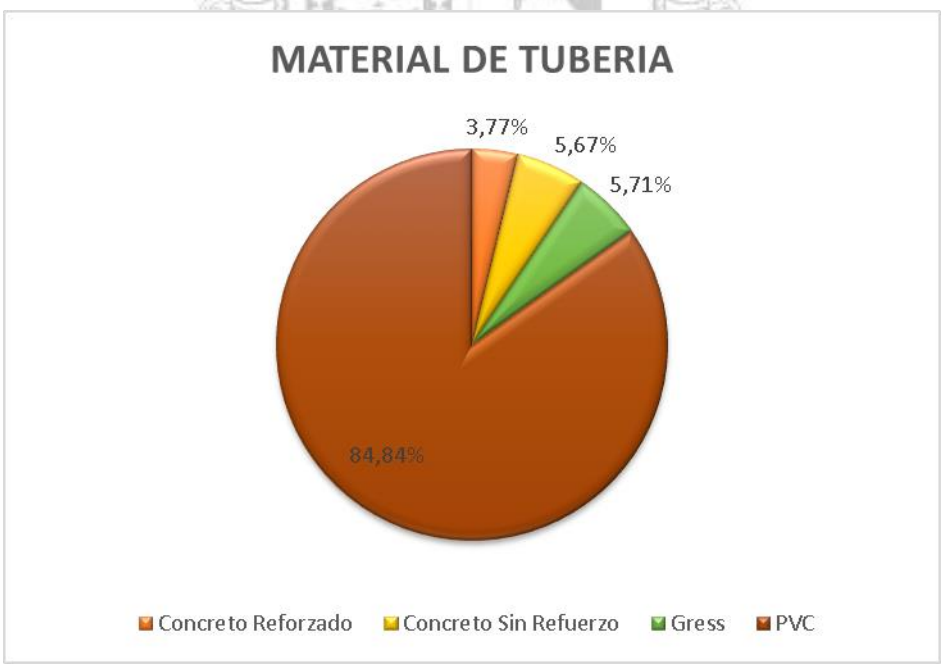


Figura 14. Material de Tubería
Fuente: Propia

La red de alcantarillado presenta diferentes pendientes donde la que más se ve reflejada es menor al 10%:

PENDIENTE DE TRAMO		
PENDIENTE	**LONGITUD (m)**	**PORCENTAJE**
Menor a 10%	38240.25	81.43%
10% - 20%	3698.74	7.88%
20% - 30%	1022.68	2.18%
30% o Mayor	770.97	1.64%
TOTAL	43732.64	**100%**

Tabla 20. Pendiente de la Red
Fuente: Propia

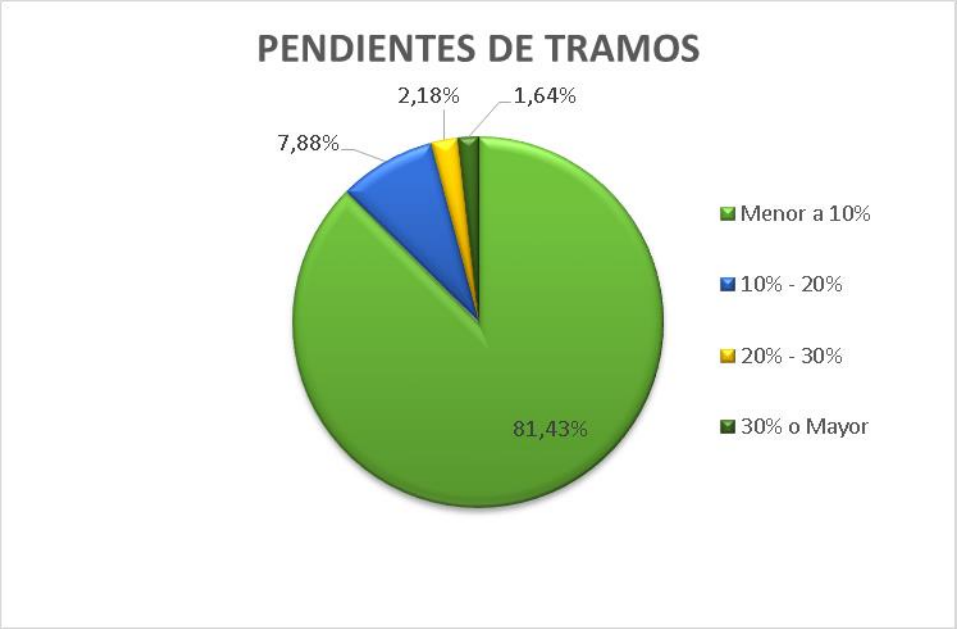


Figura 15. Pendientes de la Red
Fuente: Propia

4. CONCLUSIONES

Los levantamientos topográficos ejecutados en campo y el debido procesamiento realizado en oficina, nos permitió concluir que la Red de Alcantarillado de Mocoa está compuesta por una red sanitaria, una red pluvial y una red combinada, que contiene un total de 2255 elementos. Cuenta con una longitud total de 12.8207,42 m dividida de la siguiente forma: 43.134,97 m para la red sanitaria, 20.968,74 m para la red pluvial y 64.103,71 m para la red combinada.

La red de alcantarillado cuenta con elementos como lo son pozos, sumideros, puntos de conexión de tubería, descoles, encoles, cámaras y Box culvert, a los cuales se les realizó su respectivo catastro e inspección, permitiendo conocer el estado general de la red.

Se llegó a la conclusión que el 60.27% de los elementos se encuentran en buen estado, el 21.51% tienen sedimentos, el 7.01% están tapados, el 3.95% tienen basura, el 2.13% están represados, el 2.08% tienen escombros, el 1.86% están sellados, el 0.93% tienen infiltración y el 0.27% no fueron encontrados en campo.

Siendo así el mayor porcentaje de elementos que se encuentran en buen estado, se entiende que la mayor parte de la red funciona adecuadamente y que menos de la mitad de la misma, requiere mantenimiento.

Los trabajos de altimetría dejaron como resultado el trazado de 45 circuitos principales y 22 circuitos secundarios de nivelación.

En los circuitos principales se nivelaron: 386 pozos, 193 sumideros, 16 cajas, 21 descoles, 9 encoles, 29 tuberías y 40 box culvert, para un total de 694 elementos nivelados.

En los circuitos secundarios se nivelaron: 508 pozos, 247 sumideros, 41 cajas, 53 descoles, 18 encoles, 54 tuberías, 32 box culvert y 1 válvula, para un total de 954 elementos nivelados.

Los errores de cierre de los circuitos, estan dentro del rango permisible, siendo el más alto de -0.012 cm.

La calidad de los datos tomados en campo fue buena, porque cumplió con los rangos de errores permisibles, lo que brinda un porcentaje alto de confiabilidad al momento de concluir el diagnostico final de la red de alcantarillado del municipio de Mocoa.