



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE**

**DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERIA CIVIL**

**TEMA:**

**PROPUESTA METODOLOGICA DE CATASTRO EN INSPECCIONES DE  
SISTEMAS DE ALCANTARILLADO UTILIZANDO EQUIPOS DE CCTV**

**TUTOR:**

**MSC, ING. PABLO MARIO PAREDES RAMOS**

**AUTOR:**

**VILLAFUERTE ZAMBRANO LILIBETH MICHELLE**

**GUAYAQUIL**

**2022**



<b>REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>	
<b>26 DE ENERO 2022</b>	
<b>Propuesta metodológica de catastro en inspecciones de sistemas de alcantarillado utilizando equipos de cctv</b>	
<b>AUTORES:</b> Villafuerte Zambrano Lilibeth Michelle	<b>REVISORES O TUTORES:</b> Msc, Ing. Pablo Mario Paredes Ramos
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Terce Nivel
<b>FACULTAD:</b> Ingeniería, Industria Y Construcción	<b>CARRERA:</b> Ingeniería Civil
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2022	<b>N. DE PAGS:</b> 127
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción	
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Tecnología, Inspección, Alcantarillado, Catastro.	
<b>RESUMEN:</b> Desde que se implementó la tecnología de CCTV en Guayaquil, se pudo inspeccionar una longitud de 86450m de tubería hasta 2015. Sin embargo, en la actualidad se conoce que en las inspecciones televisiva aún existen ambigüedades en la información, ya que presenta deficiencia o dudas en el diagnostico al momento de realizar una inspección, determinado que la falla más frecuente es no detectar con exactitud la localización del daño, esto es debido a que no presenta una metodología de catastro estándar de calidad respecto a los criterios a considerar. Ante lo expuesto, el objetivo del presente trabajo	

permite mejorar la calidad de operación y mantenimiento de la red de alcantarillado con más facilidad y menos costo de la misma, ya que obtiene información precisa, confiable y vigente para la toma de decisiones en evaluación de proyectos. De acuerdo a la Norma NS-058 propuesta por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y herramientas de sistema como CADmapper y AutoCAD se obtuvo una base de datos para la elaboración del catastro técnico en sistemas de alcantarillado a intervenir. Esta metodología consiste en levantamiento y digitalización de los planos del catastro de redes de alcantarillado en un formato, a partir de la recopilación de datos obtenidos en campo de las condiciones actuales de las redes, necesaria para satisfacer la demanda de acciones preventivas y/o correctivas con el fin de garantizar el normal funcionamiento, reducir el impacto ambiental y social. Ante ello, se recomienda que este plan metodológico sea empleado en todo el sistema de alcantarillado a diagnosticarse, así como también a nivel de cuencas urbanas.

<b>N. DE REGISTRO</b> (en base de N.	<b>DE CLASIFICACIÓN: datos):</b>	
<b>DIRECCIÓN URL</b> (tesis en la web):		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b> Villafuerte Zambrano Lilibeth Michelle	<b>Teléfono:</b> 0997848448	<b>E-mail:</b> lvillafuerte@ulvr.edu.ec
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	MSc. Ing. Civil Alex Bolívar Salvatierra Espinoza <b>Teléfono:</b> 042 2596500 Ext. 241 <b>E-mail:</b> asalvatierra@ulvr.edu.ec	

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

tesis vilafuerte

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	6%	0%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://html.rincondelvago.com">html.rincondelvago.com</a> Fuente de Internet	2%
2	<a href="http://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
3	<a href="http://zietlow.com">zietlow.com</a> Fuente de Internet	<1%
4	<a href="http://www.netjet.es">www.netjet.es</a> Fuente de Internet	<1%
5	<a href="http://www.rd2044.org">www.rd2044.org</a> Fuente de Internet	<1%
6	<a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="http://www.slideserve.com">www.slideserve.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to uniminuto Trabajo del estudiante	<1%
9	<a href="http://repositorio.uasf.edu.pe">repositorio.uasf.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
10	<a href="http://www.redesma.org">www.redesma.org</a> Fuente de Internet	<1%
11	<a href="http://moam.info">moam.info</a> Fuente de Internet	<1%
12	<a href="http://pt.slideshare.net">pt.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1%



13	<b>bde.fin.ec</b> Fuente de Internet	<1 %
14	<b>www.asesoriasfinancieras.com</b> Fuente de Internet	<1 %
15	<b>www.car.gov.co</b> Fuente de Internet	<1 %
16	<b>dspace.uclv.edu.cu</b> Fuente de Internet	<1 %
17	<b>"Encyclopedic Dictionary of Landscape and Urban Planning", Springer Science and Business Media LLC, 2010</b> Publicación	<1 %
18	<b>Submitted to Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil</b> Trabajo del estudiante	<1 %
19	<b>issuu.com</b> Fuente de Internet	<1 %
20	<b>volleyballtribe.com</b> Fuente de Internet	<1 %
21	<b>dspace.uazuay.edu.ec</b> Fuente de Internet	<1 %
22	<b>posgeamb.unalmed.edu.co</b> Fuente de Internet	<1 %
23	<b>repositorio.ucsg.edu.ec</b> Fuente de Internet	<1 %
24	<b>accesorio1.blogspot.com</b> Fuente de Internet	<1 %
25	<b>dspace.utb.edu.ec</b> Fuente de Internet	<1 %
26	<b>Submitted to UNILIBRE</b> Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

El estudiante egresado VILLAFUERTE ZAMBRANO LILIBETH MICHELLE, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, PROPUESTA METODOLÓGICA DE CATASTRO EN INSPECCIONES DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO UTILIZANDO EQUIPOS DE CCTV, corresponde totalmente a él suscrito y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor:

Firma:



VILLAFUERTE ZAMBRANO LILIBETH MICHELLE

C.I. 0954628236

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación Propuesta metodológica de catastro en inspecciones de sistemas de alcantarillado utilizando equipos de cctv, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria Y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: Propuesta metodológica de catastro en inspecciones de sistemas de alcantarillado utilizando equipos de ctv, presentado por la estudiante Lilibeth Michelle Villafuerte Zambrano como requisito previo, para optar al Título de Ingeniera Civil, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



MSC, ING. PABLO MARIO PAREDES RAMOS

C.C. 0911828150

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a en primer lugar a DIOS por la hermosa familia que me ha dado, mis padres JOSE VILLAFUERTE Y JANET ZAMBRANO, mis abuelitos JOSÉ ZAMBRANO Y EMILIA BARZOLA, mi esposo JAIRON AYOVI quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. Y a mi hijo JADEN AYOVI, por ser esa luz y motor para no rendirme. Agradecida con mis hermanas JESLEY Y GIANELA, por brindándome todo su apoyo y por extender sus manos cuando más necesitaba y en momentos difíciles demostrarme el amor familiar que nos une. A mi tía IVON ZAMBRANO por su enseñanza y aprendizaje que recibí durante mi formación escolar.

Agradezco a los docentes de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al master Pablo Paredes tutor del proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a la empresa Sesingaqua S.A. por su valioso aporte en el proyecto de investigación.

Mi agradecimiento a todos, mi familia, mis amigos que de una u otra manera me brindaron su colaboración y se involucraron en cualquier ámbito de mi vida...

Lilibeth Michelle Villafuerte Zambrano



## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por ser mi guía espiritual en este largo camino, gracias a él superé los momentos difíciles y me levanté para culminar con éxito. “Todo lo podemos en Cristo que nos fortalece”. Filipenses 4:13

A mis abuelitos José y Emilia por su apoyo y contribución a lo largo de mi vida y mis estudios y sus llamadas que me reconfortaban en los momentos más difíciles.

Dedico este trabajo a mi mamá Janet con todo mi corazón mi tesis, pues sin ella no lo había logrado. Tu apoyo a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía.

A mi esposo Jairon, por darme su fortaleza y creer siempre en mí y decirme a diario que si podía lograrlo. Este logro también es tuyo.

A mi hijo Jaden mi mayor inspiración para convertirme en profesional.

Solo queda decirle que los amo demasiado y estoy orgullosa de tenerlos a mi lado y sobre todo la gran abuelita que me pudo tocar.

Lilibeth Michelle Villafuerte Zambrano

# ÍNDICE GENERAL

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
CERTIFICADO DE ANTIFLAGIO ACADEMICO.....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES.....	vi
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	viii
INTRODUCCION .....	1
CAPÍTULO I.....	2
1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema .....	3
1.4. Sistematización del problema.....	3
1.5. Objetivos de la investigación .....	3
1.5.1. Objetivos generales .....	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
1.6. Justificación.....	4
1.7. Delimitación del problema .....	5
1.8. Hipótesis.....	5
1.8.1. Variable independiente.....	5
1.8.2. Variable dependiente.....	5
1.9. Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	5
CAPÍTULO II .....	6
2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes .....	6
2.2. Marco conceptual .....	7
2.2.1. Alcantarillado .....	7
2.2.1.1 Importancia del alcantarillado.....	7

2.2.1.2 Tipos de alcantarillado.....	8
2.2.1.3 Componentes del sistema de alcantarillado.....	10
2.2.1.4 Tipos de fallas en tubería.....	12
2.2.1.5 Otros elementos.....	19
2.2.1.6 Característica de la red de A.A.SS.....	21
2.2.1.1 Característica y funcionamiento de sistema de alcantarillado.....	22
2.2.2. Inclusión del CCTV para inspecciones de tuberías.....	22
2.2.2.1 Implementación cctv Guayaquil.....	24
2.2.2.2 Inspección de tuberías con cámara cctv.....	27
2.2.2.3 Para qué se inspecciona las tuberías.....	27
2.2.2.4 Método de inspección mas habituales.....	29
2.2.2.5 Frecuencia de inspección.....	30
2.2.2.6 Elementos básicos de un sistema de inspección.....	31
2.2.2.7 Clasificaciónde cámaras de inspección.....	33
2.2.2.8 Tipos de cámaras de inspección.....	37
2.2.2.9 Beneficios de la inspección de tuberías con cámara cctv.....	40
2.2.3. Catastro.....	43
2.2.3.1 Importancia del catastro.....	43
2.2.3.2 Pautas de catastro.....	43
2.2.3.3 Informaciones obtenidas en inspecciones cctv.....	45
2.2.3.4 Referenciación con cinta.....	45
2.2.4. Mantenimiento.....	46
2.2.4.1 Mantenimiento preventivo.....	47
2.2.4.2 Mantenimineto correctivo.....	48
2.2.4.3 Medidas de conservación y limpieza.....	50
2.5. Marco legal.....	50
2.5.1. Fundamentación Legal.....	52
CAPÍTULO III.....	53
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.1. Metodología.....	53
3.2. Recopilación de datos.....	54
3.3. Fuentes Teóricas.....	54
3.4. Trabajo de Campo.....	55

3.4.1. Población y Muestra .....	56
3.5. Validez y confiabilidad.....	56
3.5.1. Validez.....	56
3.5.2. Confiabilidad .....	56
3.6. Análisis de resultados.....	57
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>60</b>
<b>4. PROPUESTA</b> .....	<b>60</b>
4.1. Desarrollo experimental.....	60
4.2. Procedimineto para inspección cctv .....	60
4.3. Diánostico de la red cámara k hacia cámara b2.....	64
4.4. Diánostico de la red cámara 2co hacia cámara 1c.....	82
4.5. Diánostico de la red cámara b5 hacia cámara b6.....	91
4.6. Plano Urdesa Sistema de AA.LL. – A2.....	99
4.7. Conclusiones.....	100
4.8. Recomendaciones .....	101
<b>Bibliografía</b> .....	<b>102</b>
<b>5. ANEXOS</b> .....	<b>107</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Línea de Investigación FIIC.....	5
Tabla 2. Característica topológica de la red .....	21
Tabla 3. Característica de los sistema movil cctv.....	42
Tabla 4. Técnicas de la investigación.....	53
Tabla 5. Metodología para trabajo en espacio confinado en inspecciones cctv.....	59
Tabla 6. Resumen de observaciones de inspección cctv cam k – cam b2.....	64
Tabla 7. Diagnostico de la red de cam k – cam b2.....	65
Tabla 8. Resumen de observaciones de inspección cctv cam 2co – cam 1c .....	82
Tabla 9. Diagnostico de la red de cam 2co – cam 1c .....	83
Tabla 10. Resumen de observaciones de inspección cctv cam b5 – cam b6.....	90
Tabla 11. Diagnostico de la red de cam b5 – cam b6.....	91

## ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Esquema de sistema de alcantarillado subterráneo.....	7
Ilustración 2: Sistema sanitario de aguas residuales.....	8
Ilustración 3. Sistema sanitario de aguas fluviales. ....	8
Ilustración 4. Red de alcantarillado . ....	9
Ilustración 5:Sistema sanitario de aguas residuales.....	10
<i>Ilustración 6.</i> Línea de tubería de sistema de alcantarillado.....	11
Ilustración 7:Tubería de pvc y hormigón armado.....	12
Ilustración 8:Obstrucción de roca en tubería.....	13
Ilustración 9: Infiltración en el interior de tubería . ....	13
Ilustración 10:Obstrucción de tubería, red clandestina . ....	14
Ilustración 11: Desplazamiento de tubería de hormigón armado . ....	14
Ilustración 12: Corrosión interna en tubería de hormigón armado.....	15
<i>Ilustración 13.</i> Desplazamiento de tubería de hormigón armado.....	15
Ilustración 14. Deflexión de tubería pvc.....	16
Ilustración 15. Tubería de pvc y hormigón armado.....	16
Ilustración 16. Fractura en tubería de hormigón armado.....	17
Ilustración 17. Colapso de tubería pvc.....	17
Ilustración 18: Colector sistema de aguas lluvias . ....	18
Ilustración 19: Pozos de revisión aguas residuales.....	18
Ilustración 20: Sistema de alcantarillado fluvial.....	19
Ilustración 21: Estación de bombeo.....	20
Ilustración 22: Historia cctv en tubería . ....	22
Ilustración 23: Inicio de cctv . ....	23
Ilustración 24 Cctv Guayaquil . ....	25
Ilustración 25. Cctv para inspección de tubería.....	26
Ilustración 26: Cctv para inspección de tubería.....	26
Ilustración 27: Robot rover x . ....	27
Ilustración 28. Croquis general de inspección de alcantarillado . ....	28
Ilustración 29. Inspección de alcantarillado equipos de cctv.....	29
Ilustración 30. Inspección de alcantarillado equipos de cctv . ....	30
Ilustración 31: Inspección de tuberías con cámara cctv . ....	32
Ilustración 32: Movimiento respecto al eje . ....	34
Ilustración 33: Cámaras oscilo - giratorias . ....	35
Ilustración 34: Inspección de tubería con cámara cctv.....	36
Ilustración 35: Inspección usando circuito cerrado de televisión con sistema estacionario.....	38
Ilustración 36: Inspección con cctv con sistema de empuje manual . ....	39
Ilustración 37: Robot con control remoto.....	40

Ilustración 38: Diagnóstico rapido del asunto .....	41
Ilustración 39: Catastro de sistema de alacantarillado .....	43
Ilustración 40: Levantamiento con cinta.....	46
Ilustración 41: Inspección de tubería con cámara de video .....	47
Ilustración 42: Mantenimiento preventivo.....	48
Ilustración 43: Mantenimiento correctivo.....	48
Ilustración 44: Mantenimiento correctivo.....	49
Ilustración 45: Ubicación georreferenciada del lugar para inspeccion .....	56
Ilustración 46: Señalización .....	59
Ilustración 47: Charla de espacio confinado.....	60
Ilustración 48: Medición de gases .....	60
Ilustración 49: Limpieza con hidroclean .....	61
Ilustración 50: Inspección con robot.....	61
Ilustración 51: Ingreso del robot a la tubería .....	62
Ilustración 52: Diagnóstico del sistema de A.A.L.L. haciendo uso del Robot Rovver x .....	62
Ilustración 53: Levantamiento catastral .....	63
Ilustración 54: Inspección Cam k - cam b2-0000 .....	64
Ilustración 55: Inspección Cam k- cam b2- 0001 .....	64
<i>Ilustración 56: Inspección cam k- cam b2- 0002.....</i>	65
Ilustración 57: Inspección cam k- cam b2- 0002.....	65
Ilustración 58: Inspección cam k- cam b2- 0003.....	65
<i>Ilustración 59: Inspección cam k- cam b2- 0004.....</i>	66
Ilustración 60: Inspección cam k- cam b2- 0005.....	66
Ilustración 61: Inspección cam k- cam b2- 0006.....	66
Ilustración 62: Inspección cam k- cam b2- 0007.....	68
Ilustración 63: Inspección cam k- cam b2- 0008.....	68
Ilustración 64: Inspección cam k- cam b2- 0009.....	68
Ilustración 65: Inspección cam k- cam b2- 0010.....	69
Ilustración 66: Inspección cam k- cam b2- 0011.....	69
Ilustración 67: Inspección cam k- cam b2- 0012.....	69
Ilustración 68: Inspección cam k- cam b2- 0013.....	70
Ilustración 69: Inspección cam k- cam b2- 0014.....	70
Ilustración 70: Inspección cam k- cam b2- 0015.....	70
Ilustración 71: Inspección cam k- cam b2- 0016.....	71
Ilustración 72: Inspección cam k- cam b2- 0017.....	71
Ilustración 73: Inspección cam k- cam b2- 0018.....	71
Ilustración 74: Inspección cam k- cam b2- 0019.....	72
Ilustración 75: Inspección cam k- cam b2- 0020.....	72
Ilustración 76: Inspección cam k- cam b2- 0021 .....	72

Ilustración 77: Inspección cam k- cam b2- 0022.....	73
Ilustración 78: Inspección cam k- cam b2- 0023.....	73
Ilustración 79: Inspección cam k- cam b2- 0024.....	73
Ilustración 80: Inspección cam k- cam b2- 0025.....	74
Ilustración 81: Inspección cam k- cam b2- 0026.....	74
Ilustración 82: Inspección cam k- cam b2- 0027.....	74
Ilustración 83: Inspección cam k- cam b2- 0028.....	75
Ilustración 84: Inspección cam k- cam b2- 0029.....	75
Ilustración 85: Inspección cam k- cam b2- 0030.....	75
Ilustración 86: Inspección cam k- cam b2- 0031.....	76
Ilustración 87: Inspección cam k- cam b2- 0032.....	76
Ilustración 88: Inspección cam k- cam b2- 0033.....	76
Ilustración 89: Inspección cam k- cam b2- 0034.....	77
Ilustración 90: Inspección cam k- cam b2- 0035.....	77
Ilustración 91: Inspección cam k- cam b2- 0036.....	77
Ilustración 92: Inspección cam k- cam b2- 0037.....	78
Ilustración 93: Inspección cam k- cam b2- 0038.....	78
Ilustración 94: Inspección cam k- cam b2- 0039.....	78
Ilustración 95: Catastro de operaciones cm k - cam b2 - 001.....	79
Ilustración 96: Catastro de operaciones cm k - cam b2 - 002.....	80
Ilustración 97: Catastro de operaciones cm k - cam b2 - 002.1.....	81
Ilustración 98: Inspección cam 2co - cam 1c- 0000.....	84
Ilustración 99: Inspección cam 2co - cam 1c- 0001.....	84
Ilustración 100: Inspección cam 2co - cam 1c- 0002.....	84
Ilustración 101: Inspección cam 2co - cam 1c- 0003.....	84
Ilustración 102: Inspección cam 2co - cam 1c- 0004.....	84
Ilustración 103: Inspección cam 2co - cam 1c- 0005.....	85
Ilustración 104: Inspección cam 2co - cam 1c- 0006.....	85
Ilustración 105: Inspección cam 2co - cam 1c- 0007.....	85
Ilustración 106: Inspección cam 2co - cam 1c- 0008.....	86
Ilustración 107: Inspección cam 2co - cam 1c- 0009.....	86
Ilustración 108: Inspección cam 2co - cam 1c- 0010.....	86
Ilustración 109: Inspección cam 2co - cam 1c- 0011.....	87
Ilustración 110: Inspección cam 2co - cam 1c- 0012.....	87
Ilustración 111: Catastro de operaciones cam 2co - cam 1c - 001.....	88
Ilustración 112: Catastro de operaciones cam 2co - cam 1c - 002.....	89
Ilustración 113: Inspección cam b5 - cam b6- 0000.....	91
Ilustración 114: Inspección cam b5 - cam b6- 0001.....	91
Ilustración 115: Inspección cam b5 - cam b6- 0002.....	92



Ilustración 116: Inspección cam b5 - cam b6- 0003.....	92
Ilustración 117: Inspección cam b5 - cam b6- 0004.....	92
Ilustración 118: Inspección cam b5 - cam b6- 0005.....	93
Ilustración 119: Inspección cam b5 - cam b6- 0006.....	93
Ilustración 120: Inspección cam b5 - cam b6 -0007.....	93
Ilustración 121: Inspección cam b5 - cam b6 -0008.....	94
Ilustración 122: Inspección cam b5 - cam b6 -0009.....	94
Ilustración 123: Inspección cam b5 - cam b6 -0010.....	94
Ilustración 124: Inspección cam b5 - cam b6 -0011.....	95
Ilustración 125: Inspección cam b5 - cam b6 -0012.....	95
Ilustración 126: Inspección cam b5 - cam b6 -0013.....	95
Ilustración 127: Inspección cam b5 - cam b6 -0014.....	96
Ilustración 128: Inspección cam b5 - cam b6 -0015.....	96
Ilustración 129: Catastro de operaciones b5 - cam b6- 001 .....	97
Ilustración 130: Catastro de operaciones b5 - cam b6- 002 .....	98
Ilustración 131: Implantación General sistema AA.LL. Urdesa Central .....	99

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato ficha de resumen inspecciones cctv .....	105
Anexo 2. Formato catastro para inspección cctv en de tubería– Implantación general.....	106
Anexo 3. Formato catastro para inspección cctv de tubería– Daños de tubería.....	107

## INTRODUCCION

Un sistema de alcantarillado se define como el conjunto de conductos y estructuras cuyo propósito es la captación, el transporte y la disposición de aguas residuales o aguas lluvias. Por lo consiguiente, las redes pueden presentar una gran variedad de defectos de naturaleza estructural como: gases tóxicos, nivel freático, exceso de carga o mala calidad del suelo, que podrían alterar su tiempo de vida útil.

Ante la aparición de problemas en la red de saneamiento, las tuberías de alcantarillado deben ser inspeccionadas periódicamente para conocer su estado y detectar posibles fallos que pueda solucionarse a tiempo.

Cabe recalcar, en el año 2007, en el Ecuador se incorporó la tecnología de Circuito Cerrado de Televisión para mejorar los procesos de inspecciones en tuberías de alcantarillado, siendo el equipo que se sigue usando comúnmente. (Gonzalez, 2018).

Sin embargo, estas inspecciones no son muy eficientemente antes los resultados, ya que no posee un catastro estándar de calidad dónde se pueda de determinar la solución más óptima para su renovación o solución.

En énfasis, el presente trabajo de investigación, permite estandarizar procesos y procedimientos técnicos en la rama de ingeniería civil, que sirven al profesional y/o empresas dedicados a estos tipos de operaciones contar con una metodología de catastro en inspecciones televisivas; siendo una herramienta útil y eficaz para mantenimiento de alcantarillado.

# **CAPÍTULO I**

## **1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Tema**

Propuesta metodológica de catastro en inspecciones de sistemas de alcantarillado utilizando equipos de Cctv.

### **1.2. Planteamiento del problema**

La inspección de alcantarillado y redes de saneamiento con cámara de circuito cerrado televisivo (CCTV), permite conocer el estado de las tuberías y conductos sin necesidad de realizar zanja. Desde que se implementó la tecnología de CCTV en Guayaquil, se pudo inspeccionar una longitud de 86450m de tubería hasta 2015. (Interagua, 2016)

Sin embargo, en la actualidad se conoce que en las inspecciones televisivas presentan deficiencia de información, dudas en el diagnóstico, ambigüedades en la ubicación de daño que suelen ser ocasionados por obstrucciones, atascos, en tuberías viejas por grietas o por raíces que las penetran, lo cual genera problemas en la toma de decisiones o gastos innecesarios abriendo zanjas, levantando el pavimento para hallar el problema dentro de la tubería por una incorrecta información, ocasionado inconvenientes técnicos, ambientales y resultados económicos no favorables para el cliente o contratista.

Por ello, la metodología de catastro en inspecciones televisivas permite identificar los problemas con precisión y exactitud, y gracias a estos resultados se podrán tomar decisiones acertadas a cerca de la solución que se debe aplicar.

### **1.3. Formulación del problema**

¿La metodología de catastro en inspecciones televisivas permitirá localizar con exactitud los daños que pueda presentar la red para su posterior mantenimiento?

### **1.4. Sistematización del problema**

- ¿De qué manera se identificará los problemas con precisión?
- ¿Evitará costes innecesarios relacionados con el diagnóstico incorrecto?
- ¿Ayudará a la optimización de recursos?

### **1.5. Objetivos de la investigación**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Elaborar una metodología de catastro en inspecciones televisivas, mediante un formato de registro catastral eficiente y confiable para diagnosticar con precisión y rapidez los daños que presenta las redes de alcantarillado y así minimizar gasto innecesario, reducir el impacto ambiental y social que esto genera.

#### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Inspeccionar tres tramos de las redes de alcantarillado ubicado en la calle Urdesa.
- Levantar en campo la información catastral del sistema en los lugares intervenidos.
- Realizar los formatos de registro catastral cumpliendo con las normas y especificaciones técnicas establecidas para sistema de alcantarillado.

## 1.6. Justificación

Contar con una metodología para tener un punto de partida cuando se requiera dar solución a los problemas de Alcantarillado que se presenta en el día a día en los proyectos a intervenir constituye uno de los requisitos fundamentales para realizar una eficiente operación y mantenimiento de sistema Sanitario.

Ante ello el catastro de redes de alcantarillado tiene su aporte en:

- Técnico-económico: Permite conocer con exactitud los daños internos y/o externo del sistema, evitando coste innecesario al momento de romper aceras y calles para localizar obstrucciones o fugas por un correcto diagnóstico. De esta manera se obtendrá mejores resultados en la toma de decisiones, y así priorizar las inversiones y recursos.
- Social: Proporciona gran aporte para las empresas pública en el Ecuador que operan estos tipos de servicios, ya que se obtiene información veraz sobre la situación del sistema, esto facilita la planificación a corto o largo plazo para su mantenimiento o rehabilitación y así mejora notablemente los niveles de calidad de vida a la ciudadanía por problemas de insalubridad y malos olores de aguas residuales.
- Ambiental: Contribuyendo a mejorar las condiciones higiénicas, de salud y la preservación de los recursos naturales, debido a que cuando el problema es más severo se solucione inmediatamente de esta manera mitigando impactos ambientales.
- Académico: Contribuye almacenar información valiosa para un uso futuro de proyectos en lo que se refiere a levantamiento Catastral en la rama de la ingeniería civil.

### 1.7. Delimitación del problema

<b>Campo:</b>	Educación superior. Tercer nivel
<b>Área:</b>	Ingeniería Civil
<b>Aspecto:</b>	Investigación exploratoria
<b>Tema:</b>	Propuesta metodológica de catastro en inspecciones de sistemas de alcantarillado utilizando equipos de CCTV.
<b>Delimitación espacial:</b>	Guayaquil- Ecuador
<b>Delimitación temporal:</b>	6 meses.

### 1.8. Hipótesis

La metodológica de catastro mediante una radiografía integral y actualizada de su estado en una base de datos permitirá determinar la ubicación exacta y referenciada de cada uno de las fallas que presenta el sistema evitando costo innecesario.

#### 1.8.1. Variable independiente

Utilización de equipos de CCTV.

#### 1.8.2. Variable dependiente

Sistema de Alcantarillado.

### 1.9. Línea de Investigación Institucional/Facultad.

**Tabla 1** - *Línea de Investigación Institucional/Facultad*

Dominio	Línea de investigación institucional	Sub línea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Materiales de construcción

Fuente: (ULVR, 2020)

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

El alcantarillado más antiguo del que se tiene constancia histórica es el construido en la ciudad sumeria de Nippurn, en Mesopotamia, sobre el año 3750 a. C. Posteriormente en Asia Menor y Oriente Próximo se utilizaron conductos cerámicos como es el caso de Creta en el año 1700 a. C. (Magazine, 2017)

Los sistemas de alcantarillado a lo largo de su vida útil, van sufriendo daños y deterioros. Dentro de estos problemas se encuentran típicamente fisuras, asentamientos, intrusión de raíces, conexiones cruzadas y sedimentos de distintos tamaños que se acumulan generando obstrucciones al flujo a través de las tuberías. (Viejo, 2016)

La historia del CCTV comienza en 1942, cuando el científico alemán Walter Bruch crea el primer equipo de video vigilancia, con el objetivo de ser usado en guerras, y monitorear los lanzamientos de misiles desde un sitio seguro. Con el pasar los años, la tecnología fue implementándose para otras áreas, desde inspecciones al espacio por parte de la NASA hasta ser usado en monitorear la seguridad de la reina de Inglaterra. (Correa, 2017).

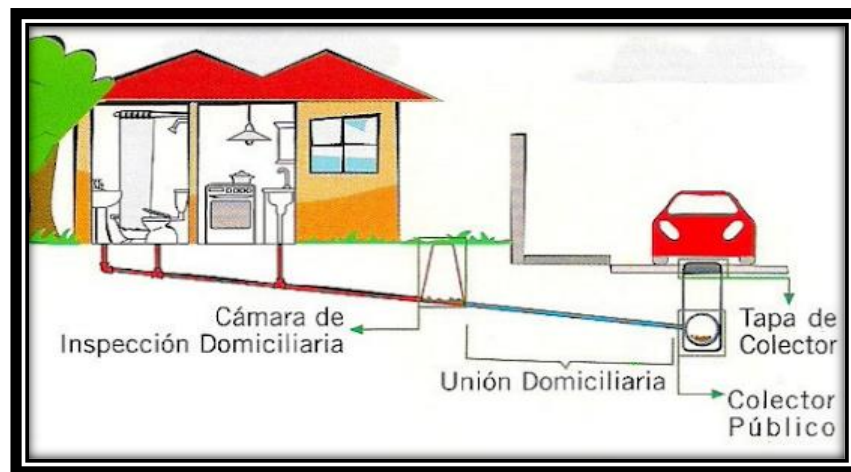
Hasta principios de 1970, las fallas en redes de alcantarillado solo se percibían cuando se presentaban grandes bloqueos o derrumbes que afectaban el funcionamiento normal del sistema. En la actualidad se cuenta con cámaras de TV para inspección, robots y diferentes técnicas de reparación que hacen mucho más fácil el diagnóstico del estado de la tubería antes de que se presenten las averías en la red. (Serna, 2016)



## 2.2 Marco conceptual

### 2.2.1 Alcantarillado

Se le conoce alcantarillado o red de alcantarillado al conjunto de estructuras y tuberías que se usan para recolectar y transportar aguas residuales y pluviales de una población, desde el lugar en que se genera hasta el sitio en donde se vierten. Es el servicio de recolección de residuos, principalmente líquidos por medio de tuberías y conductos, evacuando aguas residuales o de lluvia. Sus actividades complementarias son el transporte, tratamiento y disposición final de residuos.



**Figura 1.** Esquema de Sistema Alcantarillado subterráneo  
**Elaborado por:** Villafuerte, L. (2022)

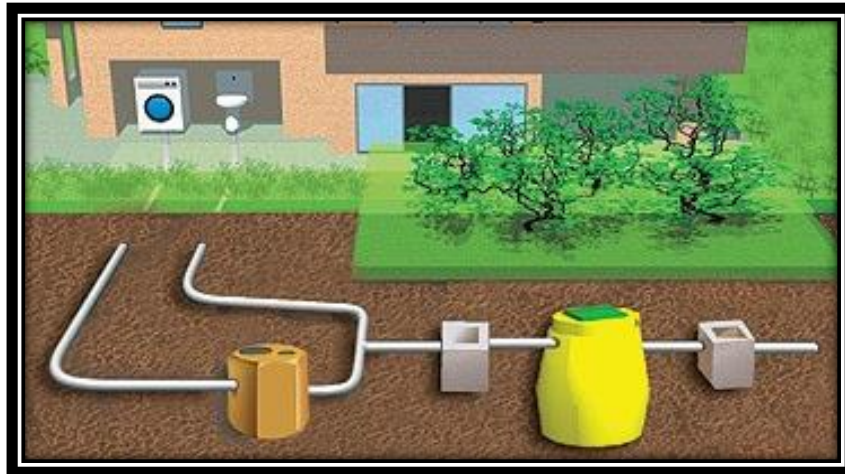
#### 2.2.1.1 Importancia del alcantarillado

Su principal función y su objetivo es la conducción de aguas residuales y pluviales hasta sitios donde no provoquen daños. Está constituido por una red de conductos e instalaciones complementarias que permiten la operación, mantenimiento y reparación del mismo. De ese modo se impide la generación y propagación de enfermedades relacionadas con aguas contaminadas. Sirve para desalojar el agua de lluvia para evitar inundaciones de viviendas, negocios, industrias, etc., así como de deshacerse de aguas de aseo u consumo.

### 2.2.1.2 Tipos de alcantarillado

Dentro de las redes que componen el alcantarillado de una ciudad podemos encontrar:

- **Alcantarillado Sanitario:** En el conjunto de conductos, estructuras, instalaciones, equipos y elementos destinados a coleccionar, transportar o elevar por bombeo aguas residuales y otros residuos líquidos para disponerlo adecuadamente y de manera segura. (Suaz, 2016)



*Figura 2.* Sistema Sanitario de aguas residuales.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

- **Alcantarillado Fluvial:** Diseñado para la recolección, transporte y evacuación del agua de escorrentía superficial producto de la precipitación.

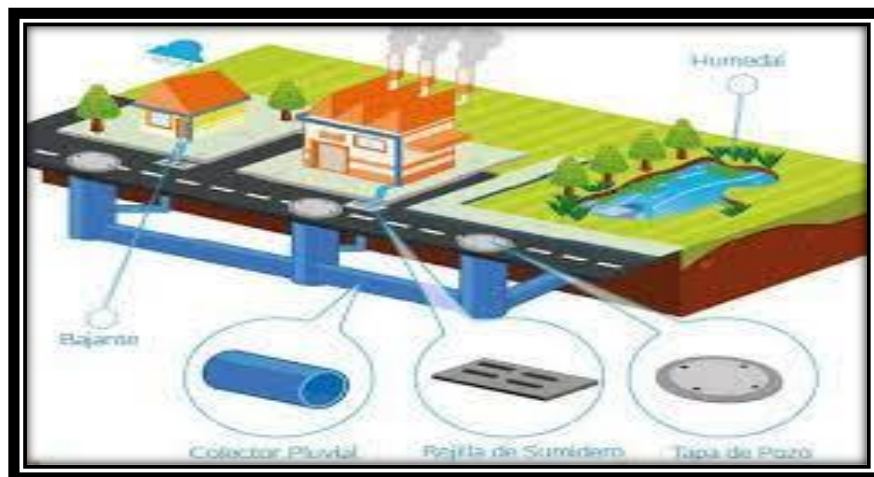


*Figura 3.* Sistema Sanitario de aguas fluviales.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Se emplean para transportar y desalojar las aguas de lluvia desde los diferentes sumideros, que son los puntos donde se reciben, hasta el sitio de descarga, evitan daños, como posibles inundaciones en zonas urbanas. Son importantes en zonas en donde hay altas precipitaciones y superficies con poca permeabilidad, por ejemplo, concreto o pavimento. (Lopez, 2018).

### **Diseño de redes de alcantarillado pluvial:**

El diseño de la red abarca en forma general, la determinación de la geometría de la red, incluyendo el perfil y trazo en planta, los cálculos de diámetro y pendientes de cada tramo y la magnitud de las caídas necesarias en los pozos. (Mendez, 2021).



*Figura 4.* Red de alcantarillado pluvial.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

La definición de la geometría de la red se inicia con la ubicación de los posibles sitios de vertido y el trazo de colectores y atarjeas. Para ello, se siguen normas de carácter práctico, basándose en la topografía de la zona y el trazo urbano de la localidad. Se aplican las reglas siguientes:

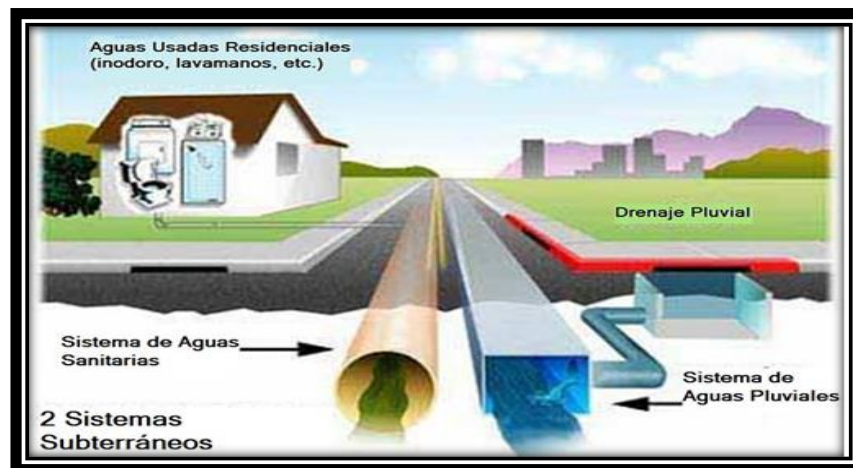
1) Los colectores de mayor diámetro se ubican en las calles más bajas para facilitar el drenaje de las zonas altas con atarjeas o colectores de menor diámetro.

2) El trazo de los colectores y las atarjeas se ubica sobre el eje central de las calles, evitando su cruce con edificaciones. Su trazo debe ser lo más recto posible procurando que no existan curvas. Cuando la calle sea amplia, se pueden disponer dos atarjeas, una a cada lado.

3) La red de alcantarillado debe trazarse buscando el camino más corto al sitio de vertido.

4) Las conducciones serán por gravedad. Se tratará de evitar las conducciones con bombeo. Durante el diseño se lleva a cabo el cálculo del funcionamiento hidráulico del conjunto de tuberías a fin de revisar que los diámetros y pendientes propuestos sean suficientes para conducir el gasto de diseño de cada tramo. (Sánchez, 2020)

- **Combinado:** Diseña para la recolección, transporte y evacuación tanto de aguas residuales domésticas como aguas lluvias y en ciertos casos aguas residuales industriales. La principal ventaja de este sistema en relación con los anteriores es que tiene autodepuración, es decir que se lavan cuando llueve. (Suaz, 2016)



*Figura 5.* Sistema Sanitario de aguas residuales.  
*Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

### 2.2.1.3 Componentes de sistemas de alcantarillado.

Está conformado por varios elementos, los cuales en conjunto permiten cumplir con el objetivo para el cual fue diseñado el sistema. Entre los elementos de alcantarillado están:

- **Tuberías:** Corresponden a las estructuras diseñadas con el objetivo del transporte de un fluido, en este caso aguas residuales. (Morales, 2016)

La tubería de alcantarillado se compone de dos o más tubos acoplados mediante un sistema de unión, el cual permite la conducción de las aguas negras. En la selección del material intervienen diversas características tales como: hermeticidad, resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, facilidad de manejo e instalación, flexibilidad y facilidad de mantenimiento y reparación. Las tuberías para alcantarillado sanitario se fabrican de diversos materiales, siéndolos más utilizados: concreto simple (CS), concreto reforzado (CR), fibrocemento (FC), plástico poli (cloruro de vinilo) (PVC) y polietileno de alta densidad (PEAD) así como acero. En los sistemas de alcantarillado sanitario a presión se pueden utilizar diversos tipos de tuberías para conducción de agua potable.

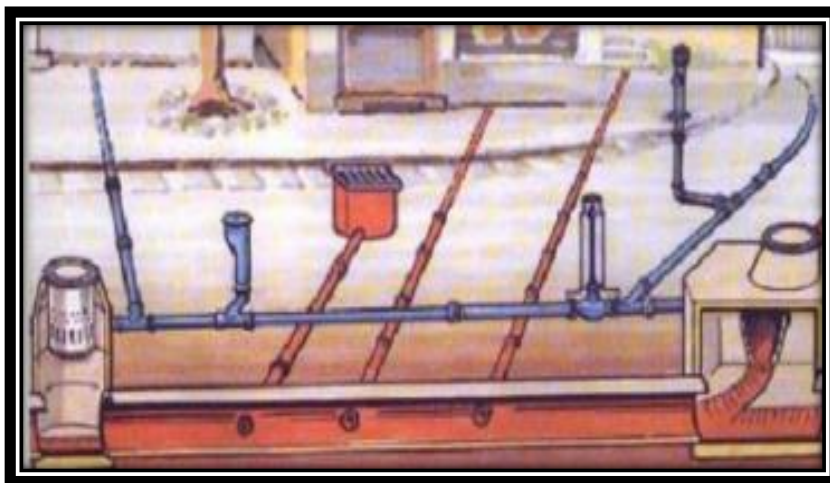


**Figura 6.** Línea de Tubería de Sistema de Alcantarillado.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Tuberías de concreto simple (CS) y reforzado (CR) con junta hermética. Las tuberías de concreto simple con junta hermética, se fabrican de acuerdo con las especificaciones de las normas mexicanas NMX-C-401-1996-0NNCCE, en donde se detalla la calidad de los materiales. Las características principales de estos tipos de tuberías son las siguientes.

a) Los tubos de concreto simple se fabrican en diámetros de 10,15, 20, 25, 30, 38, 45 y 60 cm, con campana y espiga y tienen una longitud útil variable de acuerdo al diámetro.

b) Los tubos de concreto reforzado se fabrican en diámetros de 30, 38,45, 61, 76,91, 107, 122, 152, 183, 213, 244 y 305 cm. La longitud útil de un tubo de concreto reforzado es variable de acuerdo a su diámetro. Los tubos de concreto armado se fabrican en cuatro tipos de grados y cada uno de ellos con tres espesores de pared. Las uniones usadas en las tuberías de concreto reforzado son del tipo espiga campana con junta hermética para diámetros hasta 61 cm. En diámetros de 45 a 305cm se utilizan juntas espiga - caja con junta hermética.



**Figura 7.** Tubería de pvc y hormigón armado.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

#### **2.2.1.4 Tipos de fallas en tuberías de alcantarillado sanitario**

Las tuberías de alcantarillado sanitario están expuestas a ciertos factores externos como gases tóxicos, nivel freático, exceso de carga o mala calidad del suelo, que podrían alterar o atenuar su tiempo de vida útil. Por tal motivo, es importante la implementación de planes de mantenimiento preventivo y de rehabilitación, con el fin de conocer el estado en el que se encuentra las redes, y así solucionar posibles fallas leves que con el transcurso de los años podrían empeorar e incluso llegar a un colapso, siendo la falla más crítica. Cabe destacar que existen tipos de falla como se muestra a continuación.

**Fallas Hidráulicas:** Las fallas hidráulicas son las que podrían alterar el funcionamiento operativo del sistema, es decir aumentar o disminuir el caudal para el cual fue diseñado. (Luna C. , 2015). Dentro de las fallas más comunes que suelen encontrarse, están:

**Obstrucciones:** son causadas por atascamiento o sedimentación de algún objeto en el interior de la tubería, impidiendo el paso de las aguas residuales. Los causantes de dichas fallas suelen ser por: rocas, vidrios, grasas, plásticos y raíces.



**Figura 8.** Obstrucción de Roca en tubería  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

**Infiltraciones:** Causadas por desprendimiento de los sellos en las juntas o grietas a lo largo del cuerpo del tubo. Es preocupante en ciudades situadas cerca de cuerpos de agua y este muy cerca de la superficie nivel freático, debido que podría aumentar el caudal.



*Figura 9.* Infiltración en el interior de tubería.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

**Conexiones erradas/clandestinas:** cuando el sistema de alcantarillado sanitario es separado del pluvial, es importante considerar que están diseñados para dicho caudal netamente de agua residuales. Es común, ver en algunas ciudades que existan conexiones ilegales de aguas lluvias conectadas al sistema de alcantarillado sanitario, provocando un aumento del caudal.



*Figura 10.* Obstrucción en tubería , red clandestina.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



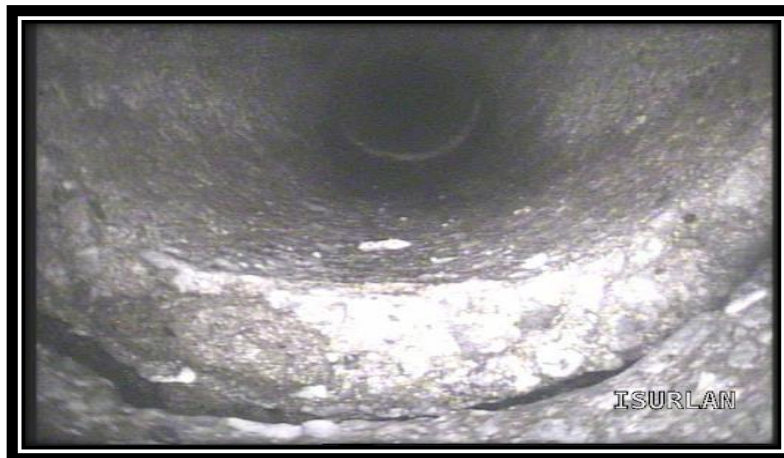
**Pérdida de capacidad:** Ocurre en tramos donde el fluido circula a una baja velocidad, debido a una pendiente mínima. Adicionalmente, cuando las arenas u otros objetos se sedimentan disminuyen la velocidad, perjudicando el buen funcionamiento del sistema.



*Figura 11.* Desplazamiento de tubería de hormigón armado.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

**Fallas Estructurales:** Son las que podrían atenuar el soporte o armazón del sistema, que al no localizarlas a tiempo podrían desencadenar en un colapso. (Hernandez, 2017).

**Corrosión interna:** Se producen debido al contacto de las paredes internas del tubo con los gases tóxicos producidos de las aguas residuales. Se presentan con manchas marrones y desprendimiento del material, siendo crítico en las tuberías de hormigón armado.



*Figura 12.* Corrosión interna en tubería de hormigón armado.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

**Desacople de juntas:** Se trata del desplazamiento entre las juntas de tuberías, una en relación a la otra.



**Figura 13.** Desplazamiento de tubería de hormigón armado.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

**Deflexiones:** Se presentan deformaciones de manera vertical u horizontal a lo largo del cuerpo del tubo, perdiendo su forma.



**Figura 14.** Deflexión de tubería de PVC.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

**Grietas:** Son comunes en las tuberías de alcantarillado debido a exceso de cargas externas. Pueden provocarse de manera longitudinal o transversal, y se presentan como una línea que supera el 40% del espesor del tubo.



*Figura 15.* Tubería de pvc y hormigón armado.  
Elaborado por: Villafuerte Lilibeth, 2022.

**Fracturas:** Cuando la grieta no se la localiza a tiempo podría provocar fallas más graves como las fracturas, que son separaciones en forma de líneas que superan en su totalidad el espesor del tubo.



*Figura 16.* Fractura en tubería de hormigón armado..  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

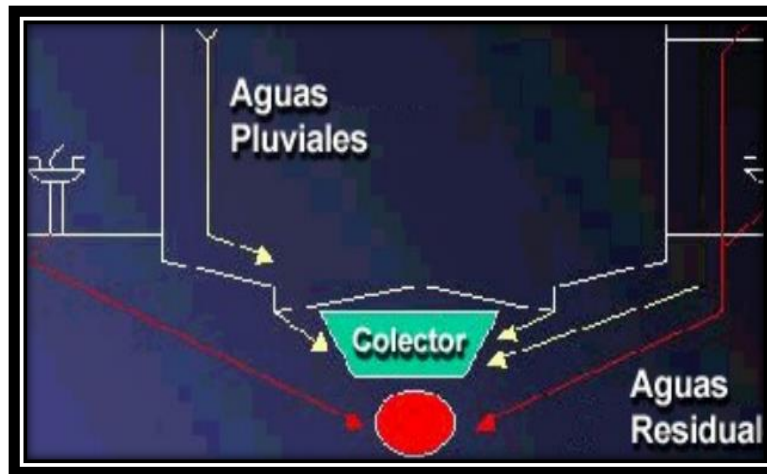
**Colapso:** Destrucción total de la tubería. Requiere reemplazo de carácter obligatorio. Presión a la cual una tubería, o recipiente, se deformaría de manera catastrófica como resultado de la presión diferencial que actúa desde fuera hacia dentro del recipiente o tubería.



*Figura 17.* Colapso de tubería PVC.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

### **Clasificación de tuberías**

- Conexiones domiciliarias: Tuberías que conducen las aguas residuales de los domicilios hacia la red pública de alcantarillado. (Morales, 2016)
- Red secundaria: Red que reciben las conexiones domiciliarias y se conectan a la red primaria. (Morales, 2016)
- Red primaria: Tramos de la red que reciben las tuberías que conforman la red secundaria y se conectan al colector principal. (Morales, 2016)
- Colector principal: Conjunto de conductos o tuberías que recogen las aguas de la red primaria y la transportan hacia el tratamiento o la descarga. (Morales, 2016).



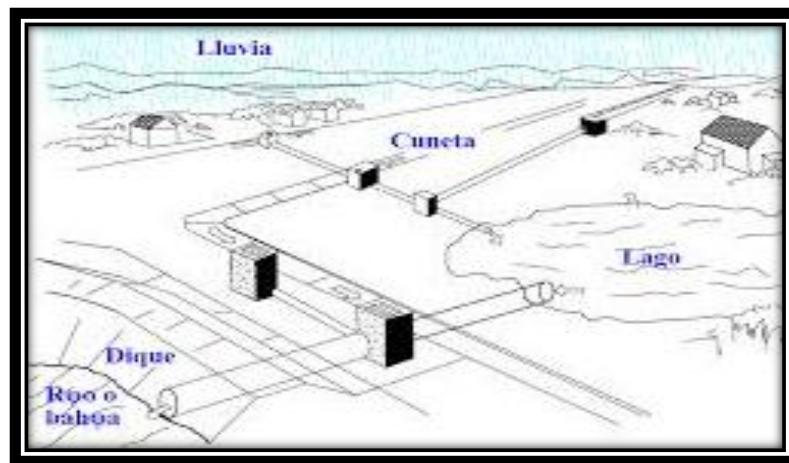
*Figura 18.* Colector sistema de Aguas Lluvias  
 Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

- **Aliviadero o separador de caudales:** Es una estructura de separación diseñada con el propósito de derivar el caudal que excede la capacidad del sistema. (Morales, 2016)
- **Pozo de inspección:** estructura vertical construida con el propósito de unir varios colectores. Estas estructuras permiten los cambios de dirección y pendiente, así como la ventilación del sistema y el acceso del personal de mantenimiento. (Morales, 2016)



*Figura 19.* Pozos de revisión aguas residuales.  
 Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

- **Sumideros:** Corresponden a las estructuras dispuestas a los costados de la calzada cuya función es la captación de las aguas de escorrentía y conducir las a los pozos de la red de alcantarillado. (Morales, 2016)
- **Cunetas.** Las cunetas recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes. (Muñoz, 2017)
- **Drenaje.** Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, los terrenos o las excavaciones. (Muñoz, 2017)



*Figura 20.* Sistema de alcantarillado fluvial  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

- **Interceptor:** Es un colector dispuesto paralelamente a un río o quebrada evitando que las aguas residuales lleguen al mismo. (Morales, 2016)
- **Emisario final:** es el colector que conduce las aguas residuales de la red primaria a la descarga. (Morales, 2016)

#### 2.2.1.5 Otros elementos complementarios

Las cunetas, rigolas y caces, que recogen y concentran las aguas pluviales de las vías y de los terrenos colindantes; Los imbornales, tragantes o sumideros, que son las estructuras

destinadas a recolectar el agua pluvial y de baldeo del viario; los pozos de inspección, cámaras verticales que permiten el acceso a las alcantarillas y colectores, facilita su mantenimiento.

Y en ocasiones son necesarias otras estructuras más importantes:

**Estaciones de bombeo:** Como la red de alcantarillado trabaja por gravedad, para funcionar correctamente las tuberías deben tener una cierta pendiente, calculada para garantizar al agua una velocidad mínima que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. En ciudades con topografía plana, los colectores pueden llegar a tener profundidades superiores a 4 - 6 m, lo que hace difícil y costosa su construcción y complicado su mantenimiento. En estos casos puede ser conveniente intercalar en la red estaciones de bombeo, que permiten elevar el agua servida a una cota próxima a la cota de la vía.



*Figura 21. Estación de bombeo  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

**Líneas de impulsión:** tubería en presión que se inicia en una estación de bombeo y se concluye en otro colector o en la estación de tratamiento.

**Depósitos de retención o también pozos o tanques de retención:** estructuras de almacenamiento que se utilizan en ciertos casos donde es necesario laminar las avenidas producidas por grandes tormentas, allí donde no son raras (depósitos, tanques o pozos de

laminación, o arcas de expansión); y donde es necesario retener un cierto volumen inicial de las lluvias para reducir la contaminación del medio receptor (depósitos, tanques o pozos de tormentas).

### 2.2.1.6 Características de la red de AA.SS.

El sistema de redes de alcantarillado sanitario se compone de diferentes tipos de conducción en los cuales sus respectivos diámetros pueden variar de la siguiente manera:

**Tabla 2** - Características topológicas de la red

<i>RED</i>	<i>% Red</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Pulgadas</i>
<i>Ramales domiciliarias</i>	87%	150 hasta 200	6 - 8
<i>Colectores secundarios</i>	6%	150 hasta 400	6 - 16
<i>Colectores matrices</i>	3%	450 hasta 240	18 - 60
<i>Tirantes</i>	4%	150 hasta 300	6 - 12

*Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

La edad promedio de la red es de unos 30 a 50 años. Existe un predominio de materiales:

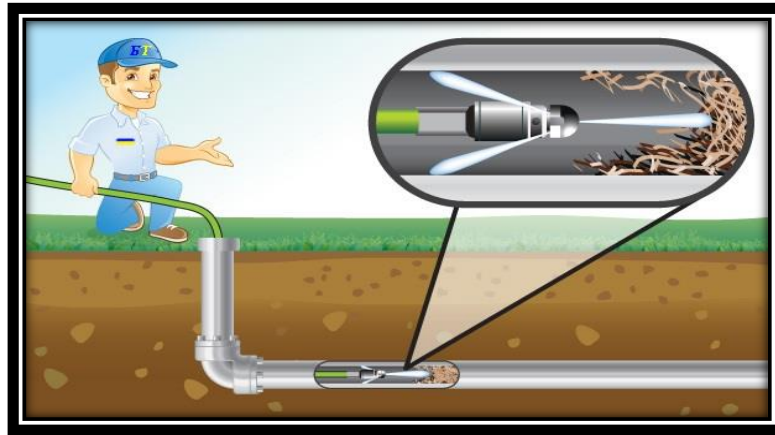
Hormigón Simple (26% de la red), PVC (20% de la red).

Los materiales de la red existente son en su gran mayoría hormigón –simple y armado, y en un menor grado tuberías plásticas, las cuales se vienen utilizando mayormente en las últimas décadas. Se han encontrado evidencias de ductos construidos con bloques y mortero en la parte más antigua de la ciudad, pero no se encuentran operativos.



### 2.2.1.6 Características y funcionamiento de sistemas de alcantarillado.

Algunas obras de ingeniería civil específicamente las estructuras hidráulicas funcionan mediante la aplicación de conceptos y principios de la mecánica de fluidos, lo que se conoce como hidráulica. Entre estas obras hidráulicas se encuentran las redes de alcantarillado, las cuales son estructuras que trabajan a flujo libre. (Morales, 2016)



*Figura 22. Historia CCTV en tubería  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

- **Pendiente:** Es la relación entre la variación de las distancias horizontal y vertical utilizada para definir la inclinación de una superficie. En el caso de flujos libres esta propiedad es importante ya que, a mayor inclinación del conducto, mayor será la acción de la fuerza de la gravedad para el movimiento de fluido. (Morales, 2016)
- **Rugosidad:** Es una propiedad del conducto por el que transita el fluido y depende principalmente del material del cual está hecho dicho conducto. Es una característica importante del comportamiento hidráulico ya que la fricción entre el fluido y el conducto depende de ésta, lo que a su vez incidirá en las pérdidas de energía. (Morales, 2016)

### **2.2.2 Inclusión del CCTV para inspecciones de tuberías**

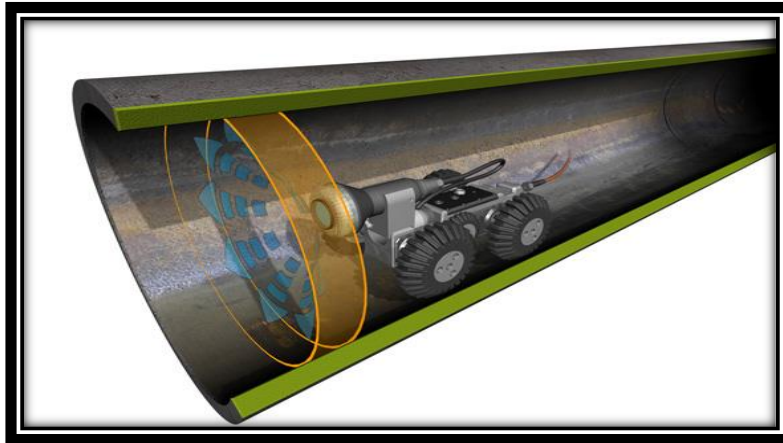
La historia del CCTV comienza en 1942, cuando el científico alemán Walter Bruch crea el primer equipo de video vigilancia, con el objetivo de ser usado en guerras, y monitorear los lanzamientos de misiles desde un sitio seguro.

Con el pasar los años, la tecnología fue implementándose para otras áreas, desde inspecciones al espacio por parte de la NASA hasta ser usado en monitorear la seguridad de la reina de Inglaterra (Correa, 2017). Sus siglas CCTV hacen referencia al sistema de Circuito Cerrado de Televisión, que consisten en observar imágenes y videos a través de cámaras, donde dichas imágenes son proyectadas directamente al computador o monitor del operador. (Controls, 2015) Se diferencia de las señales de televisión abiertas, debido que las imágenes transmitidas por la tecnología de CCTV solo pueden ser vistas por las personas autorizadas. (Castillo, 2017)

En 1960, en Inglaterra se decide implementar la tecnología CCTV para realizar inspecciones en tuberías de alcantarillado por primera vez. El uso de esta tecnología surgió debido a la necesidad de conocer el estado de las tuberías, lo cual requerían de un equipo confiable para realizar mantenimientos rutinarios a sus redes subterráneas, y así poder observar el estado interior de las tuberías. Desde entonces, este método se ha convertido en una herramienta importante para la renovación y rehabilitación de las redes, debido que permite mayor seguridad y facilidad de inspeccionar tuberías de diámetros pequeños donde al hombre le resulta difícil acceder. (Castillo, 2017)

Anteriormente, la metodología empleada para localizar fallas en las redes de alcantarillado eran las inspecciones a cielo abierto, que consistía en excavar una zanja a lo largo de la tubería para observar su estado, y analizar si existía una falla para proceder a renovar o repararla, lo cual derivaba en mayor mano de obra y tiempo. (Castillo, 2017)

Por otro lado, el uso del equipo de Circuito Cerrado de Televisión ofrece optimización en todo el proceso, debido que simplemente se necesita introducir el equipo en la tubería a través de los pozos de inspección, sin necesidad de excavar en la superficie, siendo importante limpiar la tubería previa a realizarse la inspección. (Emapag, 2016)

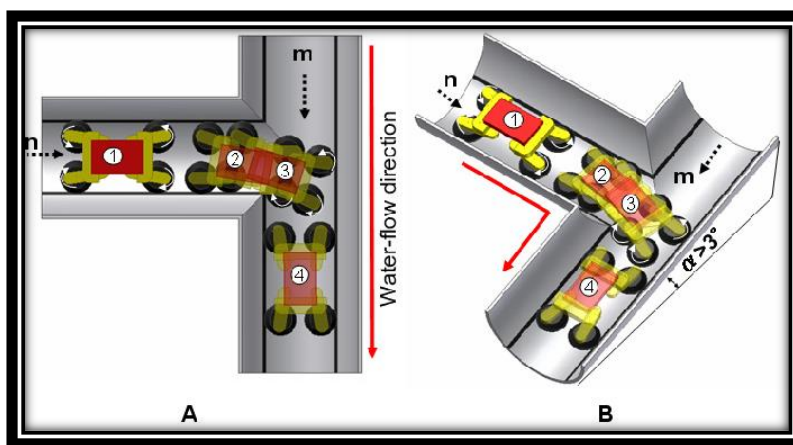


*Figura 23. Inicio de cctv  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

Con el pasar los años, si bien se pudo conocer el estado de las tuberías a través de imágenes, se volvió necesario crear normativas para clasificar los tipos de fallas que eran detectadas mediante el uso del CCTV. (Emapag, 2016) Por tal motivo, en Inglaterra se creó la primera norma para diagnóstico de tuberías en el año 1978, manteniéndose vigente hasta la actualidad. Hoy en día, existen otras nuevas normativas que son implementados en varios países para realizar inspecciones en tuberías. Dichas normativas clasifican los problemas según la característica de la falla, ya sea estructural o de funcionamiento (Emapag, 2016) Sin duda, esta tecnología ha optimizado los procesos de los mantenimientos, logrando detectar fallas a tiempo permitiendo repararlas, con el fin de alargar el tiempo de vida útil de las tuberías.

### 2.2.2.1 Implementación del CCTV en Guayaquil

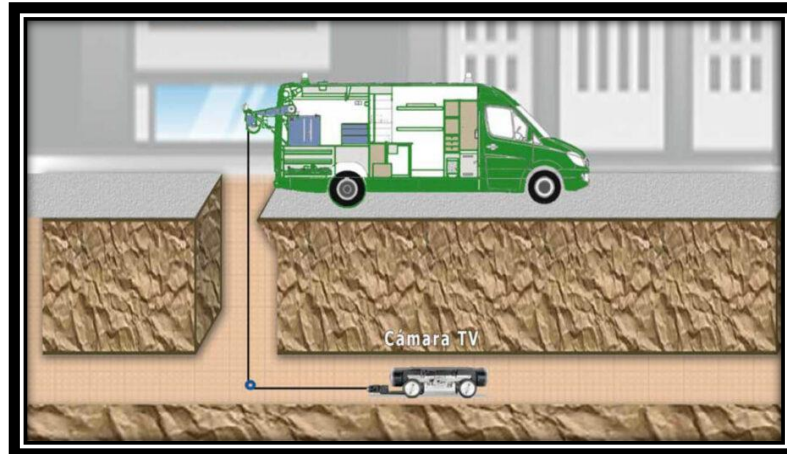
Desde 1998 que se empezó a remodelar la ciudad de Guayaquil con el proyecto de la regeneración urbana, fue necesario renovar las redes de alcantarillado, conformado en su mayoría por tuberías que habían excedido su tiempo de vida útil, y así renovarlas por otras de material que sea más amigable para el medio ambiente y a la necesidad de la población, como el PVC, hormigón armado, entre otros (CLH, 2020).



*Figura 24. CCTV Guayaquil  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

Después del 2001, siendo el año en que Interagua toma concesión del control y manejo del sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad, se fue implementando nueva tecnología con el transcurso de los años, siendo el equipo conocido como mandril, uno de los pioneros en usarse para inspecciones de tuberías en Ecuador, sin embargo, su aplicación era limitada al no permitir conocer visiblemente el estado de las tuberías. (Avila, 2019) Por lo tanto, en el año 2017 incorporan otro tipo de tecnología conocida como Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), siendo el equipo que es usado hasta la actualidad. Se usó este nuevo equipo, con el propósito de conocer de manera más precisa el estado estructural e hidráulico de la tubería, y así dar un diagnóstico correcto a la tubería, pudiendo aumentar la cantidad de inspecciones por año.

Desde que se implementó la tecnología de CCTV en Guayaquil, se pudo inspeccionar una longitud de 86450m de tubería hasta 2015, determinando que las fallas frecuentes son las infiltraciones de los fluidos y el pandeo de las tuberías debido a cargas externas. (Ayala, 2019)



**Figura 25.** CCTV para inspección de tubería  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Se encuentra varios tipos según el diámetro de tubería que se desee inspeccionar, están:

- Cámara de empuje Envirosight - Para inspecciones en tuberías de diámetros pequeños de 100 a 250mm, cuentan con dos equipos de CCTV con empuje manual. Se utiliza el modelo “Sieker 3.200”, teniendo una longitud de alcance del cable de 60m o hasta 100m.



**Figura 26.** CCTV para inspección de tubería  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

- Robot de Inspección Visual – Rovver x - Diámetros desde 300 mm hasta 700 mm, longitudes de cable hasta 200 m, 300 m, 500 m e incluso 1.000 mm en versiones especiales, tres carros tractores, diversas cabezas de inspección, unidad de control portátil con Wincan Integrado (compatible EN13508) y accesorios para inspección satelital de acometidas (ROVION SAT). Adicionalmente el robot de inspección se puede adaptar para sondeos verticales con la incorporación de ruedas magnéticas. (Panatec, 2016)



*Figura 27. Robot Rovver x  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

#### **2.2.2.2 Inspección de tuberías con cámara CCTV**

La inspección con cámara CCTV consiste en introducir de manera autónoma en la tubería un robot de diagnóstico con una cámara de TV motorizada con el objetivo de realizar un diagnóstico previo de las tuberías. Con este sistema, se pueden conseguir imágenes internas de la tubería y un informe completo, sin necesidad de obras, y así hacer una valoración precisa del estado de la misma. (S/A, 2017)

El principal problema de las averías en la red de saneamiento y agua potable es que no son visibles a simple vista, lo que nos impide encontrar la avería fácilmente.

Pero gracias a la inspección de tuberías podemos realizar un diagnóstico certero y un estudio de las posibles soluciones, sin realizar obra y sin causar molestias. (S/A, 2017)



*Figura 28. Croquis general de inspección de alcantarillado  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

### **2.2.2.3 Para qué se inspeccionan las tuberías**

Las tuberías de la red de alcantarillado se deben inspeccionar periódicamente para conocer su estado y detectar posibles problemas. Estas inspecciones permiten visualizar el estado interior de la red, obtener medidas y localizaciones para evaluar su estado general y programar mantenimientos y rehabilitaciones para optimizar el funcionamiento de la red y aumentar su vida útil. (Sanchez, 2016)



*Figura 29. Inspección de alcantarillado equipos CCTV  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

El conocimiento del estado general de una red de saneamiento es una información básica para establecer y ejecutar los planes de mantenimiento correspondientes. La forma más general de comprobar el estado general de una red es la inspección interna de sus componentes: Tuberías, pozos, acometidas, etc. (Sanchez, 2016)

Los objetivos fundamentales de estas inspecciones son:

- Visualizar el estado interior de la red
- Evaluar su estado general
- Obtener medidas complementarias
- Programar tareas de limpieza, mantenimiento y rehabilitación
- Controlar tareas de limpieza, mantenimiento y rehabilitación

Con estos objetivos se pretende optimizar el funcionamiento de la red y aumentar su vida útil.

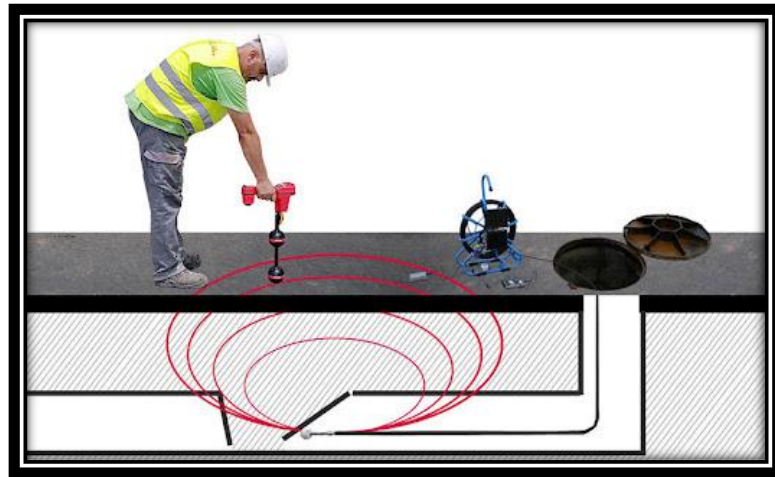
#### **2.2.2.4 Métodos de inspección más habituales**

Según los componentes de la red (tuberías generales, acometidas, pozos) y los tamaños de los mismos, se pueden utilizar diferentes métodos o equipos:

- Entrada de personas (solamente para algunas redes visitables)
- Cámaras de televisión de circuito cerrado (CCTV) manejadas por control remoto

En ambos casos se debe dejar constancia de la información obtenida con la emisión de los informes correspondientes. Los sistemas CCTV incorporan sistemas de medición y grabación de la información y cuando se realiza con entrada de personas, éstas se suelen ayudar de quipos de grabación y medición auxiliares. (Sanchez, 2016)





*Figura 30. Inspección de alcantarillado equipos CCTV  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

#### **2.2.2.5 Frecuencia de inspección**

Normalmente, la frecuencia de inspección se indica en el plan de limpieza y mantenimiento de la red y dependerá de los requerimientos exigidos por la autoridad correspondiente o propietario de la red según las características específicas de la misma. (Sanchez, 2016)

Lo más aconsejable es realizar una primera inspección para el control y recepción de una obra nueva. Después de esta primera inspección o para establecer la frecuencia de las inspecciones en las redes ya existentes, se deben tener en cuenta las siguientes condiciones generales:

- Tipo de servicio: Pluviales, fecales, mixtas
- Materiales de la red, tipo de construcción, pendiente de las tuberías...
- Características de los terrenos: Nivel freático, terrenos de protección especial, profundidad

- Infraestructuras que pueden verse afectadas: Redes de otros servicios, tráfico, edificaciones.
- Estado general observado en las inspecciones previas.

Además, se deben realizar inspecciones para controlar los resultados de los trabajos de limpieza y de rehabilitación que se puedan realizar en la red. También es aconsejable inspeccionar las redes colindantes a obras de importancia, sobre todo cuando se utilice maquinaria pesada de transporte o se realicen importantes movimientos de tierras para vaciado de solares, etc. (Sanchez, 2016)

#### **2.2.2.6 Elementos básicos de un sistema de inspección**

Los sistemas CCTV que se utilizan para la inspección de redes, disponen de tres elementos básicos:

**Cámara de inspección:** Es el elemento que se desplaza por el interior de la tubería a inspeccionar y capta la imagen de su interior. Este desplazamiento se realiza normalmente mediante un carro de tracción en el que va montado el cabezal de la cámara propiamente dicha. En los equipos pequeños para inspección de acometidas o de tuberías domésticas, en lugar de los carros de tracción se utilizan guías deslizantes. Requiere de iluminación propia para visualizar la zona de inspección. (Sanchez, 2016)

**Unidad de control:** Es el elemento exterior donde se visualiza la imagen captada por la cámara, se manejan las diferentes funciones de la misma y se graban la imagen y los datos de la inspección para realizar los informes correspondientes. (Sanchez, 2016)

**Cable:** Es el elemento que une los dos anteriores y por el que se transmite la información entre ambos. (Sanchez, 2016)



**Figura 31.** Inspección de tuberías con cámara CCTV  
 Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

En la actualidad, los sistemas de inspección más importantes, están diseñados con un concepto modular de sus componentes, es decir existen diferentes tipos y tamaños de cámaras, de carros de tracción, de tambores de cable y de unidades de control, que se pueden combinar para configurar equipos con diferentes rangos de aplicación y con diferentes niveles de equipamiento. (Sanchez, 2016) Desde la unidad de control, el operador hace avanzar la cámara por la tubería grabando y observando su estado. En los puntos donde se detectan incidencias o elementos característicos de la red, el operador detiene el avance y realiza los movimientos de la cámara para definirlos y evaluarlos debidamente. (Emapag, 2016)

En los vehículos de inspección se dispone habitualmente de un sistema de software específico, para el registro de las incidencias y elementos, con su localización y definición, fotografías y películas, que permiten obtener los informes correspondientes de la red inspeccionada.

Los sistemas de inspección CCTV según sus diferentes tipos y tamaños se utilizan habitualmente para la inspección de tuberías y conducciones no visitables, tuberías domésticas, acometidas y colectores generales. (Sanchez, 2016)

#### **2.2.2.7 Clasificación de cámaras de inspección**

Atendiendo a la forma de la visualización de la imagen, las cámaras para inspección las podemos dividir en:

- Cámaras de visión axial
- Cámaras oscilo-giratorias

##### **Cámaras de visión axial**

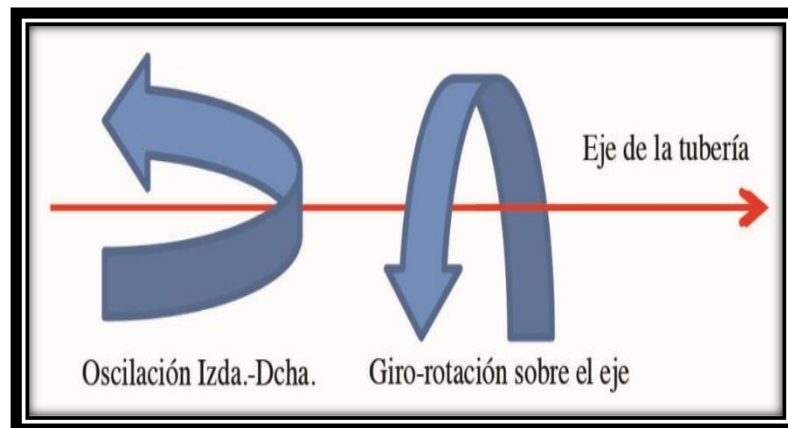
Tienen una visualización fija en el sentido del eje de la tubería, sin ningún movimiento alrededor del mismo. Disponen de un ángulo de visualización ligeramente superior al del ojo humano ( $\approx 100^\circ$ ). (Sanchez, 2016)

Tienen iluminación frontal alrededor del objetivo. Se utilizan habitualmente en sistemas de empuje manual para pequeños diámetros (hasta DN200-250mm). La conexión al cable-varilla de empuje suele tener un sistema de muelle para facilitar el paso por curvas. Pueden tener un sistema auto-nivelante para visualización de la imagen en vertical. (Sanchez, 2016)

##### **Cámaras oscilo-giratorias**

El captador de imagen está montado sobre un sistema con movimientos combinados de oscilación ( $\pm 120^\circ$ ) y giro o rotación ( $360^\circ$ ) alrededor del eje de la tubería. Con estos

movimientos el operador puede dirigir la visión hacia los diferentes puntos de interés. Disponen de un ángulo de visualización similar al del ojo humano. (Sanchez, 2016)



*Figura 32. . Movimientos respecto al eje  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

- La iluminación está distribuida para acompañar al giro del captador.
- Se utilizan habitualmente montadas en un carro de tracción, pero también hay cámaras de pequeño tamaño para sistemas de empuje manual.
- Los diámetros de aplicación de estas cámaras están previstos para tuberías desde DN100mm hasta visitables.

Las cámaras más completas disponen de un sistema auto-nivelante en el captador de imagen para una visualización vertical, independientemente de la posición de giro de la cámara (Rotax®). (Sanchez, 2016)

Pueden disponer de captadores en los movimientos oscilo-giratorios para indicación gráfica de su posición, automatización de movimientos y mediciones en la tubería. Pueden disponer de emisores láser para la realización de mediciones en la tubería. Aunque la mayoría

de cámaras disponen de imagen en sistema TV (PAL – NTSC), ya existen equipos en el mercado con sistemas de imagen de alta definición (Full HD 1920×1080). (Sanchez, 2016)



*Figura 33. . Cámaras oscilo-giratorias  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

### **Tipos de carros de tracción para inspección**

Los carros tienen la función principal de centrar la cámara en la tubería y transportarla por ella en avance y retroceso, por tanto, la característica más importante que define un carro es su rango de aplicación (diámetros).

Los carros actuales tienen tracción por ruedas y un mismo carro se puede usar con diferentes tamaños de ruedas y separadores, así como otros elementos auxiliares (elementos de elevación de la cámara) que facilitan el centrado de la cámara en el eje de la tubería. (Sanchez, 2016)

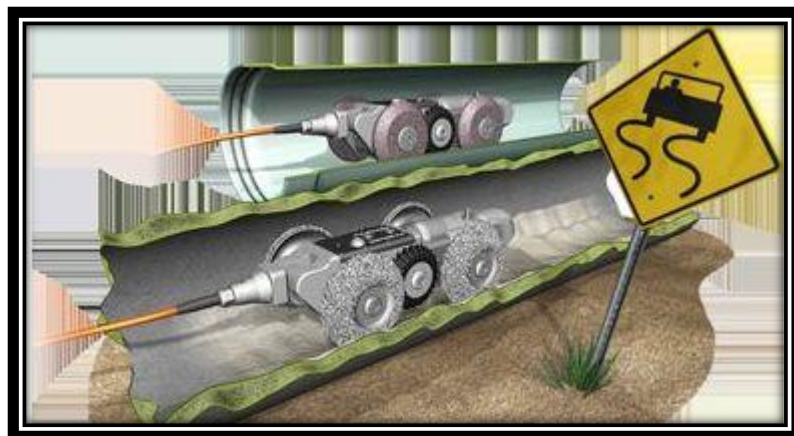
La tracción de los carros suele ser a las 4 ruedas y pueden tener control de giro izquierda-derecha. Según el tipo de cámara y el diámetro de la tubería pueden requerir elementos de iluminación adicional. (Sanchez, 2016)

Tienen sensores de inclinación en ambos ejes, el del eje longitudinal se utiliza como referencia para medir la pendiente de la tubería y el del eje transversal para control del sistema

antivuelco electrónico. Para facilitar su capacidad de tracción y estabilidad, los carros están fabricados con un peso elevado, incluso a veces se utilizan pesos adicionales según las condiciones de trabajo. (Sanchez, 2016).

### **Equipos de CCTV para inspección de alcantarillas.**

Estos equipos están desarrollados bajo el sistema de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), que brindan imágenes en tiempo real a través de sus cámaras. Se colocan dentro de la alcantarilla o tubería para realizar la inspección, e inmediatamente se puede observar el video en los monitores colocados en el exterior. (Ditecnia, S/A)



*Figura 34. Inspección de tuberías con cámara CCTV  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

La función de estos equipos de alta tecnología, es brindar imágenes y videos donde se pueda constatar el estado de situación actual de las tuberías, localizando obstrucciones, fisuras y demás inconvenientes que se puedan presentar. (Ditecnia, S/A)

Estos equipos son ideales para evitar gastos innecesarios como romper aceras y calles para localizar obstrucciones o fugas, además que con la utilización periódica de las cámaras se pueden programar mantenimientos de los sistemas de alcantarillado y prevenir problemas como los mencionados anteriormente. (Ditecnia, S/A)

## **Robots para inspección de tubería**

Son equipos motorizados diseñados para la inspección independiente de las tuberías de gran longitud. Los robots están equipados con ruedas que le permiten movilizarse dentro de la tubería, iluminación, cámara para capturar las imágenes y todo lo necesario para una inspección tan dificultosa. (Ditecnia, S/A)

Esta unidad de diagnóstico está dotada de una cámara de televisión por circuito cerrado para identificar las características particulares de los sistemas, logrando:

- Levantamiento interno de redes con inclinómetro.
- Verificar alineamientos horizontales y verticales.
- Identificar filtraciones y/o infiltraciones de aguas a la red.
- Fisuras o grietas presentes en las tuberías.
- Identificar causas del mal funcionamiento del sistema.
- Verificar el estado de las conexiones domiciliarias y/o clandestinas.

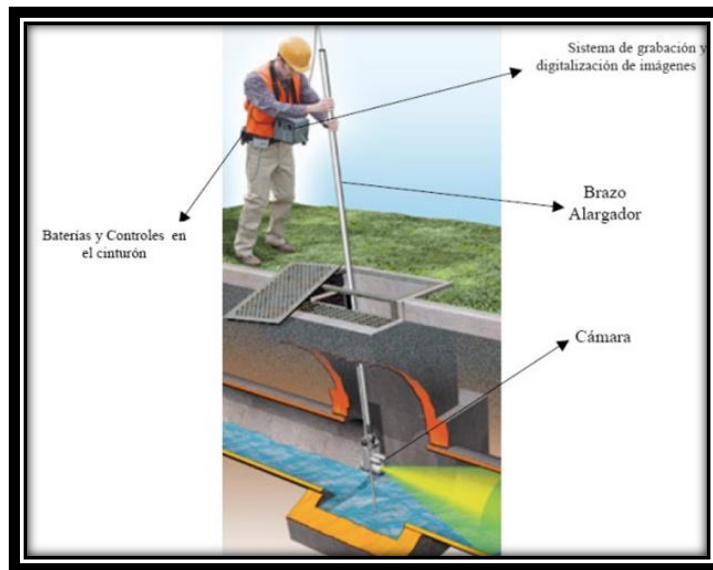
### **2.2.2.8 Tipos de cámaras de inspección**

Atendiendo a la forma de la visualización de la imagen, para inspección se dividen en:

#### **Cámara con sistema estacionario**

El sistema estacionario consiste en que la persona que realiza la inspección, debe introducir el equipo en el pozo de inspección, el cual va grabando y tomando fotos del interior de la tubería mediante una cámara con un alto zoom de alcance.





*Figura 35. Inspección usando Circuito Cerrado de Televisión con sistema estacionario.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

Las imágenes y grabaciones son transmitidas directamente a la pantalla. Existen diferentes equipos para inspecciones de tipo estacionario, que varían en la calidad de las imágenes y el alcance que tiene la cámara, alcanzando distancias de visibilidad de hasta 40 o 50 metros. (Ayala, 2019)

### **Cámara con sistema de empuje manual**

Son equipos de configuración portátil y de fácil manejo, diseñados para su aplicación en la inspección de tuberías domésticas y acometidas, tanto horizontales como verticales. Están previstos para colocarlos junto a la arqueta de acceso y realizar la inspección. La alimentación puede ser por red o baterías. (Sanchez, 2016)

El rango de aplicación general es para diámetros hasta 200-300mm, según tipo de cámara y con longitudes de inspección de hasta 50m aproximadamente, aunque hay equipos para mayores distancias. Están compuestos por una cámara de visión axial u oscilo giratorias

de pequeño diámetro, un tambor de cable-varilla para el desplazamiento manual de la cámara por la tubería y una unidad de control específica que puede variar según sus prestaciones, con visualización de imagen, grabación de video, inserción de textos en la imagen, etc. (Sanchez, 2016)

Para ayudar a centrar la cámara en la tubería y facilitar su desplazamiento, se utilizan guías deslizantes o con ruedas.



*Figura 36. Inspección con CCTV con sistema de empuje manual.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

Al igual que el equipo de CCTV con cámara con sistema móvil, esta tecnología está integrada con un cable flexible que une el cabezal con el puesto de control y mando, y tiene una longitud de 30 a 40 metros que es usado para inspecciones de redes con diámetros de 40 hasta 200mm. Existen otros modelos que son usados para tuberías de mayores diámetros que abarcan desde 100 hasta 500mm, y tiene una longitud de cable de hasta 120mm. (Sanchez, 2016)

### **Cámara con sistema móvil robótico**

Como se mencionó anteriormente, otro tipo de inspecciones con Circuito Cerrado de Televisión es el sistema móvil. Si bien, hoy en día los equipos para inspecciones con Circuito

Cerrado de Televisión pueden contar con escáner o láser integrados, en Ecuador se siguen usando los equipos convencionales. Las inspecciones con los equipos convencionales de CCTV, consiste en usar un robot integrado con cámara y luces que se introducen en las tuberías sin necesidad de hacer zanjas, ya que son introducidos mediante los pozos de inspección existentes.

Una vez en el interior de la tubería, el robot es direccionado mediante control remoto desde el puesto de mando, que también es el lugar donde se observan las grabaciones, permitiendo analizar de manera visual el interior de la tubería, y poder localizar la falla con mayor precisión.



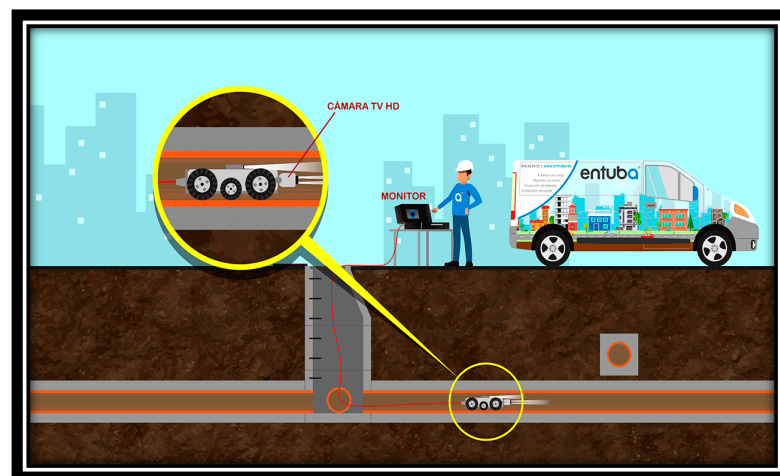
*Figura 37. Robot con control remoto  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

### **2.2.2.9 Beneficios de la inspección de tuberías urbanas mediante cámara TV**

**Ahorro económico y respeto con el entorno.** Realizar una inspección de la red de alcantarillado urbano con este método supone un ahorro de costes y de tiempo en excavaciones. Además, como los problemas son localizados, identificados y resueltos rápidamente se reducen costes y se aumenta la productividad. (Hidrotec, 2016)

**Mejor prevención.** Gracias al uso de un sistema de televisión de circuito cerrado como CCTV se pueden llevar a cabo reparaciones preventivas debido a toda la información obtenida por la cámara. Además, siempre es más barato prevenir que reparar los daños cuando el problema es más grave. Es decir, fallos menores pueden ser solucionados antes de que se conviertan en caros de resolver. (Hidrotec, 2016)

**Diagnóstico preciso y rápido del asunto.** Identifica los problemas con precisión (localiza con rigor y exactitud donde se encuentra el problema, incluso informando del nivel de profundidad) y con rapidez la primera vez, lo que evita costes innecesarios relacionados con el diagnóstico incorrecto de un problema. Información obtenida en tiempo real, almacenable y fácilmente recuperable. Incorpora un software completo que permite obtener resultados en tiempo real para tomar decisiones más rápido y almacenar información valiosa para un uso futuro. (Hidrotec, 2016).



*Figura 38. Diagnóstico rápido del asunto.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

**Fácil de operar.** Un sistema de televisión de circuito cerrado CCTV es muy sencillo de hacer funcionar. Desde la unidad de control un operario puede controlar la cámara para inspeccionar las tuberías y averiguar cualquier posible problema. (Hidrotec, 2016)

En la oficina de gestión, el software se puede enlazar con sistemas GIS y sistemas de almacenamiento, para que la información obtenida en las inspecciones complemente los datos ya existentes y esté disponible en cualquier momento para consultas. (Sanchez, 2016)

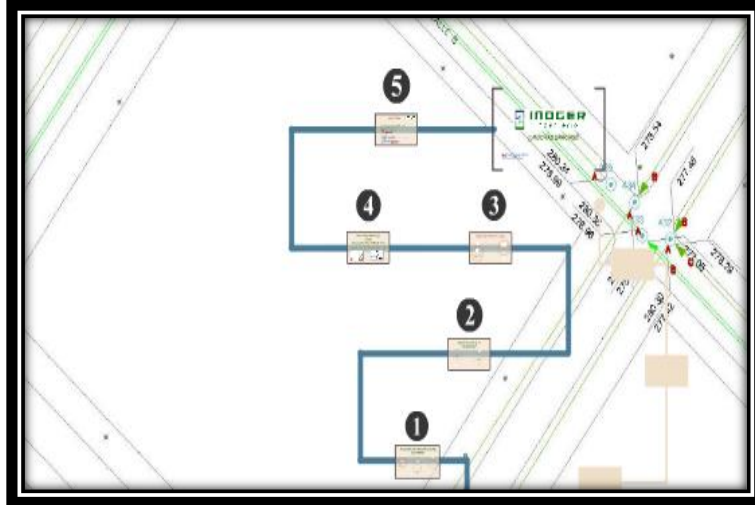
*Tabla. 3.- Características de los equipos con sistema móvil cctv*

<b>Características de los equipos con sistema móvil de CCTV</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>CCTV convencional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No es necesario realizar zanjas</li> <li>* Es el menos costoso</li> <li>* Acceso a diámetros pequeños de tuberías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Solo detecta fallas visibles ante el lente de la cámara</li> <li>* Errores humanos en el manejo del equipo y en el diagnóstico</li> </ul>
<b>CCTV con escáner</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No es necesario realizar zanjas</li> <li>* Realiza las inspecciones más rápido que los otros equipos de CCTV</li> <li>* El proceso de inspección es automático, reduciendo los errores humanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Al ser automático, tiene dificultad en detectar presencia de corrosión y deformaciones.</li> <li>* Es más costoso que el equipo CCTV convencional</li> <li>* Las imágenes no suelen tener escala definida</li> </ul>
<b>CCTV con láser</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No es necesario realizar zanjas</li> <li>* Ofrece imágenes 3D con escalas definidas, ofreciendo resultados más precisos</li> <li>* Puede detectar fallas potenciales y corrosión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Es el más costoso de los equipos de CCTV, debido que brinda información mas detallada.</li> </ul>

*Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

### 2.2.3 Catastro

El catastro es el conjunto de registros y procedimientos que permiten la exacta identificación y localización de los interesados de algún tema. (Moro, 2016)



*Figura 39. Catastro de sistema de alcantarillado.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

#### 2.2.3.1 Importancia del catastro

El catastro de redes de alcantarillado juega un papel sustancial en la gestión integral del territorio, principalmente es importante para:

- Conocer todo lo referente a los detalles técnicos y operacionales de la totalidad de los elementos que intervienen en cada uno de los sistemas mencionados. (Muñoz, 2017)
- Efectuar maniobras de operación y regulación del sistema con seguridad y exactitud basándose en el conocimiento preciso del lugar de ubicación y de las condiciones técnicas de operación de sus principales accesorios. (Muñoz, 2017).
- Ejercer un mejor control sobre la operación de los respectivos sistemas apoyar la tarea de detección y localización de fugas y aportar información para su reparación oportuna. (Muñoz, 2017)

- Mantener actualizada y disponible la información sobre ampliaciones y sustituciones de componentes de las redes. (Muñoz, 2017)

El catastro de redes se utiliza como instrumento de gobernabilidad para la toma de decisiones que afectan el territorio, principalmente se usa para el:

- Apoyo a la elaboración de planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial y para la formulación y evaluación de proyectos de inversión, y entrada de datos reales de estructura y funcionamiento para simulaciones hidráulicas de la red de AP, con el fin de determinar la capacidad de los sistemas y la factibilidad técnica de atender la demanda del servicio en las áreas de cobertura del Prestador; estos escenarios virtuales también facilitan la anticipación y solución de problemas operativos no contemplados en el diseño original de la red y que con el transcurrir del tiempo se vienen presentando. (Muñoz, 2017)

### **2.2.3.2 Pautas de catastro**

A. Verificar la correcta posición de los post-procesos de los datos levantados en terreno. (Muñoz, 2017)

B. Evitar duplicidades en la información y así poder estar seguros de la plenitud de la información. (Muñoz, 2017).

C. Asignar la nueva posición mediante proceso propio. Se sugiere desarrollar un aplicativo, que identifique las entidades y traslade cada una de ellas a la nueva posición, asegurando de igual forma que las entidades unidas se reubiquen y asegurar su correcta topología. (Muñoz, 2017)

### **2.2.3.3 Informaciones obtenidas en inspección cctv**

Con los sistemas de inspección se obtiene una gran cantidad de información sobre las tuberías. A modo de ejemplo podemos citar las siguientes:

- Película de la inspección realizada y fotos de los detalles de interés
- Identificación y localización de los diferentes elementos o incidencias de la red
- Medidas en la tubería, como longitudes, diámetros, defectos, pendientes, temperaturas.
- Para poder manejar esta información de manera cómoda y útil se emplean sistema de software específicos, instalados en el propio furgón y también para utilizar en la oficina de gestión.

### **2.2.3.4 Referenciación con Cinta**

Referenciación con cinta: Consiste en localizar las redes de servicios públicos y sus accesorios, tomando medidas a cinta a partir de los paramentos y/o bordes de vía y/o cerramientos que coincidan con los bases cartográficos. (Muñoz, 2017)

Se utilizarán plomadas para mejorar las medidas y localización del elemento puntual, tal como se hace en las mediciones topográficas. Siempre se deben validar las distancias entre paramentos y/o bordes de vía del terreno contra las que aparecen en la cartografía con el fin de verificar posibles diferencias propias del proceso de restitución aerofotogrametría empleado para la generación de la cartografía digital. (Muñoz, 2017)





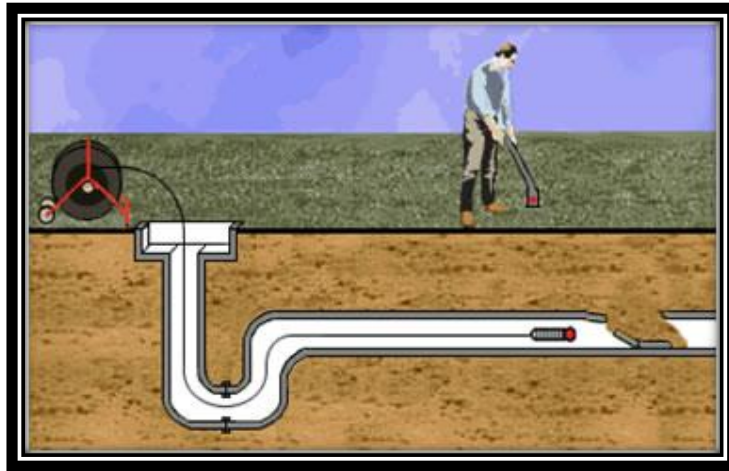
*Figura 40. Levantamiento con cinta.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

Cuando se realiza referenciación con cinta, ésta debe realizarse a partir de los paramentos (o hilos de construcción) del primer piso de la edificación seleccionada o a partir de los bordes de vía claramente definidos, o a partir de cerramientos identificables en la base cartográfica. (Muñoz, 2017)

#### **2.2.4 Mantenimiento**

En ciudades como Guayaquil, donde el sistema de recolección de las aguas servidas y lluvias se transporta por tuberías, es importante conocer en qué estado se encuentran a lo largo de su vida útil, con el fin de evitar problemas a las personas y al ambiente, para lo cual se necesita la implementación del equipo de CCTV.

Conjunto de actividades y maniobras que se realizan para asegurar el funcionamiento correcto, apropiado y eficiente de un sistema, equipo o componente, destinado a realizar un fin determinado tal como fueron planificados y construidos. (Estradas, 2017)



*Figura 41. Inspección Tuberías con Cámaras de Vídeo  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

Dentro del uso de las inspecciones televisivas, existen 2 etapas: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

**2.2.4.1 Mantenimiento preventivo:** Conjunto de actividades que se realizan con el objetivo de prevenir, preservar o evitar problemas que se presentarían de otro modo, si no se toman algunas acciones para reducirlos o eliminarlos. Estas actividades se desarrollan a través de una inspección y limpieza planificada de acuerdo a una periodicidad recomendada de los componentes del sistema de alcantarillado. (Estradas, 2017)

Consiste en realizar inspecciones televisivas rutinarias que permitan conservar las tuberías por más tiempo, garantizando que funcionen correctamente evitando problemas a futuro. Pues con el pasar de los años, existe más probabilidades que las redes de alcantarillado puedan sufrir daños por estar expuestas a ciertos factores como: nivel freático, características geológicas e hidrológicas, mala calidad del material, cargas externas, entre otros.



*Figura 42. Mantenimiento Preventivo*  
*Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

#### **2.2.4.2 Mantenimiento Correctivo**

Conjunto de trabajos necesarios a ejecutar en el sistema para corregir algún problema que se presente durante su funcionamiento, tales como reparaciones de roturas, reemplazo de tramos de tuberías, desataros, rehabilitación o reconstrucción de tuberías y buzones, reformas para mejorar el funcionamiento del sistema, etc. (Estradas, 2017)

Consiste en solucionar los problemas existentes en las tuberías, ya sea reparando las fallas que se encuentren o reemplazarla en caso que este en estado deplorable.



*Figura 43. Mantenimiento Correctivo*  
*Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

Hoy en día, existen varios métodos correctivos para renovar o rehabilitar una tubería. Entre los métodos correctivos sin zanjas están: el CIPP que sus siglas significan “Cure In Place Pipe”, el Pipebursting, el Spiral Wound, y por último el método tradicional con zanja. Como mantenimiento correctivo, el equipo de CCTV es usado en el último proceso, es decir, una vez finalizada la renovación o rehabilitación de una tubería.



*Figura 44. Mantenimiento Correctivo – rehabilitación tubería  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

Con un mantenimiento planificado se puede mejorar la eficacia de unas instalaciones de saneamiento en un 25%, reduce 30% los costos de mantenimiento y alargar la vida de las mismas en hasta en un 50%. (Clean, 2018)

#### **2.2.4.3 Medidas de conservación y limpieza**

Todo sistema de alcantarillado debe contar con un mantenimiento en menor o mayor grado, esto con el propósito de que el sistema funcione adecuadamente y se eviten anomalías en la época de lluvias. Además, ello ayuda a prolongar la vida útil del sistema.

Esta actividad debe programarse para llevarse a cabo en la época de estiaje, que es cuando los sistemas conducen caudales pequeños y es posible revisarlos con relativa facilidad, así como detectar los daños.

## 2.5 Marco legal

En la actualidad, la importancia de contar con normas estandarizadas para diagnóstico de tuberías, permite a las empresas encargadas de realizar las inspecciones basarse en un mismo criterio, ya que es conocido que una tubería puede tener diferentes valoraciones respecto a su estado en el que se encuentre, dependiendo la normativa que se use.

Entre las normas más importantes que son usadas en otros países, están:

- a) La norma UNE EN 13508, esta norma europea es de origen español creada en el año 2003, y aun está vigente para inspecciones de redes de alcantarillado en muchos países de Europa (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2003). Esta norma se la ha adaptado para ser usada en varios países de Europa como Francia, España, Holanda, Italia, entre otros. Esta norma clasifica mediante códigos según cada tipo de fallas, permitiendo describir correctamente cada uno. Entre las clasificaciones están: → Codificación respecto a fallas estructurales (código: BA)  
→ Codificación respecto al funcionamiento hidráulico (código: BB)  
→ Codificación de inventario (código: BC) → Otros (código: BD)
- b) El tipo de información de las inspecciones de tuberías de saneamiento, sus descripciones, identificaciones y codificación están regulados por la norma UNE EN 13508-2.
- c) La norma PACP, es usada en Estados Unidos para inspección de fallas en tuberías. Su consideración para la ponderación de las fallas, se fundamenta en el estado estructural y operacional de la tubería. Fue creada por la Organización Nacional del Comercio para la Industria de la Rehabilitación (NASSCO).
- d) La norma propuesta por Water Research Center, fue creada en Inglaterra en 1978, siendo la primera norma para diagnosticar el estado real de las tuberías. Su última actualización fue en 2004, permitiendo usarse en inspecciones con CCTV. Se basa en las condiciones estructurales y de servicios de la tubería (Lamprea, 2014) .

- e) La norma propuesta por la Empresa Pública de Medellín. Es usada únicamente en la ciudad de Medellín, Colombia.
- f) La norma NS-058, propuesta por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Esta norma es usada para inspecciones de sistemas de alcantarillado en la ciudad de Bogotá, Colombia. Aparte de determinar la criticidad de la tubería, propone explicar los pasos previos de las revisiones y los planes rutinarios de inspección.

En lo que se refiere a las aguas servidas en el Código de la Salud (D.E. 188 R.O. 158 del 2 de febrero de 1971), en los Art. 17, Art. 19, Art. 25, Art. 28, tenemos lo siguiente:

“Art. 17.- Nadie podrá descargar, directa o indirectamente, sustancias nocivas o indeseables en forma tal que puedan contaminar o afectar la calidad sanitaria del agua y obstruir, total o parcialmente, las vías de suministros.”

“Art. 19.- Los pozos y suministros privados de agua en las áreas servidas por acueductos de uso público serán clausurados o sellados, provisional o definitivamente, cuando se compruebe que no ofrecen seguridades de potabilidad.”

“Art. 25.- Las excretas, aguas servidas, residuos industriales no podrán descargarse, directa o indirectamente, en quebradas, ríos, lagos, acequias, o en cualquier curso de agua para uso doméstico, agrícola, industrial o de recreación, a menos que previamente sean tratados por métodos que los hagan inofensivos para la salud.”

“Art. 28.- Los residuos industriales no podrán eliminarse en un alcantarillado público, sin el permiso previo de la autoridad que administre el sistema, la cual aprobará la solución más conveniente en cada caso, de conformidad con la técnica recomendada por la autoridad de salud.

También en la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental. (D.

S. 374 de mayo de 1976. Modificada por la Ley de Gestión Ambiental, aprobada el 22 de julio de 1999), En la parte no modificada, el Art. 16 prohíbe “descargar sin sujetarse a las correspondientes normas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas, acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en

terrenos las aguas residuales que contengan contaminación que sean nocivas a la salud humana a la fauna y a las propiedades”. Análogamente se expresan los Artículos 20 y 21 en relación a “cualquier tipo de contaminantes” y con los “desecho sólido, líquidos... de procedencia industrial, agropecuaria, municipal o doméstica” que “puedan alterar la calidad del suelo y afectar a la salud humana, la flora, la fauna, los recursos naturales”. El Art. 17 señala que el CNRH, coordinará con los MSP y Ministerios de Defensa según el caso, “elaborará proyectos de normas técnicas y de las regulaciones para autorizar las descargas residuales de acuerdo con la calidad de agua que deberá tener el cuerpo receptor.

” El Art. 18 le otorga al MSP el mandato de “fijar el grado de tratamiento que deban tener los residuos a descargar en el cuerpo receptor, cualquiera sea su origen” y el Art. 19 le delega la función supervisora de la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, así como la operación y mantenimiento.

Artículo 102. - catastro de redes. Debe contarse con un Catastro de la Red actualizado que incluya un inventario de las tuberías existentes, su localización y el mayor número de anotaciones posible para cada accesorio considerado estratégico en la operación como: tipo de accesorio, material, profundidad y año de instalación. Este Catastro debe incluir además las válvulas e hidrantes que formen parte de la Red de distribución.

### **2.5.1 Fundamentación Legal**

- Norma NTE INEN 2266-2013 Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos.
- ASTM F2620 Práctica estándar para uniones para termo fusión en tuberías y accesorios de polietileno.
- Norma DE-CCO-007 MOP-001-F-2002 República del Ecuador, Ministerio de obras Públicas y comunicaciones.
- Ministerio de Desarrollo Urbano. Subsecretaria de Saneamiento Ambiental, Especificaciones técnicas de construcción Comunes de Agua Potable y Alcantarillado, agosto-2000.
- ASTM-F-714: Standard Specification for Polyethylene (PE) Plastic Pipe (SDR-PR) (Especificación Estándar para Tubería Plástica de Polietileno).

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Metodología.

En la elaboración del presente trabajo se recopilaron los procesos y metodologías mediante las cuales se desarrolló el proyecto “PROPUESTA METODOLOGICA DE CATASTRO EN INSPECCIONES DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO UTILIZANDO EQUIPOS DE CCTV” para generar un manual básico de procedimientos para la elaboración de catastro de redes de alcantarillado con el que se recomiendan una serie de etapas, procesos y normatividad claves para la realización de este tipo de proyecto de manera ordenada y sistemática.

Como se muestra en el cuadro, fue necesario utilizar técnicas y herramientas, ya sea bibliográficas o de campo, que fueron de utilidad para el análisis y desarrollo de la presente investigación.

Tabla. 4.- Técnicas de la investigación

Recopilación de datos	Investigación de fuentes	Trabajo de campo
		<ul style="list-style-type: none"><li>- Población y muestra</li><li>- Levantamiento catastral</li><li>- Diagnóstico de la red</li></ul>

*Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*



Este trabajo de investigación se fundamenta en la recopilación de información en inspecciones que se realizaron en Urdesa -Guayaquil, el cual no se modifica las variables debido que los objetos de estudio serán analizados de manera descriptiva en base a las metodologías empleadas para diagnosticar tuberías en Ecuador. Las empresas prestadoras de los servicios de alcantarillado requieren una metodología catastral de los sistemas de la Red de Alcantarillado, identificando los problemas con rapidez y precisión sin que existan ambigüedad en el diagnóstico, evitando gastos innecesarios como romper aceras y calles para localizar obstrucciones o fugas ante una incorrecta información. Por lo cual se requieren que proporcionen soluciones técnicas viables para los mismos, a través de información veraz, con el fin de determinar la solución más óptima para su renovación.

### **3.2. Recopilación de datos**

En la presente investigación, para la recopilación de datos fue necesario consultar a los organismos encargados de controlar y manejar el funcionamiento de los sistemas de alcantarillado de Guayaquil. Dentro de la información que se obtuvo fueron datos e informes técnicos que constaté los precedentes relacionados a los procesos de mantenimientos de las redes de alcantarillado, y como se ha ido optimizando dentro de los últimos 10 años debido a la implementación de nuevas tecnologías.

### **3.3. Fuentes Teóricas**

Dentro de las fuentes teóricas, fue necesario realizar consultas a que sean referentes a la implementación de la tecnología del Circuito Cerrado de Televisión y catastro en su aplicación en inspecciones de redes de alcantarillado sanitario. Entre las herramientas teóricas que se consultaron están: libros, revistas y tesis realizadas en universidades locales y extranjeras.

Dentro de la información que se obtuvo están:

- La historia del CCTV y su implementación en Guayaquil.
- Las características del equipo CCTV y su funcionamiento en la detección de fallas en redes de alcantarillado.
- Las características de un catastro en redes.
- Etapas del uso del equipo CCTV.
- Normas extranjeras para inspecciones con CCTV y catastro.
- Materiales para tuberías de alcantarillado.

### **3.4. Trabajo de Campo**

Dentro del trabajo de campo, se estuvo presente en inspecciones de redes de alcantarillado sanitario donde se usó la tecnología del equipo CCTV, que se realizaron en el norte de la ciudad, correspondiente al plan de rehabilitación y renovación de la red de alcantarillado de la cuenca Urdesa. El sistema usado fue el CCTV convencional que consiste en ir filmando y tomando imágenes del interior de la tubería. A partir de los resultados que ofreció este trabajo de campo, se pudo recolectar información necesaria haciendo uso del equipo CCTV, ya sea para su mantenimiento preventivo como el correctivo y así cumplir con el objetivo.

Cuya estrategia es la descripción de daños, valoración e inspección de los accesorios y el estado de las tuberías. A su vez, realizando un levantamiento con cinta con el fin de verificar la medida tomada en la zona diagnosticada, luego la información se procederá a dibujar la zona respectiva para obtener de manera precisa el catastro del sistema detallado los datos actualizado de la red.

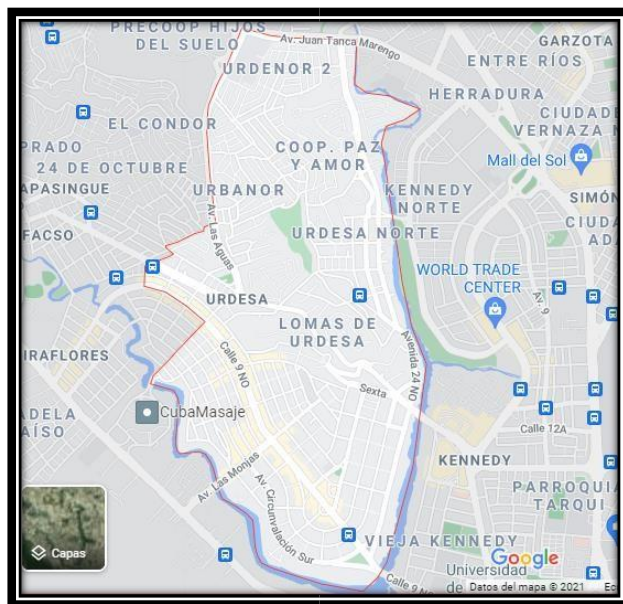
El instrumento usado para la inspección del sistema es robot Rovver x, que consta con una longitud de cable de hasta 200m. realizada en conjunto al contratista SESINGAQUA, cumpliendo con las normativas correspondientes.

### 3.4.1. Población y Muestra

La población objeto de estudio serán las redes existentes en la ciudad de Guayaquil.

La muestra será tomada en distintas calles en Urdesa.

- Colector 64.25 m, diámetro 400 mm de hormigón simple. Calle Acacias Desde 1 Peatonal 36 Hacia Laureles.
- Colector 72.28 m, diámetro 300 mm de hormigón simple. Calle Alfredo Pareja Desde 1er Peatonal 34 hasta Laureles
- Colector 39.15 m, diámetro 400 mm de PVC. Calle Costanera Desde Mirtos Hasta Laureles.



*Figura 45. Ubicación general – Redes inspeccionada en Urdesa  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

### **3.5 Validez y confiabilidad**

#### **3.5.1 Validez**

“La validez, en términos generales, se refiere al índice en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (Hernandez, 2014).

El nivel de confianza determinado para el estudio es del 100% debido a que los instrumentos empleados para la realización de la metodología han seguido pautas relacionada a la norma PACP, es usada en Estados Unidos para inspección de fallas en tuberías.

#### **3.5.2 Confiabilidad**

Para lograr determinar la confiabilidad de un equipo esta depende del resultado que se haya obtenido durante la realización de la misma prueba en varias ocasiones (Hernandez, 2014).

Se garantiza que los resultados obtenidos durante la realización de la metodología catastral son confiables dado que se emplean equipos pertenecientes a la empresa Sesingaqua, quienes laboran en limpieza e inspección de redes de alcantarillado con más de 15 años.

### **3.6 Análisis de resultados.**

El análisis consiste básicamente en dar respuesta a los objetivos o hipótesis planteadas a partir de las mediciones efectuadas y los datos resultantes. Para plantear el análisis es conveniente plantear un plan de análisis o lo que se conoce como un plan de explotación de datos. En él se suele detallar de manera flexible cómo proceder al enfrentarse a los datos, cuáles serán las principales líneas de análisis, qué orden a seguir, y qué tipo de pruebas o técnicas de análisis aplicar sobre los datos. (Ulerio, 2018)

El catastro de redes de alcantarillado juega un papel sustancial en la gestión integral del territorio, principalmente es importante para:

- Conocer todo lo referente a los detalles técnicos y operacionales de la totalidad de los elementos que intervienen en cada uno de los sistemas mencionados. (Muñoz, 2017)
- Efectuar maniobras de operación y regulación del sistema con seguridad y exactitud basándose en el conocimiento preciso del lugar de ubicación y de las condiciones técnicas de operación de sus principales accesorios. (Muñoz, 2017)
- Ejercer un mejor control sobre la operación de los respectivos sistemas apoyar la tarea de detección y localización de fugas y aportar información para su reparación oportuna. (Muñoz, 2017)
- Mantener actualizada y disponible la información sobre ampliaciones sustituciones de componentes de las redes. (Muñoz, 2017)

## **CAPÍTULO IV**

### **4. PROPUESTA**

La presente propuesta pretende adaptar criterios de metodologías catastral, y así brindar una guía y clasificación de fallas que permita al profesional poder diagnosticar las redes de alcantarillado sanitario de manera cualitativa y/o cuantitativa. Previo a la formulación del presente, se analizó los estándares en los procesos de rehabilitación que se usan en otros países, de los cuales pueden ser implementados en los trabajos locales.

En el caso de la metodología del este proyecto tenemos los siguientes procesos: La incorporación de nuevos equipos aplicados a los mantenimientos para detección de fallas en tuberías de alcantarillado sanitario, surge la importancia de realizar una metodología catastral para diagnosticar de manera precisa el estado de las redes. Por lo tanto, la presente investigación sería de gran aporte para las empresas pública en el Ecuador, ya que la metodología de catastro con inspección de equipo de CCTV permite establecer un diagnóstico sobre el estado estructural e hidráulico de la red para detectar cualquier desperfecto en el sistema de manera precisa. De esta manera obteniendo mejores resultados en la toma de decisiones.

#### **4.1. Desarrollo experimental.**

Una vez obtenida toda la información de campo se procedió a la creación del registro técnico para la conformación del catastro del sistema de alcantarillado del sitio en estudio.

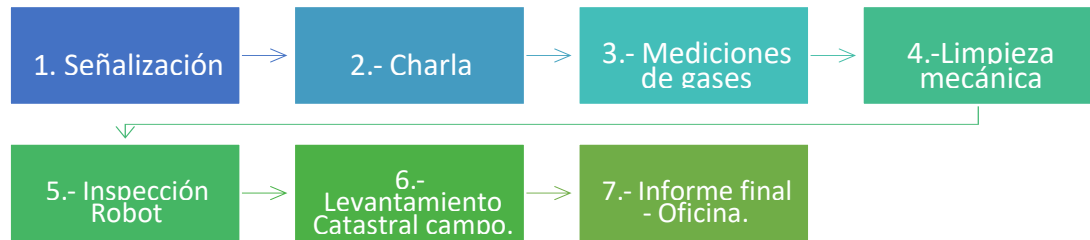
#### **4.2. Procedimiento para inspección CCTV**

La inspección de tuberías con equipos de cctv es una labor que requiere una serie de conocimientos determinados y el uso de máquinas adecuadas. Para ello en la cual se generará

la elaboración de catastro de redes de alcantarillado siguiendo una serie de etapas, procesos y normatividad claves para la realización del objetivo de manera sistemática.

A continuación, se exponen los trabajos y metodología empleada.

**Tabla. 5** - Metodología para trabajo en espacio confinado en inspecciones cctv



*Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

**Señalización:** Son elementos que se usan para encauzar al tránsito de vehículos y peatones a lo largo de un tramo en construcción o conservación, tanto en calles como en carreteras, para indicar cierres, estrechamientos y cambios de dirección de la ruta con motivo de la obra.



**Figura 46.** Señalización  
*Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

**Charla:** Las charlas de 5 minutos son charlas realizadas antes de iniciar la jornada laboral en donde se busca informar y sensibilizar a los trabajadores sobre su seguridad y salud.



*Figura 47. Charla de espacio confinado  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

**Mediciones de gases:** Este medidor de gases tiene el tamaño similar al de un celular con capacidad para medir cuatro tipos de gases perjudiciales para la salud. Mantiene altas probabilidades de alerta y precaución sensorial, diseñado específicamente para ingresar a espacios confinados como colectores y pozos de alcantarillado para su respectiva revisión.



*Figura 48. Medición de gases  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*



**Limpieza mecánica y manual:** Consiste en introducir una manguera gruesa en el alcantarillado y con el motor absorbe todo material que obstruye el paso del agua hacia la cámara, luego se inmerge el buzo para retirar el material como: sedimento, arena, basura, raíces, rocas, etc. Todo el material extraído es desaloja a la planta el tornillo.



*Figura 49. Limpieza con hidroclean  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

**Inspección CCTV:** Rovver x, se realiza inspecciones de tuberías que van desde 300mm hasta 5000mm.



*Figura 50. Inspeccion con robot  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*



**Figura 51.** Ingreso del robot a la tubería  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



**Figura 52.** Diagnóstico del sistema de AA.LL. haciendo uso del Robot Rovver x.  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

**Levantamiento Catastral en campo:** Tomar todas las medidas referentes a los detalles técnicos y operacionales de los elementos que intervienen en la Red de la red inspeccionada.



*Figura 53.levantamiento catastral  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

**Informe final:** Recopilación y análisis de la información obtenida durante la inspección e información levantada en campo para su posterior armado topológico del catastro.

### 4.3. Diagnostico de la red cámara k hacia cámara b2

Tabla. 6 - Resumen de observaciones de cam k – cam b2

FECHA	SISTEMA	TRAMOS	long. Insp (m)	CAMARA DE REGISTRO		Ø mm	MATERIAL	MOTIVO POR EL CUAL NO SE TERMINO LA INSPECCIÓN	RESUMEN DE OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
				INICIO	FIN					
02/07/2021	<b>CALLE ACACIAS DESDE 1 PEATONAL 36 HACIA LAURELES</b>									
	AA.LL	K" - B2	64.25	K"	B2	300	H.S	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rotura en junta, 2 secciones, severidad 2.</li> <li>2. Rotura en junta, 4 secciones, severidad 3.</li> <li>3. Oquedad en junta, 2 secciones, severidad 2.</li> <li>4. Oquedad en junta, 4 secciones, severidad 3.</li> <li>5. Agrietamiento longitudinal, 3 secciones, severidad 1.</li> <li>6. Agrietamiento transversal, 1 sección, severidad 2.</li> <li>7. Separación de junta, 6 secciones, severidad 2.</li> <li>8. Separación de junta, 1 sección, severidad 3.</li> <li>9. Permeabilidad en junta, 1 sección, severidad 2.</li> <li>10. Desviación de alineación horizontal, 1 sección, severidad 2.</li> <li>11. Desviación de alineación horizontal, 2 secciones, severidad 3.</li> <li>12. Abrasión en toda la tubería.</li> <li>13. Cámara perdida, abscisa (39,72ml).</li> <li>14. Desviación axial vertical, 1 sección, severidad 2, Pandeo (7%).</li> <li>15. Presencia de material en la tubería, no avanza el robot y se continuará en contra flujo.</li> </ol>	Cambio de tramo Descubrir cámara perdida, abscisa (39,72ml).	
	<b>CONTRA FLUJO</b>									
<b>TOTAL</b>			64.25							

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Tabla. 7 - Diagnostico de la red de cam k – cam b2

Diagnóstico de la Red		
NOMBRE DE LA SECCIÓN: CAM K" - CAM B2	NOMBRE DEL TRAMO: 1	NOMBRE DEL CATÁLOGO: EN13508-2
CLIENTE: INTERAGUA	ENCARGADO DE PROYECTO: ING.GREGORIO SILVA	CONTRATISTA: SESINGAQUA
POZO INICIAL: CAM K"	POZO FINAL: CAM B2	
DIVISIÓN: Guayas/Guayaquil	CALLE: CALLE ACACIAS DESDE 1 PEATONAL 36 HACIA LAURELES	
TIPO DE LOCALIZACIÓN: en una carretera	DIRECCIÓN DE LA INSPECCION: en la dirección del flujo (S-E)	LONGITUD CALCULADA: 64.25 m
FECHA DE LA INSPECCIÓN: 2021.07.02	MOTIVO DE INSPECCIÓN: inspección rutinaria	
PRECIPITACIÓN DE AGUA: no existe precipitación	MATERIAL: Hormigón	
MÉTODO DE INSPECCIÓN: por una cámara por control remoto	ALTURA [MM]: 300	
LIMPIO: Si	FORMA: circular	

Fuente: Robot Rover x

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



Figura 54. Inspección Cam k – cam b2 - 0000

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0000.bmp Código: BCDB  
 Contador de Metros: 0.00 m  
 Texto: Tipo de nudo de comienzo, cámara de inspección, INICIO DE INSPECCION



Figura 55. Inspección Cam k – cam b2 -0001

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022).

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0001.bmp Código: BDDA  
 Contador de Metros: 0.00 m  
 Texto: Nivel del agua, efluente claro, 1 %

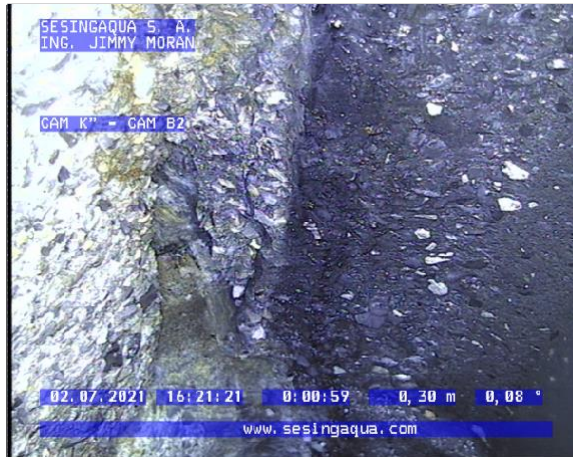


Figura 56. Inspección Cam k – cam b2 -0002  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0002.bmp Código:  
BAP  
Contador de Metros: 0.30 m  
Texto: A través de un defecto se ve una oquedad fuera de la tubería, OQUEDAD CON MATERIAL PERDIDO A 3H



Figura 57. Inspección Cam k – cam b2 -0002  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0002.bmp Código:  
BAP  
Contador de Metros: 0.30 m  
Texto: A través de un defecto se ve una oquedad fuera de la tubería, OQUEDAD CON MATERIAL PERDIDO A 3H



Figura 58. Inspección Cam k – cam b2 -0003  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0003.bmp Código:  
BACA  
Contador de Metros: 0.69 m  
Texto: Rotura, fragmentos de la tubería visiblemente desplazados, pero no perdidos, 1 mm, a 9 Reloj, ROTURA EN JUNTA G.2



Figura 59. Inspección Cam k – cam b2 -0004  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ CAMB2\_0004.bmp  
Código: BACA  
Contador de Metros: 1.52 m  
Texto: Rotura, fragmentos de la tubería visiblemente desplazados, pero no perdidos, 1 mm, a 9 Reloj, ROTURA EN JUNTA G.3



Figura 60. Inspección Cam k – cam b2 -0005  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0005.bmp  
Código: BACA  
Contador de Metros: 1.65 m  
Texto: Rotura, fragmentos de la tubería visiblemente desplazados, pero no perdidos, 1 mm, a 3 Reloj, ROTURA EN JUNTA G.3



Figura 61. Inspección Cam k – cam b2 -0006  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0006.bmp  
Código: BAP  
Contador de Metros: 2.72 m  
Texto: A través de un defecto se ve una oquedad fuera de la tubería, OQUEDAD CON MATERIAL PERDIDO EN JUNTA G.2



Figura 62. Inspección Cam k – cam b2 -0007  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0007.bmp Código:

BACA

Contador de Metros: 2.72 m

Texto: Rotura, fragmentos de la tubería visiblemente desplazados, pero no perdidos, 1 mm, a 3 Reloj, ROTURA EN JUNTA G.2



Figura 63. Inspección Cam k – cam b2 -0008  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0008.bmp Código:

BACA

Contador de Metros: 3.61 m

Texto: Rotura, fragmentos de la tubería visiblemente desplazados pero no perdidos, 1 mm, a 9 Reloj, ROTURA EN JUNTA G.3

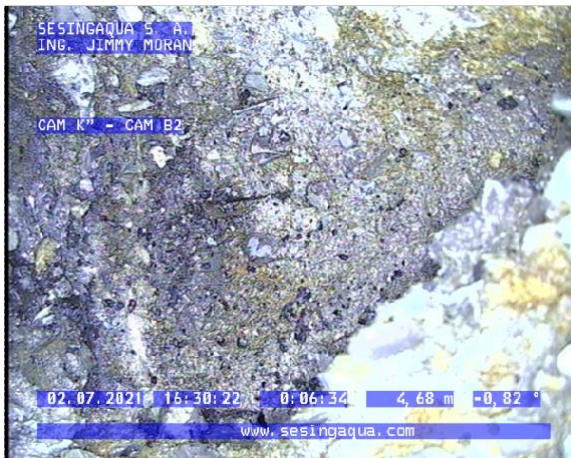


Figura 64. Inspección Cam k – cam b2 -0009  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0009.bmp Código:

BACA

Contador de Metros: 4.68 m

Texto: Rotura, fragmentos de la tubería visiblemente desplazados, pero no perdidos, 1 mm, a 3 Reloj, ROTURA EN JUNTA G.3



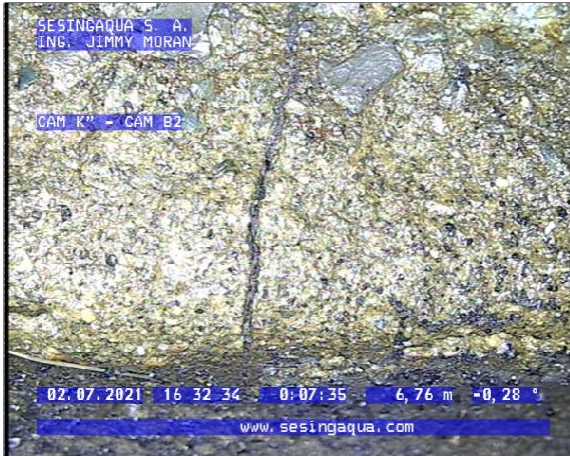


Figura 65. Inspección Cam k – cam b2 -0010  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0010.bmp Código: BABAA  
Contador de Metros: 6.76 m  
Texto: Micro-fisura longitudinal, anchura de la fisura, 1mm, a 12 Reloj, AGRIETAMIENTO G.1



Figura 66. Inspección Cam k – cam b2 -0011  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0011.bmp Código: BDB  
Contador de Metros: 6.76 m  
Texto: Observación general, SEPARACION DEJUNTA G.2

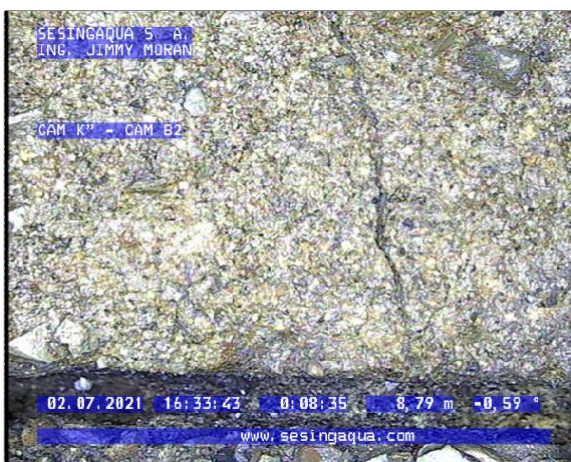


Figura 67. Inspección Cam k – cam b2 -0012  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0012.bmp Código: BABAA  
Contador de Metros: 8.79 m  
Texto: Micro-fisura longitudinal, anchura de la fisura, 1mm, a 12 Reloj, AGRIETAMIENTO G.1

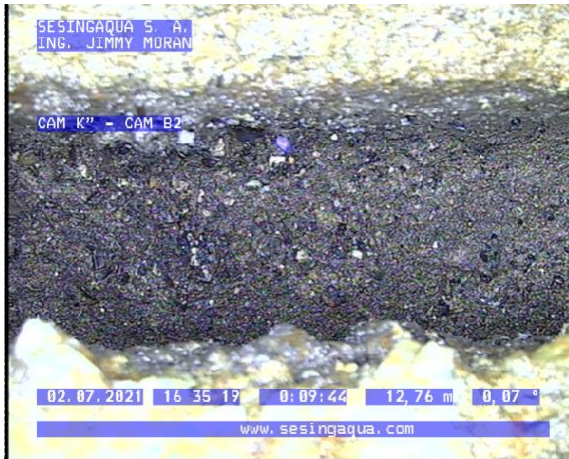


Figura 68. Inspección Cam k – cam b2 -0013  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0013.bmp Código: BDB  
Contador de Metros: 12.76 m  
Texto: Observación general, SEPARACION DEJUNTA G.2



Figura 69. Inspección Cam k – cam b2 -0014  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0014.bmp Código: BCCAB  
Contador de Metros: 16.17 m  
Texto: Curvatura del alcantarillado hacia la izquierda y hacia abajo, 1 °, DESVIACION DE ALINEACION G.2



Figura 70. Inspección Cam k – cam b2 -0015  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0015.bmp Código: BAP  
Contador de Metros: 16.75 m  
Texto: A través de un defecto se ve una oquedad fuerade la tubería, OQUEDAD G.2 A 9H



Figura 71. Inspección Cam k – cam b2 -0016  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0016.bmp Código: BABAA  
 Contador de Metros: 19.87 m  
 Texto: Micro-fisura longitudinal, anchura de la fisura, 1mm, a 11 Reloj, AGRIETAMIENTO A 11H G.2



Figura 72. Inspección Cam k – cam b2 -0017  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0017.bmp Código: BAP  
 Contador de Metros: 20.76 m  
 Texto: A través de un defecto se ve una oquedad fuerade la tubería, OQUEDAD EN JUNTA A 11H G.3

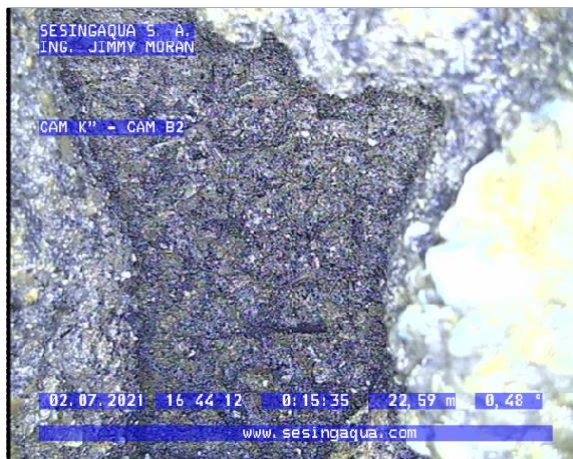


Figura 73. Inspección Cam k – cam b2 -0018  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0018.bmp Código: BAP  
 Contador de Metros: 22.59 m  
 Texto: A través de un defecto se ve una oquedad fuerade la tubería, OQUEDAD EN JUNTA A 11H G.3

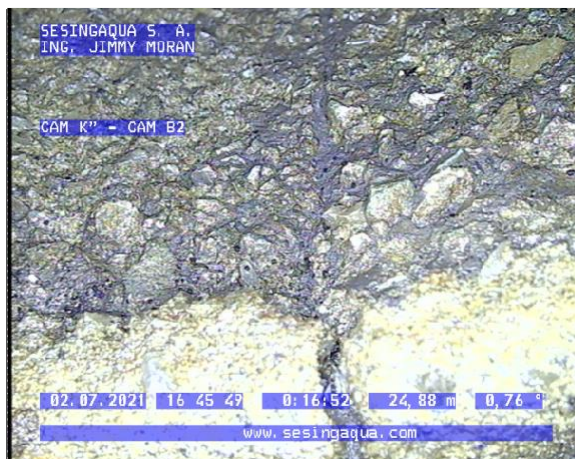


Figura 74. Inspección Cam k – cam b2 -0019  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0019.bmp Código: BABAA  
Contador de Metros: 24.88 m  
Texto: Micro-fisura longitudinal, anchura de la fisura, 1mm, a 11 Reloj



Figura 75. Inspección Cam k – cam b2 -0020  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0020.bmp Código: BDB  
Contador de Metros: 26.95 m  
Texto: Observación general, SEPARACION DE JUNTA G.2

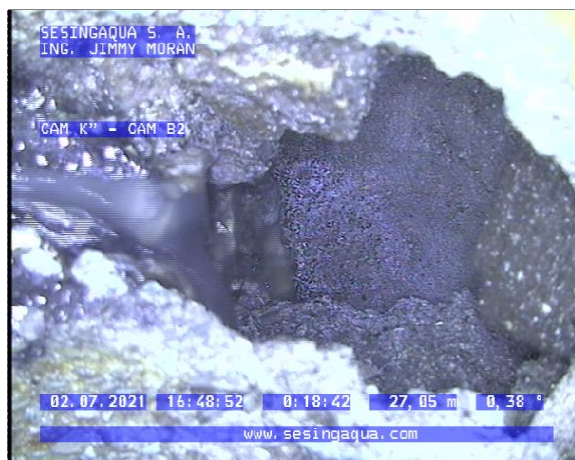


Figura 76. Inspección Cam k – cam b2 -0021  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0021.bmp Código: BAP  
Contador de Metros: 27.05 m  
Texto: A través de un defecto se ve una oquedad fuera de la tubería, OQUEDAD CON MATERIAL PERDIDO Y PRESENCIA DE AGUA SALIENTE

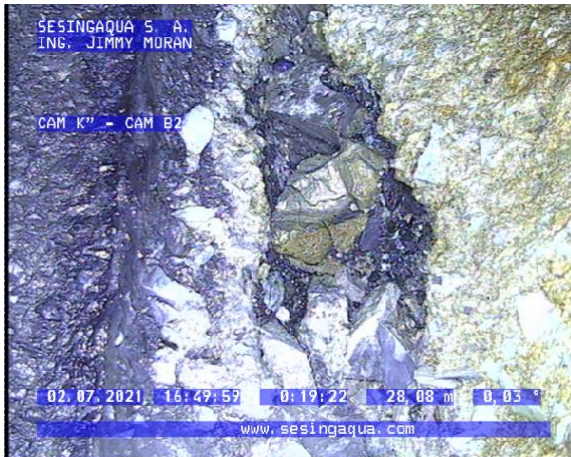


Figura 77. Inspección Cam k – cam b2 -0022  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0022.bmp Código:  
BAP  
Contador de Metros: 28.08 m  
Texto: A través de un defecto se ve una oquedad fuerade la tubería, OQUEDAD CON MATERIAL PERDIDO A 3H G.3



Figura 78. Inspección Cam k – cam b2 -0023  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0023.bmp Código:  
BBFC  
Contador de Metros: 34.04 m  
Texto: Infiltración flujo,, a 8 Reloj, PERMEABILIDADEN JUNTA G.2



Figura 79. Inspección Cam k – cam b2 -0024  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0024.bmp Código:  
BABAA  
Contador de Metros: 34.04 m  
Texto: Micro-fisura longitudinal, anchura de la fisura, 1mm, a 11 Reloj, AGRIETAMIENTO G.2



Figura 80. Inspección Cam k – cam b2 -0025  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0025.bmp Código: BABAA  
Contador de Metros: 35.06 m  
Texto: Micro-fisura longitudinal, anchura de la fisura, 1mm, a 11 Reloj, AGRIETAMIENTO G.2



Figura 81. Inspección Cam k – cam b2 -0026  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0026.bmp Código: BCCBB  
Contador de Metros: 36.37 m  
Texto: Curvatura del alcantarillado hacia la derecha y hacia abajo., 1 °, DESVIACION DE ALINEACION G.3

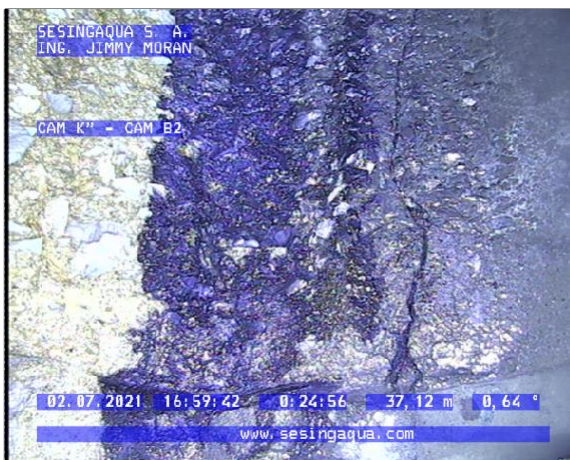
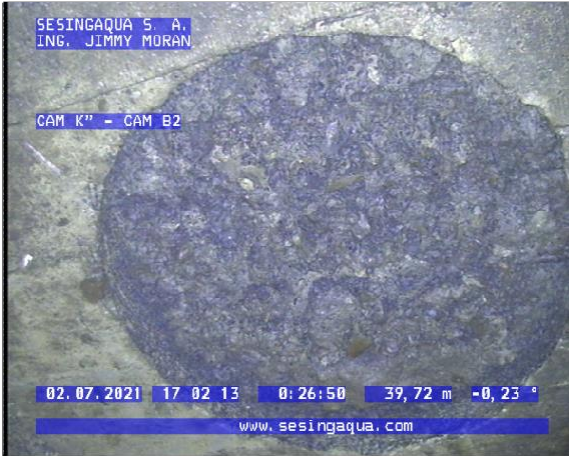


Figura 82. Inspección Cam k – cam b2 -0027  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0027.bmp Código: BABAA  
Contador de Metros: 37.12 m  
Texto: Micro-fisura longitudinal, anchura de la fisura, 1mm, a 7 Reloj, AGRIETAMIENTO G.2



Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0028.bmp Código: BDB

Contador de Metros: 39.72 m

Texto: Observación general, PRESENCIA DECAMARA PERDIDA

Figura 83. Inspección Cam k – cam b2 -0028  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

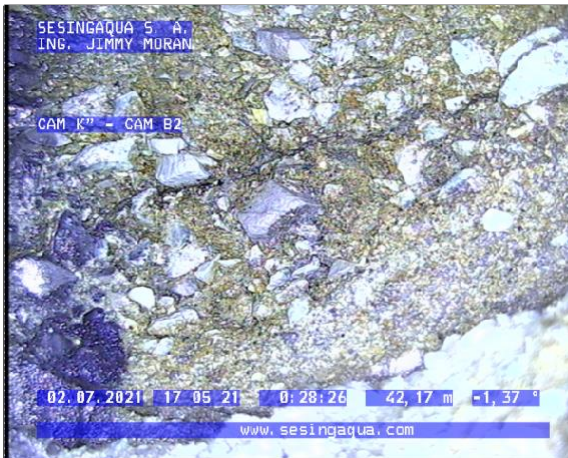


Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0029.bmp Código: BCCBB

Contador de Metros: 41.61 m

Texto: Curvatura del alcantarillado hacia la derecha y hacia abajo., 1 °, DESVIACION DE ALINEACION G.3

Figura 84. Inspección Cam k – cam b2 -0029  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0030.bmp Código: BABAB

Contador de Metros: 42.17 m

Texto: Micro-fisura circunferencial, anchura de la fisura, 1 mm, desde 9 Reloj, a 6 Reloj, AGRIETAMIENTO TRANSVERSAL G.2

Figura 85. Inspección Cam k – cam b2 -0030  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

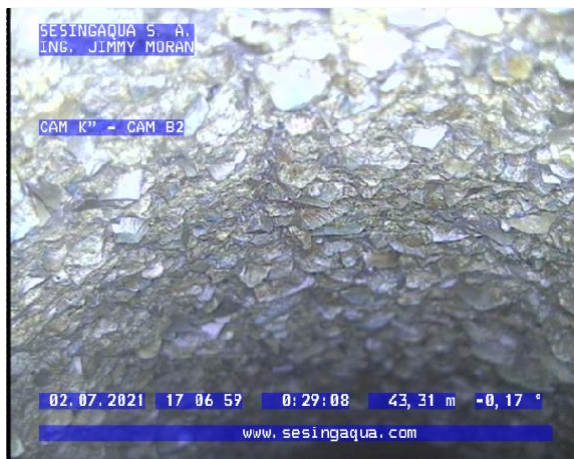


Figura 86. Inspección Cam k – cam b2 -0031  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0031.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 43.31 m  
Texto: Observación general, ABRASION EN  
TODA LATUBERIA

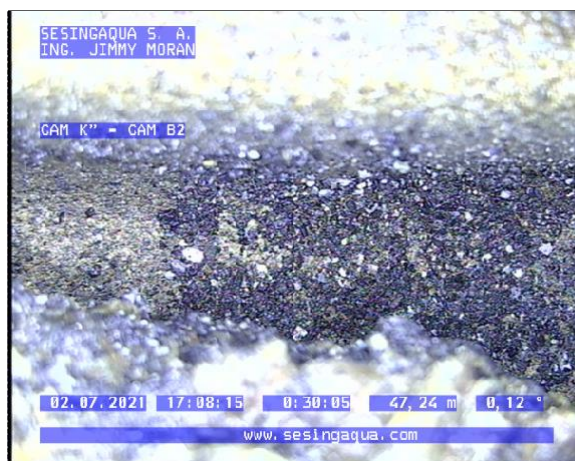


Figura 87. Inspección Cam k – cam b2 -0032  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0032.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 47.24 m  
Texto: Observación general,  
SEPARACION DEJUNTA G.2

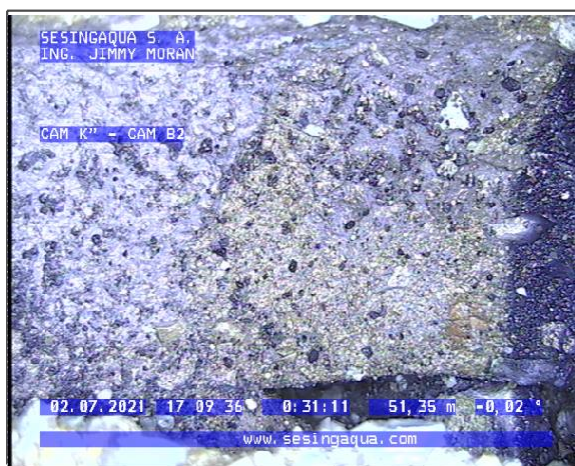


Figura 88. Inspección Cam k – cam b2 -0033  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0033.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 51.35 m  
Texto: Observación general,  
SEPARACION DEJUNTA G.3





Figura 89. Inspección Cam k – cam b2 -0034  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0035.bmp Código: BABAA  
 Contador de Metros: 56.51 m  
 Texto: Micro-fisura longitudinal, anchura de la fisura, 1mm, a 12 Reloj

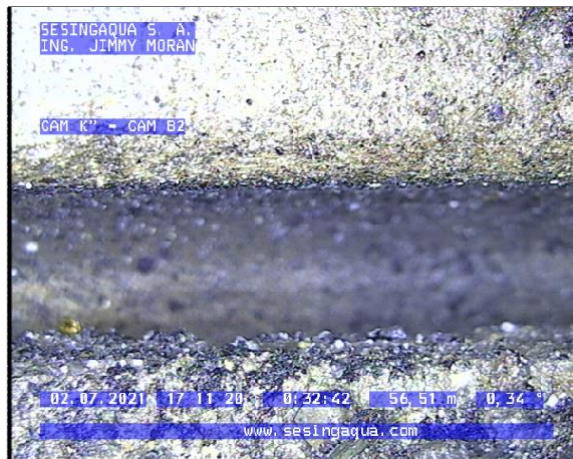


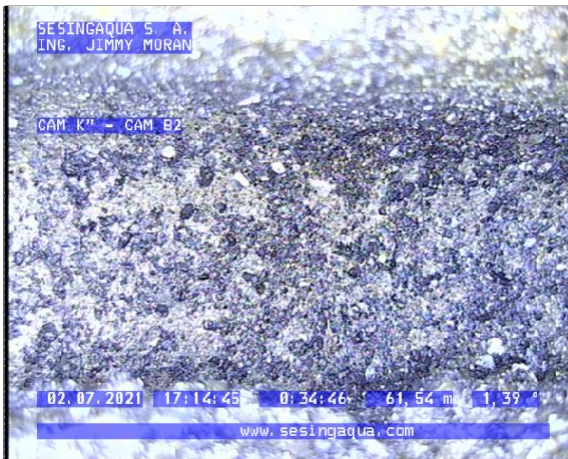
Figura 90. Inspección Cam k – cam b2 -0035  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0034.bmp Código: BDB  
 Contador de Metros: 56.51 m  
 Texto: Observación general, SEPARACION DE JUNTA G.2



Figura 91. Inspección Cam k – cam b2 -0036  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0036.bmp Código: BDB  
 Contador de Metros: 59.51 m  
 Texto: Observación general, DESVIACION AXIAL VERTICAL INICIO



Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0037.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 61.54 m  
Texto: Observación general,  
SEPARACION DEJUNTA G.2

Figura 92. Inspección Cam k – cam b2 -0037  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0038.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 64.25 m  
Texto: Observación general,  
PRESENCIA DEMATERIAL  
EN EL FLUJO (ARENA)

Figura 93. Inspección Cam k – cam b2 -0038  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



Archivo de fotos CAM K\_ - CAM B2\_0039.bmp Código:  
BCEB  
Contador de Metros: 64.25 m  
Texto: Nudo de final, cámara de inspección,, FIN  
DE LA INSPECCION.

Figura 94. Inspección Cam k – cam b2 -0039  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

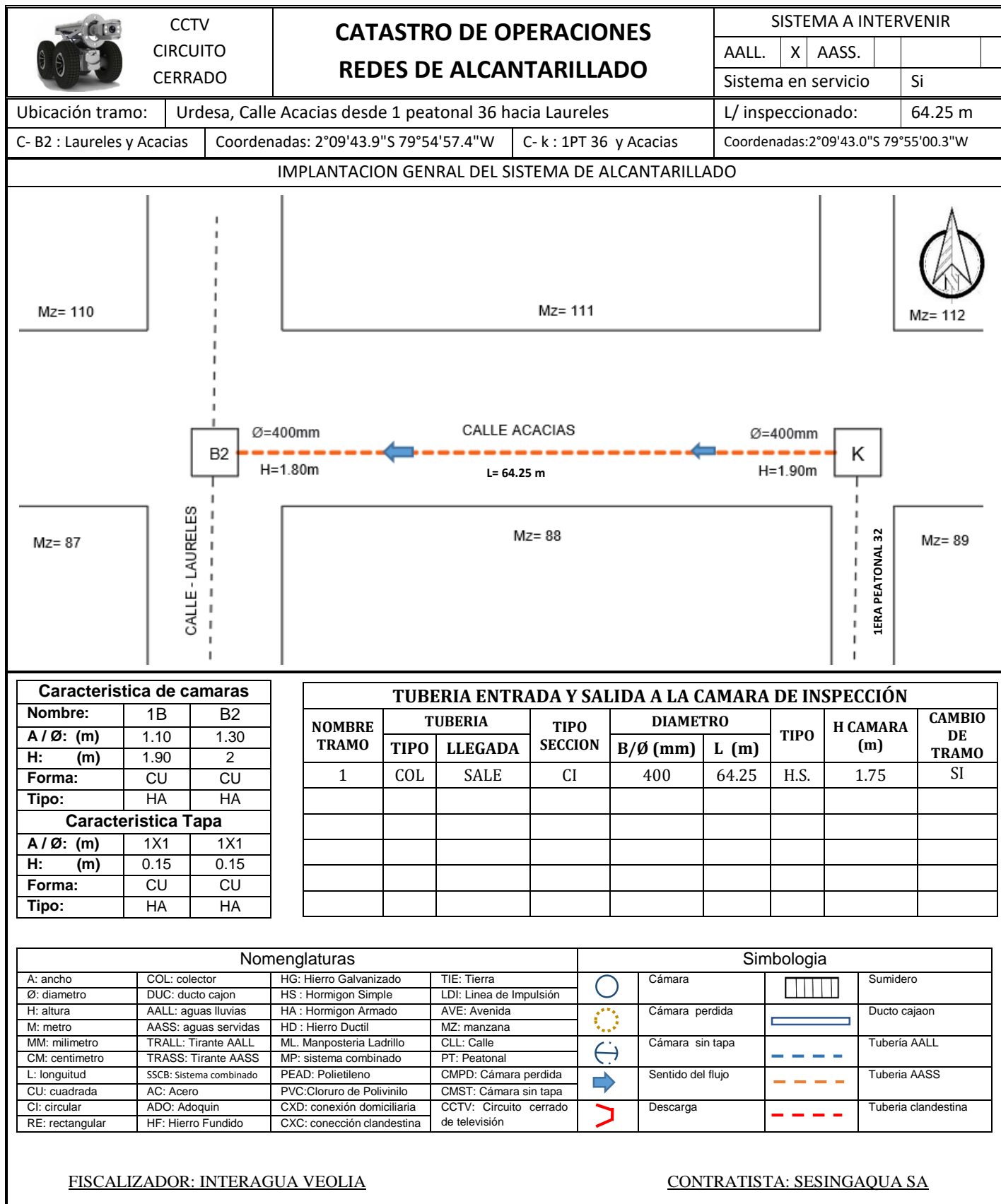


Figura 95. Catastro de operaciones k – cam b2 -001  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



CCTV  
CIRCUITO  
CERRADO

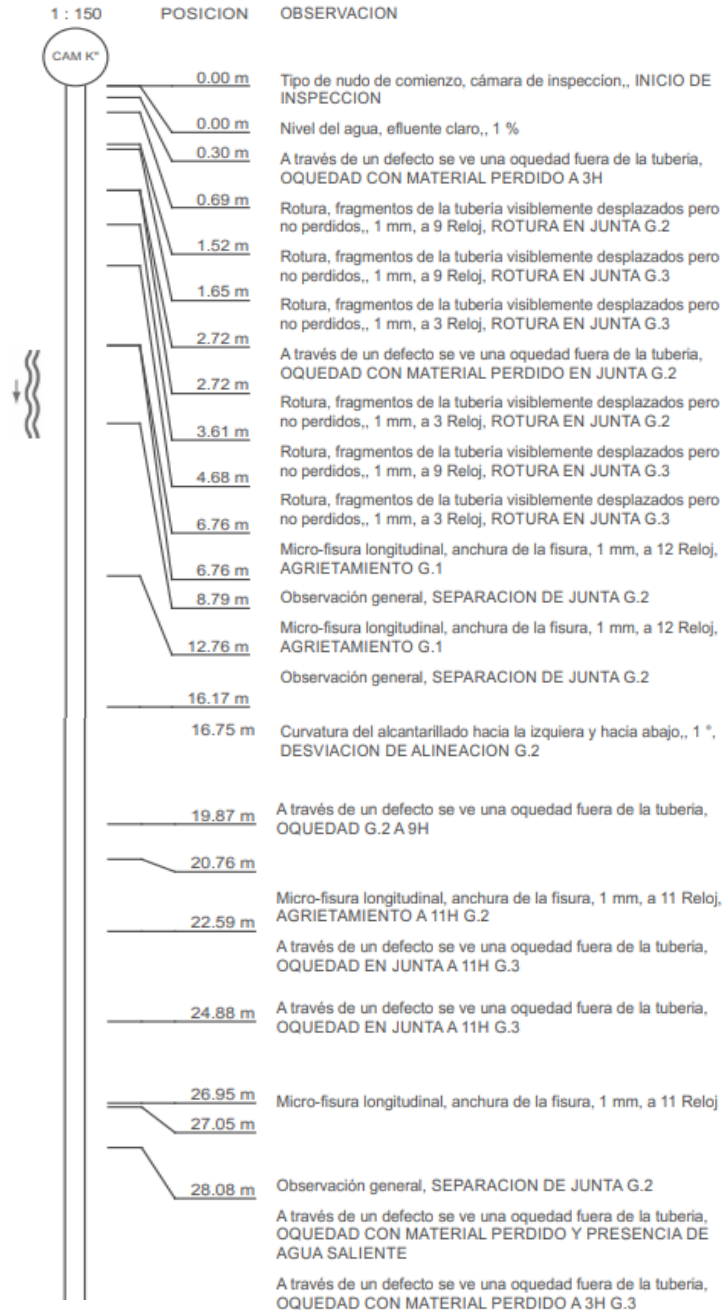
## CATASTRO DE OPERACIONES REDES DE ALCANTARILLADO

SISTEMA A INTERVENIR

AALL.	X	AASS.		SSCB.	
Sistema en servicio				Si	

Ubicación tramo:	Urdesa, Calle Acacias desde 1 peatonal 36 hacia Laureles	L/ inspeccionado:	64.25 m
C B2 : Laureles y Acacias	Coordenadas: 2°09'43.9"S 79°54'57.4"W	C k : 1PT 32 y Acacias	Coordenadas:2°09'43.0"S 79°55'00.3"W

### DAÑOS DE LA RED



FISCALIZADOR: INTERAGUA VEOLIA

CONTRATISTA: SESINGAQUA SA

Figura 96. Catastro de operaciones k – cam b2 -002  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



**CCTV  
CIRCUITO  
CERRADO**

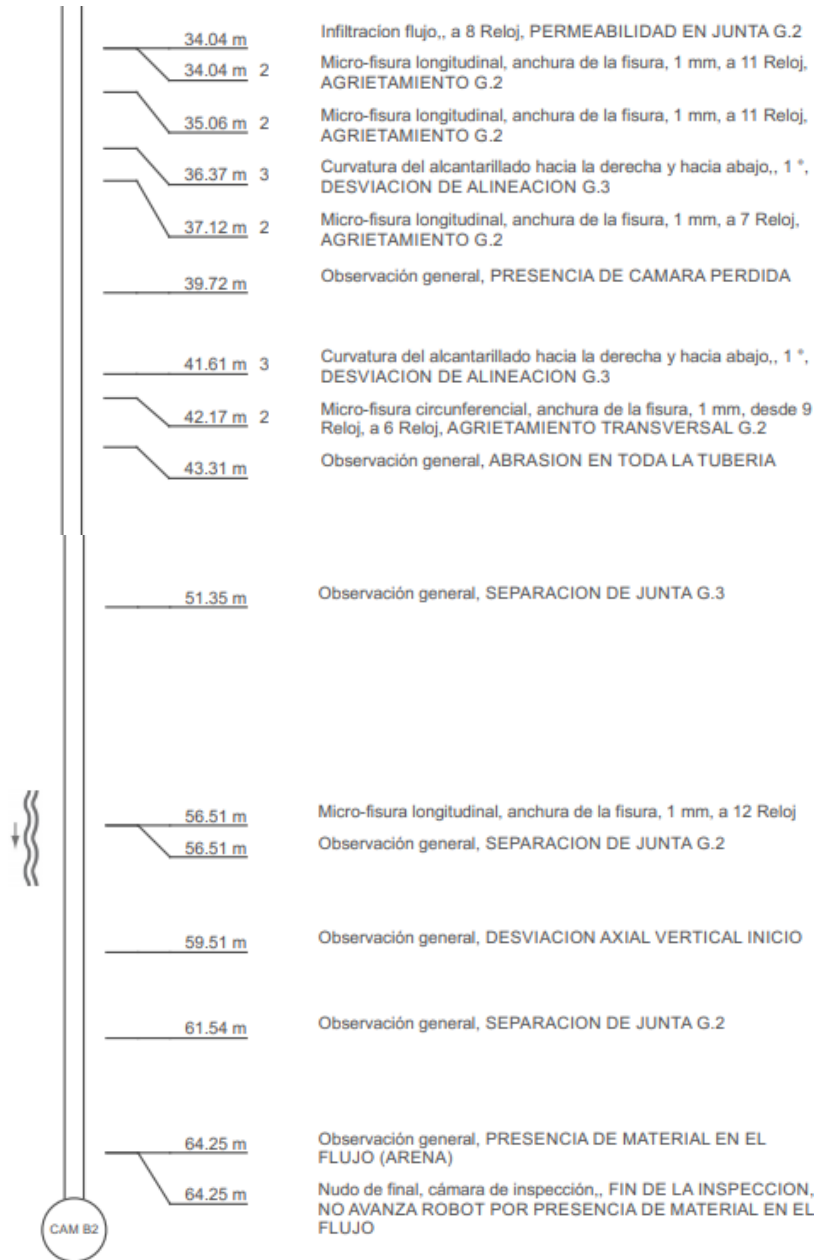
**CATASTRO DE OPERACIONES  
REDES DE ALCANTARILLADO**

SISTEMA A INTERVENIR

AALL.	X	AASS.		SSCB.	
Sistema en servicio				Si	

Ubicación tramo:	Urdesa, Calle Acacias desde 1 peatonal 36 hacia Laureles	L/ inspeccionado:	64.25 m
C B2 : Laureles y Acacias	Coordenadas: 2°09'43.9"S 79°54'57.4"W	C k : 1PT 32 y Acacias	Coordenadas:2°09'43.0"S 79°55'00.3"W

**DAÑOS DE LA RED**



FISCALIZADOR: INTERAGUA VEOLIA

CONTRATISTA: SESINGAQUA SA

*Figura 97. Catastro de operaciones k – cam b2 -002.1  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)*

#### 4.4. Diagnóstico de la red cámara 2co hacia cámara 1cc

Tabla. 8 - Resumen de observaciones de cam 2co – cam 1c

FECHA	SISTEMA	TRAMOS	long. Insp (m)	CAMARA DE REGISTRO		Ø mm	MATERIAL	MOTIVO POR EL CUAL NO SE TERMINO LA INSPECCIÓN	RESUMEN DE OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
				INICIO	FIN					
<b>CALLE ALFREDO PAREJA DESDE 1ER PEATONAL 34 HASTA LAURELES</b>										
02/07/2021	AALL	2CO - 1C	77.11	2CO	1C	400	H.S		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desviación axial vertical, 2 secciones, severidad 2, pandeo (46%)</li> <li>2. Separación de junta, 3 secciones, severidad 2.</li> <li>3. Rotura en junta, 1 sección, severidad 2.</li> <li>4. Desviación de alineación horizontal, 1 sección, severidad 3.</li> <li>5. Permeabilidad en junta, 1 sección, severidad 2.</li> </ol>	Cambio de tramo
<b>CONTRA FLUJO</b>										
<b>TOTAL</b>			77.11							

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Tabla. 9 - Diagnostico de la red de cam 2co – cam 1c

Diagnóstico de la Red		
NOMBRE DE LA SECCIÓN: CAM 2CO - CAM 1C	NOMBRE DEL TRAMO: 2	NOMBRE DEL CATÁLOGO: EN13508-2
CLIENTE: INTERAGUA	ENCARGADO DE PROYECTO: ING.GREGORIO SILVA	CONTRATISTA: SESINGAQUA
POZO INICIAL: CAM 2CO	POZO FINAL: CAM 1C	
DIVISIÓN: Guayas/Guayaquil	CALLE: ALFREDO PAREJA DESDE 1ERA PT 34 HASTA LAURELES	
TIPO DE LOCALIZACIÓN: en una carretera	DIRECCIÓN DE LA INSPECCION: en la dirección del flujo (S-E)	LONGITUD CALCULADA: 77.11 m
FECHA DE LA INSPECCIÓN: 2021.07.02	MOTIVO DE INSPECCIÓN: inspección rutinaria	
PRECIPITACIÓN DE AGUA: no existe precipitación	MATERIAL: Hormigón	
MÉTODO DE INSPECCIÓN: por una cámara por control remoto	ALTURA [MM]: 400	
LIMPIO: Si	FORMA: circular	

Fuente: Robot Rover x

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



Archivo de fotos: CAM 2CO - CAM 1C\_0000.bmp Código: BCDB  
 Contador de Metros: 0.00 m  
 Texto: Tipo de nudo de comienzo, cámara de inspección, INICIO DE INSPECCION

Figura 98. Inspección Cam 2co – cam 1c -0000

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



Archivo de fotos: CAM 2CO - CAM 1C\_0001.bmp Código: BDB  
 Contador de Metros: 12.31 m  
 Texto: Observación general, SEPARACION DEJUNTA G.2

Figura 99. Inspección Cam 2co – cam 1c -0001

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



Figura 100. Inspección Cam 2co – cam 1c -0002  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0002.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 22.24 m  
Texto: Observación general, DESVIACION AXIAL VERTICAL INICIO



Figura 101. Inspección Cam 2co – cam 1c -0003  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0003.bmp Código:  
BBFB  
Contador de Metros: 22.24 m  
Texto: Infiltración goteo, a 12 Reloj,  
PERMEABILIDAD G.2



Figura 102. Inspección Cam 2co – cam 1c -0004  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0004.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 32.25 m  
Texto: Observación general, DESVIACION AXIAL VERTICAL FIN



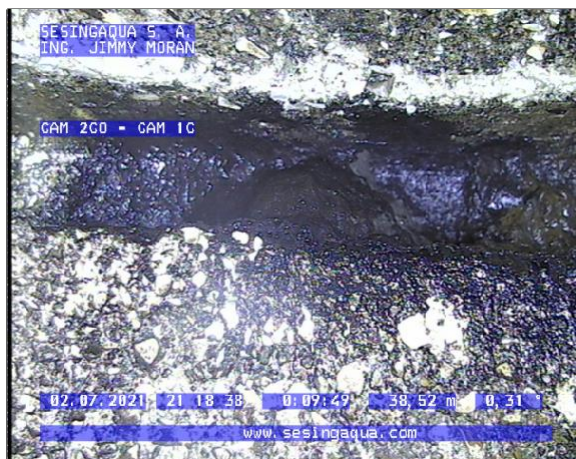


Figura 103. Inspección Cam 2co – cam 1c -0005  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0005.bmp Código:  
BACA  
Contador de Metros: 38.52 m  
Texto: Rotura, fragmentos de la tubería visiblemente desplazados pero no perdidos,, 1 mm, a 3 Reloj, ROTURA EN JUNTA G.2



Figura 104. Inspección Cam 2co – cam 1c -0006  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0006.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 47.39 m  
Texto: Observación general, SEPARACION DEJUNTA G.2



Figura 105. Inspección Cam 2co – cam 1c -0007  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0007.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 50.54 m  
Texto: Observación general, DESVIACION AXIAL VERTICAL INICIO



Figura 106. Inspección Cam 2co – cam 1c -0008  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0008.bmp Código:  
BCCAB  
Contador de Metros: 61.17 m  
Texto: Curvatura del alcantarillado hacia la izquierda y hacia abajo, 1 °, DESVIACION DE ALINEACION G.3



Figura 107. Inspección Cam 2co – cam 1c -0009  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0009.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 66.42 m  
Texto: Observación general, SEPARACION DE JUNTA G.2

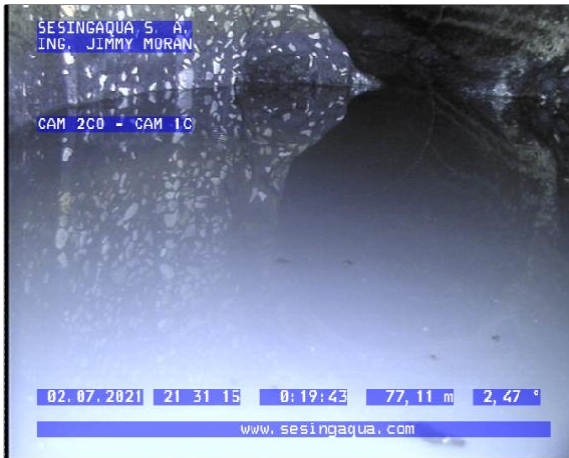


Figura 108. Inspección Cam 2co – cam 1c -0010  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0010.bmp Código:  
BDB  
Contador de Metros: 77.11 m  
Texto: Observación general, DESVIACION AXIAL VERTICAL FIN



Figura 109. Inspección Cam 2co – cam 1c -0011  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0011.bmp Código:  
BCEB  
Contador de Metros: 77.11 m  
Texto: Nudo de final, cámara de inspección, FIN  
DELA INSPECCION



Figura 110. Inspección Cam 2co – cam 1c -0012  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos CAM 2CO - CAM 1C\_0012.bmp Código:  
BCEB  
Contador de Metros: 77.11 m  
Texto: Nudo de final, cámara de inspección, FIN  
DELA INSPECCION

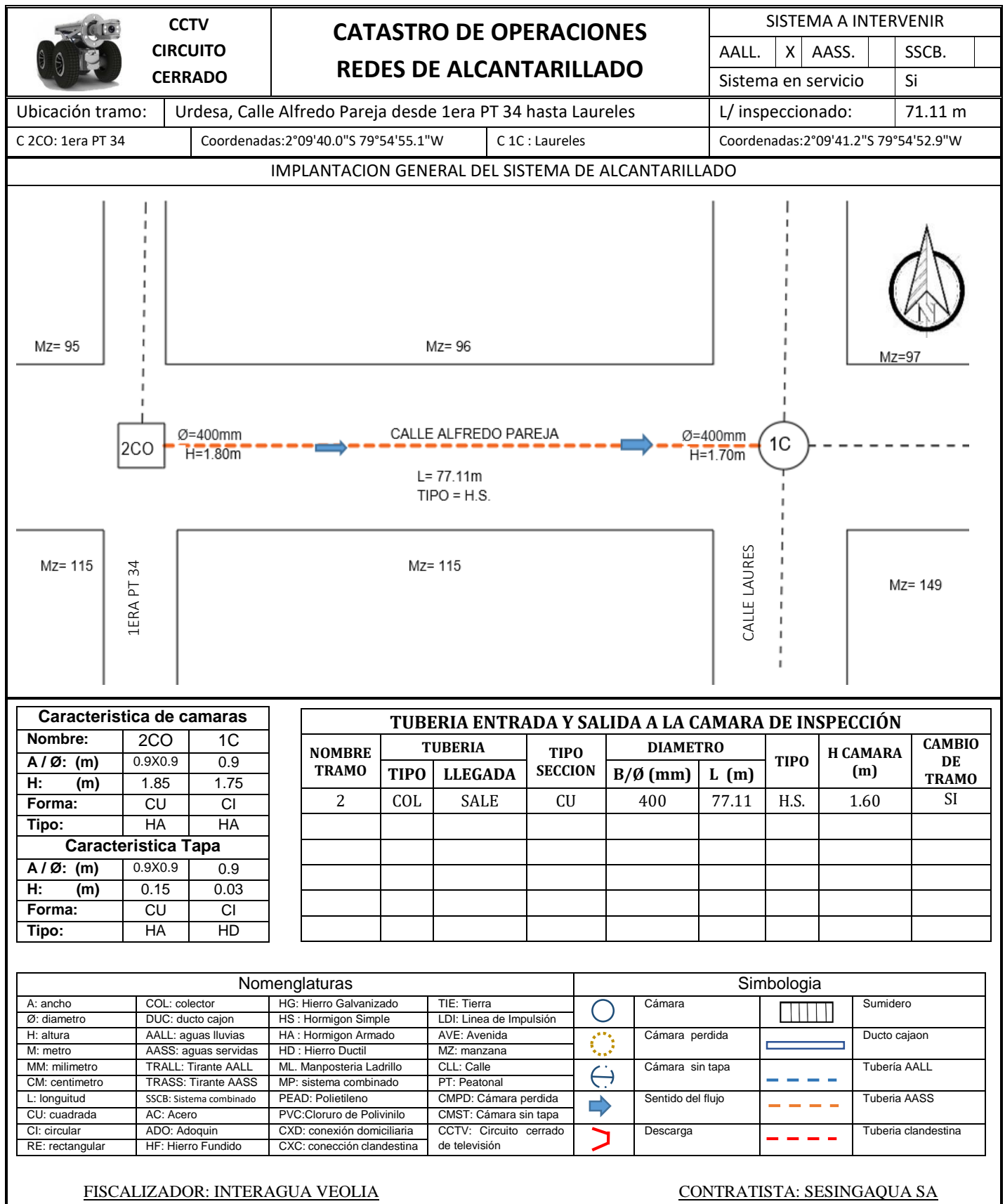


Figura 111. Catastro de operaciones 2co – cam 1c -001  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



**CCTV  
CIRCUITO  
CERRADO**

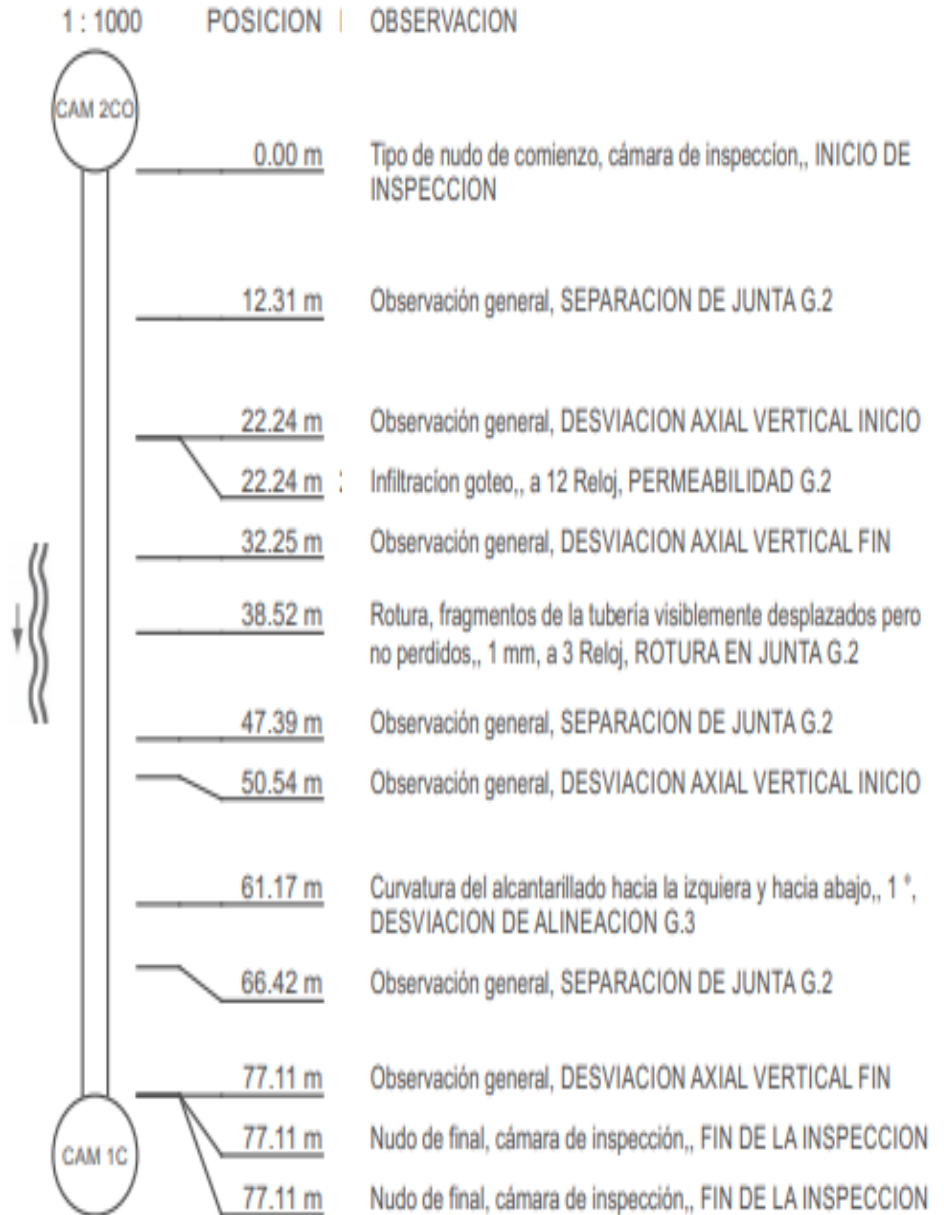
**CATASTRO DE OPERACIONES  
REDES DE ALCANTARILLADO**

SISTEMA A INTERVENIR

AALL.	X	AASS.		SSCB.	
Sistema en servicio				Si	

Ubicación tramo:	Urdesa, Calle Alfredo Pareja desde Callejón 12 hasta Laureles	L/ inspeccionado:	71.11 m
C 2CO: 1era PT 34	Coordenadas:2°09'40.0"S 79°54'55.1"W	C 1C : Laureles	Coordenadas:2°09'41.2"S 79°54'52.9"W

**DAÑOS DE LA RED**



FISCALIZADOR: INTERAGUA VEOLIA

CONTRATISTA: SESINGAQUA SA

Figura 112. Catastro de operaciones 2co – cam 1c -002  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

### 4.3 Diánostico de la red cámara b5 hacia cámara b6

Tabla. 10 - Resumen de observaciones de cam b5 – cam b6

FECHA	SISTEMA	TRAMOS	long. Insp (m)	CAMARA DE REGISTRO		Ø mm	MATERIAL	MOTIVO POR ELCUAL NO SE TERMINO LA INSPECCIÓN	RESUMEN DE OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
				INICIO	FIN					
<b>CALLE COSTANERA DESDE CALLE MIRTO HASTA CALLE LAURES</b>										
10/07/2021	AA.LL	B5 -B6	39.15	B5	B6	8730	350	PVC	1.- Deformación puntual, varias secciones, severidad 1. 2.- Deformación puntual, varias secciones, severidad 2, abscisa (11,07ml), (17,20ml), (20,51ml). 3.- Ovalidad en junta, dos secciones, severidad 1. 4.-Desviación axial vertical del 5%.	Reparación puntual. Abscisa (11,07ml), (17,20ml), (20,51ml).
<b>CONTRA FLUJO</b>										
<b>TOTAL</b>			39.15							

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Tabla. 11 - Diagnostico de la red de cam b5 – cam b6

Diagnóstico de la Red		
NOMBRE DE LA SECCIÓN: CAM B5 - CAM B6	NOMBRE DEL TRAMO: 3	NOMBRE DEL CATÁLOGO: EN13508-3
CLIENTE: INTERAGUA	ENCARGADO DE PROYECTO: ING.GREGORIO SILVA	CONTRATISTA: SESINGAQUA
POZO INICIAL: CAM B5	POZO FINAL: CAM B6	
DIVISIÓN: Guayas/Guayaquil	CALLE: CALLE COSTANERA DESDE CALLE MIRTO HASTA CALLE LAURES	
TIPO DE LOCALIZACIÓN: en una carretera	DIRECCIÓN DE LA INSPECCION: en la dirección del flujo (S-E)	LONGITUD CALCULADA: 39.19 m
FECHA DE LA INSPECCIÓN: 2021.07.10	MOTIVO DE INSPECCIÓN: inspección rutinaria	
PRECIPITACIÓN DE AGUA: no existe precipitación	MATERIAL: PVC-U	
MÉTODO DE INSPECCIÓN: por una cámara por control remoto	ALTURA [MM]: 350	
LIMPIO: Si	FORMA: circular	

Fuente: Robot Rover x

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



Figura 113. Inspección Cam b5 – cam b6 -0000

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



Figura 114. Inspección Cam b5 – cam b6 -0001

Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0000. bmp Código: BDB  
 Contador de Metros: 7,61 m  
 Texto: Observación general, DEFORMACIÓN PUNTUAL G.1, DOS SECCIONES

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0001. bmp Código: BDB  
 Contador de Metros: 8,68 m  
 Texto: Observación general, DEFORMACIÓN PUNTUAL G.1, DOS SECCIONES



Figura 115. Inspección Cam b5 – cam b6 -0002  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0002. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 10,40 m  
Texto: Observación general, OVALIDAD EN  
JUNTA G.1



Figura 116. Inspección Cam b5 – cam b6 -0003  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0003. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 11,07 m  
Texto: Observación general, DEFORMACIÓN  
PUNTUAL G.2



Figura 117. Inspección Cam b5 – cam b6 -0004  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0004. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 11,71 m  
Texto: Observación general, DEFORMACIÓN  
PUNTUAL G.1





Figura 118. Inspección Cam b5 – cam b6 -0005  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0005. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 12,47 m  
Texto: Observación general, DEFORMACIÓN  
PUNTUAL G.1, VARIAS SECCIONES



Figura 119. Inspección Cam b5 – cam b6 -0006  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0006. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 14,80 m  
Texto: Observación general, DEFORMACIÓN  
PUNTUAL G.1, VARIAS SECCIONES



Figura 120. Inspección Cam b5 – cam b6 -0007  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0007. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 15,65 m  
Texto: Observación general, OVALIDA EN  
JUNTA G.1



Figura 121. Inspección Cam b5 – cam b6 -0008  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0008. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 17,20 m  
Texto: Observación general, DEFORMACIÓN  
PUNTUAL G.2

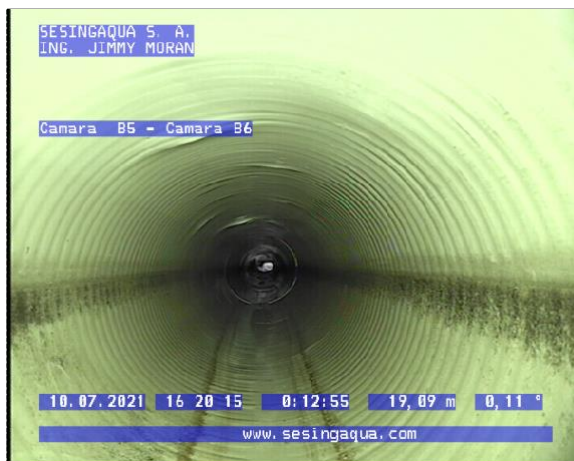


Figura 122. Inspección Cam b5 – cam b6 -0009  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0009. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 19,09 m  
Texto: Observación general, DEFORMACIÓN  
PUNTUAL G.1 VARIAS SECCIONES

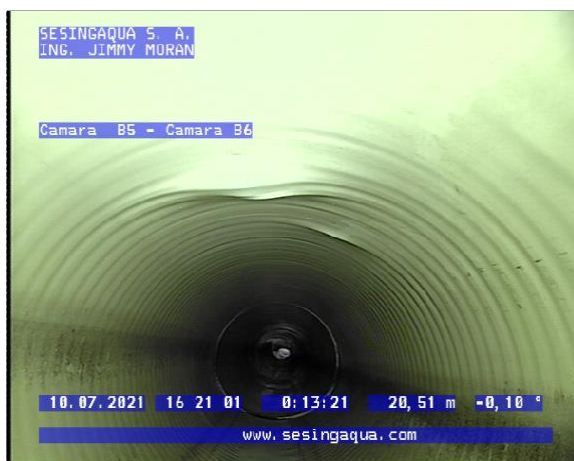


Figura 123. Inspección Cam b5 – cam b6 -0010  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0010. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 20,51 m  
Texto: Observación general, DEFORMACIÓN  
PUNTUAL G.2

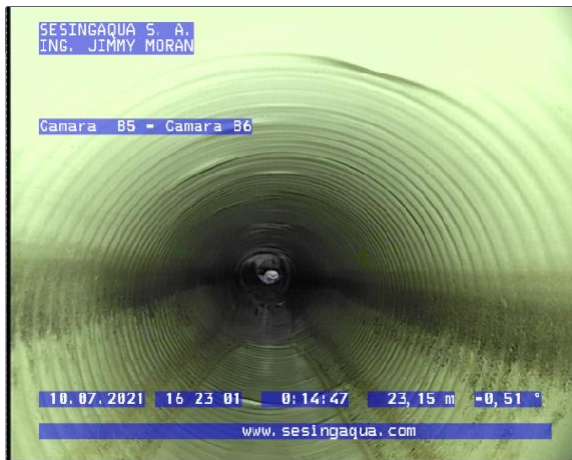


Figura 124. Inspección Cam b5 – cam b6 -0011  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0011. bmp Código: BDB  
 Contador de Metros: 23,15 m  
 Texto: Observación general, DEFORMACIÓN PUNTUAL G.1, VARIAS SECCIONES



Figura 125. Inspección Cam b5 – cam b6 -0012  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0012. bmp Código: BDB  
 Contador de Metros: 26,85 m  
 Texto: Observación general, DEFORMACIÓN PUNTUAL G.1



Figura 126. Inspección Cam b5 – cam b6 -0013  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0013. bmp Código: BDB  
 Contador de Metros: 37,39 m  
 Texto: Observación general, PANDEO INICIO



Figura 127. Inspección Cam b5 – cam b6 -0014  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0014. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 37,79 m  
Texto: Observación general, FIN DE PANDEO



Figura 128. Inspección Cam b5 – cam b6 -0015  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

Archivo de fotos: Cam B5 –Cam B6\_0015. bmpCódigo:  
BDB  
Contador de Metros: 39,15 m  
Texto: Observación general, FIN DE INSPECCIÓN DE CAMARA B5 HACIA CAMARA B6



**CCTV  
CIRCUITO  
CERRADO**

**CATASTRO DE OPERACIONES  
REDES DE ALCANTARILLADO**

SISTEMA A INTERVENIR

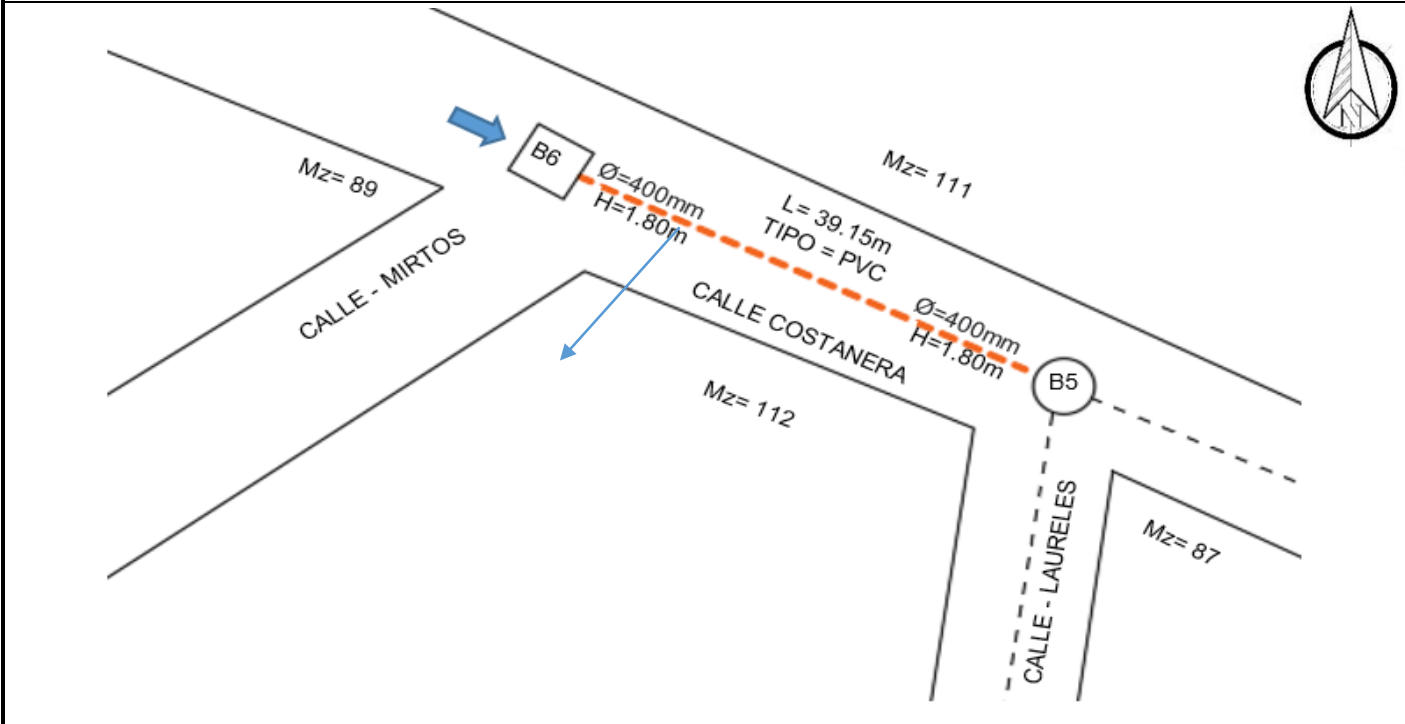
AALL. X AASS. SSCB.

Sistema en servicio Si

Ubicación tramo: Urdesa, Calle Costanera desde calle Mirtos hasta calle Laureles L/ inspeccionado: 39.15 m

C B6 : Mirtos y Costanera Coordenadas: 2°09'50.1"S 79°54'59.5"W C B5 : Laureles y Costanera Coordenadas: 2°09'48.9"S 79°54'59.8"W

**IMPLANTACION GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO**



**Característica de camaras**

Nombre:	B6	B5
A / Ø: (m)	1X1	1
H: (m)	2	2.15
Forma:	CU	CI
Tipo:	HA	HA

**Característica Tapa**

A / Ø: (m)	1X1	1
H: (m)	0.15	0.03
Forma:	CU	CI
Tipo:	HA	HD

**TUBERIA ENTRADA Y SALIDA A LA CAMARA DE INSPECCIÓN**

NOMBRE TRAMO	TUBERIA		TIPO SECCION	DIAMETRO		TIPO	H CAMARA (m)	CAMBIO DE TRAMO
	TIPO	LLEGADA		B/Ø (mm)	L (m)			
3	COL	SALE	CU	400	39.15	PVC	1.80	SI

**Nomenclaturas**

A: ancho	COL: colector	HG: Hierro Galvanizado	TIE: Tierra
Ø: diametro	DUC: ducto cajon	HS : Hormigon Simple	LDI: Linea de Impulsión
H: altura	AALL: aguas lluvias	HA : Hormigon Armado	AVE: Avenida
M: metro	AASS: aguas servidas	HD : Hierro Ductil	MZ: manzana
MM: milimetro	TRALL: Tirante AALL	ML: Manposteria Ladrillo	CLL: Calle
CM: centimetro	TRASS: Tirante AASS	MP: sistema combinado	PT: Peatonal
L: longitud	SSCB: Sistema combinado	PEAD: Polietileno	CMPD: Cámara perdida
CU: cuadrada	AC: Acero	PVC:Cloruro de Polivinilo	CMST: Cámara sin tapa
CI: circular	ADO: Adoquin	CXD: conexión domiciliaria	CCTV: Circuito cerrado de televisión
RE: rectangular	HF: Hierro Fundido	CXC: conexión clandestina	

**Simbologia**

	Cámara		Sumidero
	Cámara perdida		Ducto cajon
	Cámara sin tapa		Tubería AALL
	Sentido del flujo		Tubería AASS
	Descarga		Tubería clandestina

FISCALIZADOR: INTERAGUA VEOLIA

CONTRATISTA: SESINGAQUA SA

Figura 129. Catastro de operaciones b5 – cam b6 -001  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



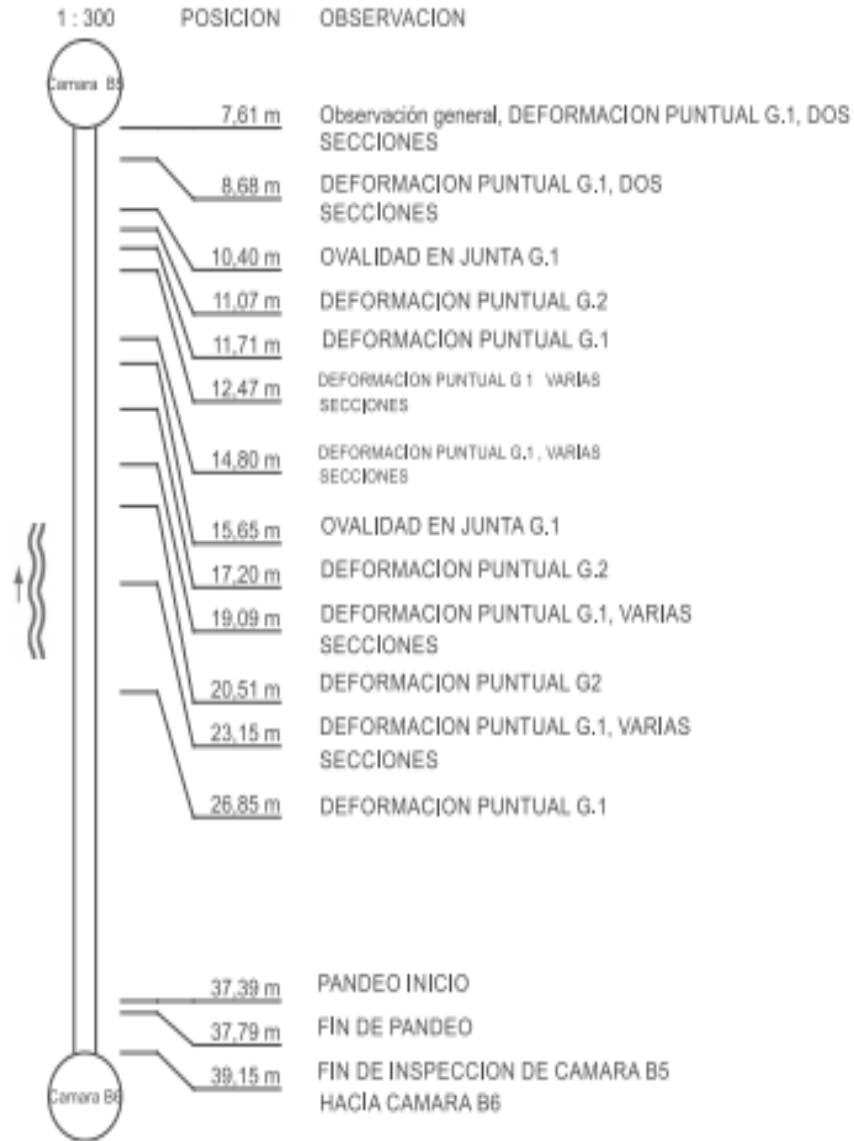
**CCTV  
CIRCUITO  
CERRADO**

**CATASTRO DE OPERACIONES  
REDES DE ALCANTARILLADO**

SISTEMA A INTERVENIR				
AALL.	X	AASS.		SSCB.
Sistema en servicio				Si

Ubicación tramo:	Urdesa. Calle Costanera desde calle Mirtos hasta calle Laureles	L/ inspeccionado:	39.15 m
C B6 : Mirtos y Costanera	Coordenadas: 2°09'50.1"S 79°54'59.5"W	C B5 : Laureles y Costanera	Coordenadas: 2°09'48.9"S 79°54'59.8"W

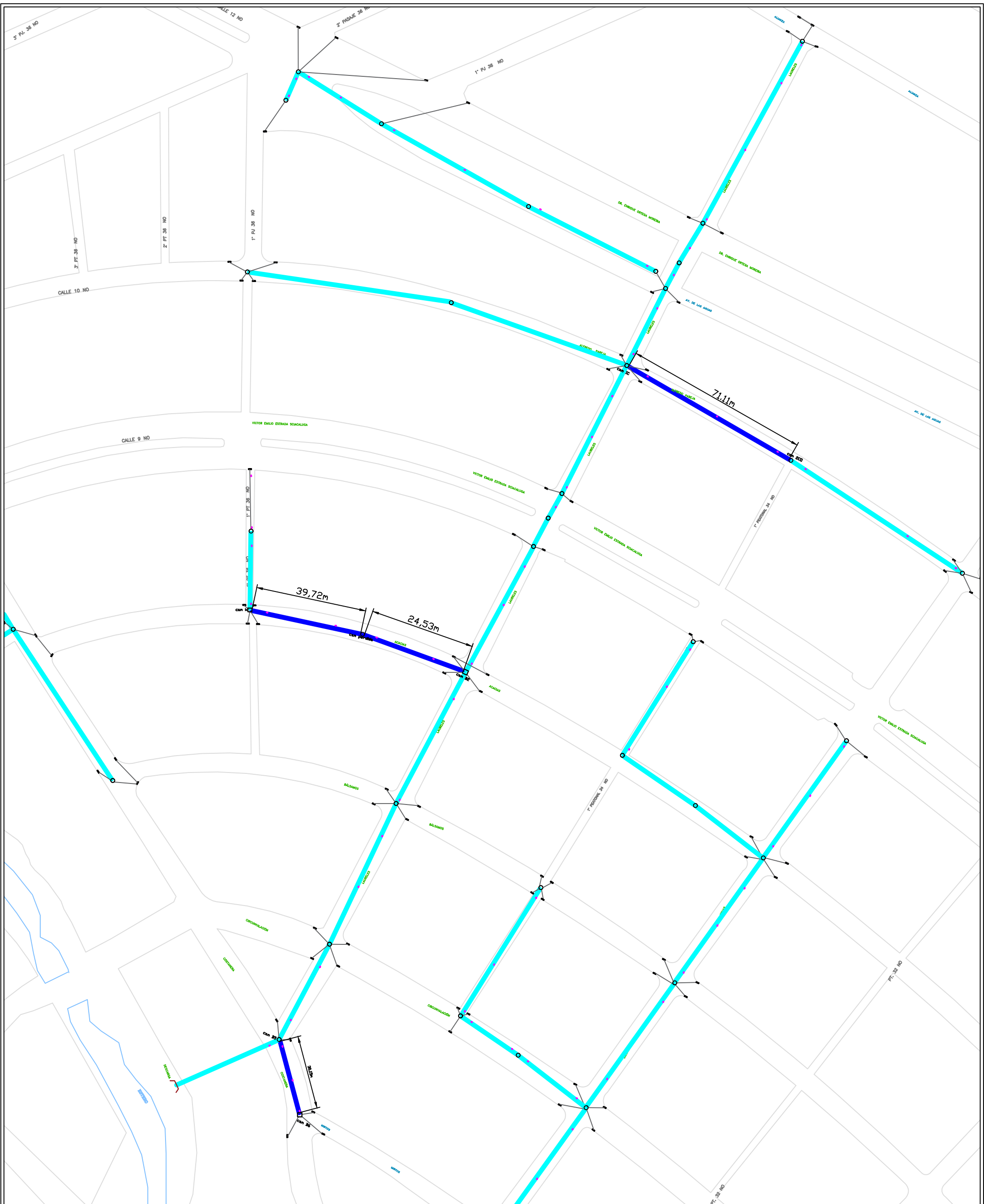
**DAÑOS DE LA TUBERIA**



FISCALIZADOR: INTERAGUA VEOLIA

CONTRATISTA: SESINGAQUA SA

Figura 130. Catastro de operaciones b5 – cam b6 -002  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)



	UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL		<b>IMPLANTACIÓN GENERAL SISTEMA AA.LL. URDESA CENTRAL</b>					
	INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN		UBICACIÓN: URDESA CENTRAL; CALLES (LAURELES, ILANES, ALIANZA, DR. ENRIQUE MOREIRA, ALFREDO PAREJA, VICTOR EMILIO ESTRADA, ACACIAS, BALSAMO, CIRCUNVALACION, COSTANERA, MIRTO, 1ERA PT 34 Y 1ERA PT 36).					
CARRERA :	INGENIERÍA CIVIL	FECHA:	Octubre 2021	ESCALA:	S/E	TAMAÑO DE HOJA:	A2	
TEMA DE TESIS :	PROPUESTA METODOLOGICA DE CATASTRO EN INSPECCIONES DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO UTILIZANDO EQUIPOS DE CCTV	DIBUJO:	LILIBETH MICHELLE VILLAFUERTE ZAMBRANO			TUTOR (A):	PABLO PAREDES, ING. TOTAL DE METROS INSPECCIONADO: 165,51 M	

S I M B O L O G Í A		TUBERÍA – COLECTOR A.A.LL. INSPECCIONADA
		TUBERÍA – COLECTOR A.A.LL. SIN INSPECCIONAR
		TUBERÍA – TIRANTE DE A.A.LL.
		SUMIDERO DE A.A.LL.
		SENTIDO DEL FLUJO CÁMARAS

Figura 131. Implantación General sistema AA.LL. Urdesa Central  
Elaborado por: Villafuerte, L. (2022)

#### **4.7. Conclusiones**

- El catastro consiste en levantamiento y actualización de los planos de las redes de agua potable y/o alcantarillado, a partir de la recopilación de datos técnicos en las condiciones actuales de las redes (diámetro de tubería, materiales, profundidades de los tubos, estado de las tuberías, etc.)
- En los 3 tramos de la red de alcantarillado fluvial analizados los daños más relevantes detectados fueron: permeabilidad, oquedad, separación en junta, desviación puntual, grietas, haciendo que todas estas patologías producen afectaciones ambientales y una pérdida de la capacidad hidráulica de la tubería.
- El uso software Camper y AutoCAD fueron de gran ayuda ya que se creó el plano General, en los cuales se consigue visualizar la implantación general de la red de Aguas Lluvias ubicado en Urdesa.
- Con esto se busca generar una aproximación a la estandarización de los procesos en inspecciones televisivas de detalles técnicos en este tipo de proyectos que sirva como base para la elaboración de proyectos futuros dentro del país, regulada con normas y especificaciones en cuanto a información y calidad para entidades que los requieren.
- Gracias a estos resultados se podrán tomar decisiones acertadas a cerca de la solución que se debe aplicar, por lo que no se incurrirá gastos innecesarios abriendo zanjas, levantando el pavimento para hallar el problema dentro de la tubería por una mala inspección, del mismo modo brindando información precisa, confiable y vigente para la toma de decisiones, evaluación de proyectos y optimización de recursos.
- Estos tipos de trabajo se lo realiza con personal certificado y calificados para el trabajo de espacios confinados y riego en altura, bajo la dirección técnica del supervisor a cargo, considerando todas las normas de seguridad.



#### **4.8. Recomendaciones**

- Ante la incorporación de nuevas tecnologías como método correctivo, debe existir una normativa local estandarizada y actualizada que pueda clasificar los tipos de fallas detalladamente como la norma europea EN-13508, y así permita evaluar de manera precisa el estado de la red.
- Se recomienda a las empresas pública en el Ecuador operadoras de estos servicios, de agua potable y alcantarillado la implementación de la metodología catastral en inspección CCTV, ya que brinda información precisa, confiable y vigente para la toma de decisiones. Por lo consiguiente, evita costes innecesarios relacionados con el diagnóstico incorrecto de un problema.
- Incorporar un software completo que permite obtener resultados en tiempo real para tomar decisiones más rápido y almacenar información valiosa para un uso futuro.

## Bibliografía

- Avila, G. (Septiembre de 2019). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/465545205/4564-Avila-pdf>
- Ayala, G. (Septiembre de 2019). *Tesis*. Obtenido de <file:///C:/Users/JOSUE/Downloads/Documents/4564%20Avila%20.pdf>
- Bello, C. (2018). *Inspección Tuberías con Cámaras de Vídeo*. Obtenido de <https://www.abaklinservicios.com.ve/OtrosServicios/VideoDetectores.html>
- Castillo, J. (2017). *Electronic Technology & Computer Hardware*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Jomicast/sistemas-de-videovigilancia-y-cctv>
- Clean, N. (2018). Obtenido de <https://www.netjet.es/mantenimiento-preventivo-del-alcantarillado/>
- Controls, J. (2015). Obtenido de <https://blogseguridad.tyco.es/productos/que-es-sistema-camaras-cctv/#:~:text=CCTV%20es%20el%20acr%C3%B3nimo%20para,otra%20persona%20fuera%20de%20%C3%A9l.>
- Cordova, D. (Enero de 2020). *Aguas Lluvias*. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=sistema+de+agua+fluviales&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjJtpHGk\\_3yAhXbSDABHcAOAzwQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=881&bih=614#imgrc=yIDiBQKGIZO-QM](https://www.google.com/search?q=sistema+de+agua+fluviales&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjJtpHGk_3yAhXbSDABHcAOAzwQ_AUoAXoECAEQAw&biw=881&bih=614#imgrc=yIDiBQKGIZO-QM)
- Dias, J. (2016). *Isurlan*. Obtenido de <https://www.google.com/search?q=INSPECCIONES%20EN%20TUBERIA%20OBTRUCCI%C3%93N&tbn=isch&hl=es-419&tbs=rimg:CZnsCGEzTXQ5YWYh28D8utfB&sa=X&ved=0CB4QuIIBahcKEwjQ0Y-f2ITyAhUAAAAAHQAAAAAQg&biw=1349&bih=568#imgrc=Ev10OKIVEbHfJM>
- Ditecna. (S/A). Obtenido de <https://www.ditecna.com.ec/wp-content/uploads/2020/08/Equipo-de-inspeccion-de-tuberias-CAMARA-DE-EMPUJE-de-Envirosight.pdf>
- Emapag. (2016). *Rehabilitación de redes de alcantarillado*. Obtenido de <https://www.emapag-ep.gob.ec/emapag/wp-content/uploads/2015/02/descripciongeneralproyecto1.pdf>
- Estradas, N. (30 de Junio de 2017). Obtenido de <https://es.slideshare.net/NICOLASISRAELESTRADA/mantenimiento-del-sistema-de-alcantarillado>
- Fedorenko, N. (Septiembre de 2019). *Engineer.decorexpro*. Obtenido de <https://engineer.decorexpro.com/es/kanaliz/truby/kanalizacionnyj-kolodec.html>
- Garcia, G. (14 de Julio de 2016). *Catastro Investigación de Redes de Alcantarillado*. Obtenido de <https://prezi.com/qrz905p0s6f/catastro-investigacion-de-redes-de-alcantarillado/>
- Gonzalez, S. (2018). Obtenido de [https://www.infraestructuragis.com/index.php?option=com\\_sppagebuilder&view=page&id=8&Itemid=160](https://www.infraestructuragis.com/index.php?option=com_sppagebuilder&view=page&id=8&Itemid=160)
- Hernandez, L. (2017).
- Hernandez. (2014). *Metodología de la investigación 6ta edición*. MEXICO: MC Graw Hill.
- Hidrotec. (2016). Obtenido de <https://www.hidrotec.com/blog/inspeccion-de-tuberias-urbanas-mediante-camara-tv/>
- Interagua. (2016). *Veolia*. Obtenido de [https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/portal-de-transparencia/planes-programas/tomo\\_i.pdf](https://www.interagua.com.ec/sites/default/files/portal-de-transparencia/planes-programas/tomo_i.pdf)

- Ledezma, D. (8 de Junio de 2016). *Instalaciones sanitaria*. Obtenido de <http://instalacionessanitariaspsm.blogspot.com/2015/06/instalaciones-sanitarias.html>
- Leon, C. C. (2015). *Calameo*. Obtenido de <https://en.calameo.com/read/00501253187537a9e0940>
- Leon, J. (2020).
- Lopez, M. (10 de Agosto de 2018). *IngeCivil*. Obtenido de <https://www.ingecivil.net/2018/08/10/para-que-sirve-el-alcantarillado-pluvial/>
- Lozano, D. (2019). *Un vector de residuos de alcantarillado* . Obtenido de [https://www.freepik.es/vector-premium/vector-residuos-alcantarillado\\_2439488.htm](https://www.freepik.es/vector-premium/vector-residuos-alcantarillado_2439488.htm)
- Luna, A. (Enero de 2017). *Hidroyet*. Obtenido de <https://www.hidrotec.com/blog/inspeccion-de-tuberias-urbanas-mediante-camara-tv/>
- Luna, C. (2015). *Tubeo*. Obtenido de <https://cursos.aiu.edu/Sistemas%20Hidraulicas%20y%20Neumaticos/PDF/Tema%201.pdf>
- Magazine, L. (08 de 02 de 2017). *iAgua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/noticias/locken/17/02/08/pioneros-agua-historia#:~:text=de%20los%20actuales.-,Alcantarillado,en%20el%20a%C3%B1o%201700%20a.>
- Mena, L. (23 de Marzo de 2017). *Camaras y tubería*. Obtenido de <https://www.camara-de-tuberias.es/blog/inspeccion-redes-tuberias-o-conductos/camaras-robotizadas-para-tuberias>
- Mendez, J. (15 de Julio de 2021). *Alcantarillado pluvial*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/carlos1237/alcantarillado-pluvial>
- Morales, D. (Octubre de 2016). Obtenido de <file:///E:/1%20SESINGAQUA/OBRAS/MANTA/MANTA%20DUCTO%202021/DUCTO%20B.%20AUSTRO/INFORME%20FUERA%20DEL%20CRONOGRAMA/TESIS%20-%20MORALES%20Y%20RODR%C3%8DGUEZ.pdf>
- Moro, F. (2016). Obtenido de <https://amevirtual.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/GAD-VENTANAS-catastros-usuarios.pdf>
- Muñoz, C. (2017). Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5407/Mu%20F1ozMartosCristianLibardo2017.pdf?sequence=1>
- Peso, L. (Mayo de 2019). *AlcaCivil*. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=El+dise%C3%B1o+y+construcci%C3%B3n+de+una+red+de+alcantarillado+es+un+trabajo+de+ingenier%C3%ADa+donde+se+busca+la+eficiencia+y+econom%C3%ADa.&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjJjYWC0oTyAhXLk2oFHdWGC5UQ\\_AUoAXoECAEQAw&bi](https://www.google.com/search?q=El+dise%C3%B1o+y+construcci%C3%B3n+de+una+red+de+alcantarillado+es+un+trabajo+de+ingenier%C3%ADa+donde+se+busca+la+eficiencia+y+econom%C3%ADa.&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjJjYWC0oTyAhXLk2oFHdWGC5UQ_AUoAXoECAEQAw&bi)
- Rueda, S. (2017). *Entubo*. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=INSPECCIONES+EN+TUBERIA+OBTRUCCI%C3%93N&tbm=isch&ved=2ahUKEwjb3pXS1ITyAhWLhFMKHbwtDSAQ2-cCegQIABAA&oq=INSPECCIONES+EN+TUBERIA+OBTRUCCI%C3%93N&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoFCAAQsQM6AggAOGQIABBDogYIABAIEB46BAgAEBhQ1tY0KkBYPGrAWgAcAB4AI](https://www.google.com/search?q=INSPECCIONES+EN+TUBERIA+OBTRUCCI%C3%93N&tbm=isch&ved=2ahUKEwjb3pXS1ITyAhWLhFMKHbwtDSAQ2-cCegQIABAA&oq=INSPECCIONES+EN+TUBERIA+OBTRUCCI%C3%93N&gs_lcp=CgNpbWcQAzoFCAAQsQM6AggAOGQIABBDogYIABAIEB46BAgAEBhQ1tY0KkBYPGrAWgAcAB4AI)
- Sanchez, J. (2016). Obtenido de <https://www.obrasurbanas.es/inspeccion-de-tuberias-en-la-ciudad/>
- Sanchez, J. (Mayo de 2016). *Urbanas*. Obtenido de <https://www.obrasurbanas.es/inspeccion-de-tuberias-en-la-ciudad/>
- Sanchez, J. (2017). *Obras Urbanas*. Obtenido de <https://www.obrasurbanas.es/inspeccion-de-tuberias-en-la-ciudad/>


- Sánchez, J. (3 de Noviembre de 2020). *Tratamiento de Aguas Residuale*. Obtenido de <https://tratamientodeaguasresiduales.net/tratamiento-de-aguas-residuales-domesticas/>
- Sandoval, F. (14 de Julio de 2016). *Sistemas de captacion y conduccion de aguas lluvias*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/fernandosandovalvenegas/sistemas-de-captacion-y-conduccion-de-aguas-lluvias>
- Serna, M. (Diciembre de 2016). *Unidades de alcantarillado*. Obtenido de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15353/u234764.pdf?sequence=1>
- Suárez, R. (2016). *Repositorio de tesis*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12302>
- Suaz, J. (4 de Marzo de 2016). *slideshare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/joshuasuaz/tipos-alcantarillado-sanitario-ing-elder-josue-martinez-la-paz-honduras>
- Técnicas de investigación social. (12 de octubre de 2017). *Análisis e interpretación de resultados*. Recuperado el junio de 2020, de <https://sites.google.com/site/tecninvestigacionsocial/temas-y-contenidos/tema-1-la-investigacion-social/fases-de-la-investigacion-social/analisis-e-interpretacion-de-resultados>
- Thomas. (10 de Febrero de 2016). Obtenido de <https://news.thomasnet.com/companystory/with-new-bolt-on-carriage-rovver-x-tm-crawler-inspects-widest-range-of-pipe-sizes-609480>
- Ulerio, E. (Octubre de 2018). Obtenido de <http://anaerikaulerio.blogspot.com/2018/10/informe-de-investigacion-analisis-e.html>

## 5. ANEXO

### 5.1.- Anexo 1. Formato ficha resumen de daños C.C.T.V

FECHA	SISTEMA	TRAMOS	long. Insp (m)	CAMARA DE REGISTRO		Ø mm	MATERIAL	MOTIVO POR ELCUAL NO SE TERMINO LA INSPECCIÓN	RESUMEN DE OBSERVACIONES	RECOMENDACIONES
				INICIO	FIN					
<b>UBICACIÓN</b>										
<b>CONTRA FLUJO</b>										
<b>TOTAL</b>										


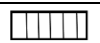



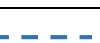

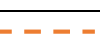


5.2.- Anexo 2. Formato catastro para inspección cctv en de tubería– Implantación general

 <b>CCTV CIRCUITO CERRADO</b>	<b>CATASTRO DE OPERACIONES REDES DE ALCANTARILLADO</b>		SISTEMA A INTERVENIR					
			AALL.		AASS.		SSCB.	
			Sistema en servicio					
Ubicación tramo:				L/ inspeccionado:				
C __:	Coordenadas:		C __:	Coordenadas:				

IMPLANTACION GENERAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO




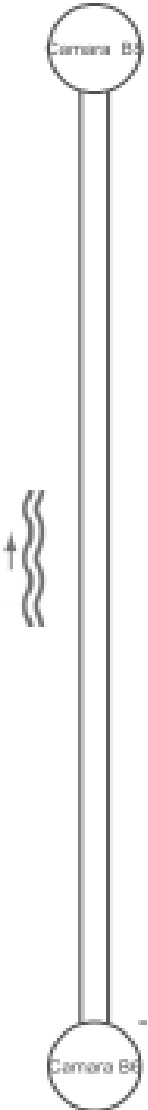
Característica de camaras			TUBERIA ENTRADA Y SALIDA A LA CAMARA DE INSPECCIÓN								
Nombre:	2CO	1C	NOMBRE TRAMO	TUBERIA		TIPO SECCION	DIAMETRO		TIPO	H CAMARA (m)	CAMBIO DE TRAMO
A / Ø: (m)				TIPO	LLEGADA		B/Ø (mm)	L (m)			
H: (m)											
Forma:											
Tipo:											
Característica Tapa											
A / Ø: (m)											
H: (m)											
Forma:											
Tipo:											

Nomenglaturas				Simbologia			
A: ancho	COL: colector	HG: Hierro Galvanizado	TIE: Tierra		Cámara		Sumidero
Ø: diametro	DUC: ducto cajon	HS : Hormigon Simple	LDI: Linea de Impulsión		Cámara perdida		Ducto cajaon
H: altura	AALL: aguas lluvias	HA : Hormigon Armado	AVE: Avenida		Cámara sin tapa		Tubería AALL
M: metro	AASS: aguas servidas	HD : Hierro Ductil	MZ: manzana		Sentido del flujo		Tubería AASS
MM: milimetro	TRALL: Tirante AALL	ML. Manpostería Ladrillo	CLL: Calle		Descarga		Tubería clandestina
CM: centimetro	TRASS: Tirante AASS	MP: sistema combinado	PT: Peatonal				
L: longitud	SSCB: Sistema combinado	PEAD: Polietileno	CMPD: Cámara perdida				
CU: cuadrada	AC: Acero	PVC:Cloruro de Polivinilo	CMST: Cámara sin tapa				
CI: circular	ADO: Adoquin	CXD: conexión domiciliaria	CCTV: Circuito cerrado de televisión				
RE: rectangular	HF: Hierro Fundido	CXC: conexión clandestina					

FISCALIZADOR: \_\_\_\_\_

CONTRATISTA: \_\_\_\_\_

5.3 Anexo 3. Formato catastro para inspección cctv de tubería– Daños de **tubería**

 <p><b>CCTV CIRCUITO CERRADO</b></p>	<p><b>CATASTRO DE OPERACIONES REDES DE ALCANTARILLADO</b></p>		<p>SISTEMA A INTERVENIR</p>					
			AALL.		AASS.		SSCB.	
			Sistema en servicio					_____
Ubicación tramo: _____			L/ inspeccionado: _____		_____ m			
C ____ : _____		Coordenadas: _____		C ____ : _____		Coordenadas: _____		
<p><b>DAÑOS DE LA TUBERIA</b></p>								
								
FISCALIZADOR: _____				CONTRATISTA: _____				