

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<small>Documento</small> FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	<small>Código</small> F-AC-DBL-007	<small>Fecha</small> 10-04-2012	<small>Revisión</small> A
	<small>Dependencia</small> DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	<small>Aprobado</small> SUBDIRECTOR ACADEMICO		<small>Pág.</small> i(162)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTOR	ANDREA LORENA PÉREZ NIETO		
FACULTAD	INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA CIVIL		
DIRECTOR	FRANCISCO ALFONSO DURAN CASTRO		
TÍTULO DE LA PASANTÍA	APOYO TÉCNICO AL ÁREA FÍSICO OPERATIVA DE LA EMPRESA ESPO S.A “ESP”, EN LA REALIZACIÓN DEL CATASTRO Y MANTENIMIENTO DE HIDRANTES EXISTENTES EN LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>EL PRESENTE TRABAJO DE GRADO TRATA SOBRE EL CATASTRO Y MANTENIMIENTO DE LOS HIDRANTES DE LA CIUDAD DE OCAÑA, LLEVADA A CABO A PARTIR DE LA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN, TANTO EN LA BASE DE DATOS DE LA EMPRESA ESPO S.A “ESP” COMO EN LAS DIFERENTES NORMAS QUE RIGEN ACTUALMENTE, DIAGNOSTICANDO SU ESTADO ACTUAL MEDIANTE VISITAS DE CAMPO DONDE SE MANIPULARON Y SE EVALUÓ EL SERVICIO Y PRESIONES DE TRABAJO.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 162	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1

APOYO TÉCNICO AL ÁREA FÍSICO OPERATIVA DE LA EMPRESA ESPO S.A “ESP”,
EN LA REALIZACIÓN DEL CATASTRO Y MANTENIMIENTO DE HIDRANTES
EXISTENTES EN LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

Autor

ANDREA LORENA PÉREZ NIETO

Director

Esp. FRANCISCO ALFONSO DURÁN CASTRO

Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

Ocaña, Colombia

agosto de 2019

Índice

Capítulo 1. Apoyo técnico al Área físico operativa de la empresa ESPO S.A “ESP”, en la realización del catastro y mantenimiento de hidrantes existentes en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander	1
1.1 Descripción breve de la empresa	1
1.1.1 Misión.	5
1.1.2 Visión.	5
1.1.3 Objetivos de la empresa.	6
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional.	7
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto.	11
1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.	15
1.2.1 Planteamiento del problema.	18
1.3 Objetivos de la pasantía	19
1.3.1 General.	19
1.3.2 Específicos.	19
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar	21
 Capítulo 2. Enfoques referenciales	 23
2.1 Enfoque conceptual.	23
2.2 Enfoque legal	26
 Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo	 29
3.1 Presentación de resultados	29
3.1.1 Recopilar la información relacionada con los hidrantes instalados en la red de distribución del sistema de acueducto del municipio de Ocaña, mediante la implementación de un formato detallado que permita conocer las características técnicas de cada uno de ellos.	29
3.1.2 Diagnosticar el estado actual de los hidrantes instalados a través de visitas de campo, y mediante la realización de un formato de seguimiento y control de los mantenimientos que se realicen a los mismos.	44
3.1.3 Organizar la información en una base de datos consolidada que facilite la búsqueda de los formatos registrados y todas sus características, empleando herramientas tecnológicas que permitan almacenar la información y conocer las características técnicas y de mantenimiento de los hidrantes en forma rápida y organizada.	56

3.1.4 Georeferenciar los datos obtenidos en campo mediante el uso de la plataforma ArcGIS, que permita a la empresa ESPO S.A “ESP” contar con la información detallada de cada uno de los hidrantes.....	57
3.1.5 Proponer la ubicación óptima de nuevos hidrantes con base en la Georeferenciación realizada y la normatividad existente, con el fin de mejorar la Red de Incendios del municipio de Ocaña.....	65
3.1.6 Elaborar un manual de instalación y mantenimiento de hidrantes acorde con la normatividad y especificaciones vigentes, que sirva de apoyo al área físico operativa de la empresa ESPO S.A “ESP”	70
Capítulo 4. Diagnóstico final.....	71
Capítulo 5. Conclusiones	73
Capítulo 6. Recomendaciones	75
Referencias.....	77
Apéndices	79

Lista de Figuras

Figura 1. Estructura orgánica. Obtenido	7
Figura 2. Organigrama Área Físico Operativa.....	11
Figura 3. Área construida y caudal mínimo requerido por cada hidrante que debe instalarse.	28
Figura 4. Zonas de estudio para localización de hidrantes	30
Figura 5. Zona 1	31
Figura 6. Zona 2.....	32
Figura 7. Zona 3.....	33
Figura 8. Zona 4.....	34
Figura 9. Zona 5.....	35
Figura 10. Plano del casco urbano de Ocaña con los hidrantes existentes.	37
Figura 11. Catastro de hidrantes existente en la Empresa ESPO S.A “ESP”	38
Figura 12. Formato para la obtención de información en campo	43
Figura 13. Disponibilidad de servicio de Hidrantes.....	53
Figura 14. Información obtenida en campo. (2019)	54
Figura 15. Manipulación de hidrante en la zona 2.....	55
Figura 16. Apertura de hidrante zona 2	55
Figura 17. Toma de presión en hidrante de zona 2	55
Figura 18. Mantenimiento y reparación de hidrante en zona 2.....	56
Figura 19. Registro de información de hidrantes en zona 5	57
Figura 20. Tabla de datos en Excel 2003.....	58
Figura 21. Información del PBOT Ocaña 2015 en la plataforma ArcGIS.....	59
Figura 22. Chequeo de datos importados desde Excel	59
Figura 23. Representación gráfica de datos	60
Figura 24. Base de datos.	60
Figura 25. Subcarpeta de datos	61
Figura 26. Sistema de coordenadas.....	61
Figura 27. Shapes de base de datos.....	62
Figura 28. Representación de base de datos	62
Figura 29. Campo para insertar fotografías de hidrantes existente.....	63
Figura 30. Edición del shape para insertar fotografías de hidrantes	63
Figura 31. Fotografías cargadas en la plataforma.	64
Figura 32. Mapa en versión de impresión.....	64
Figura 33. Organización de datos en Excel	67
Figura 34. Representación de la propuesta de ubicación de nuevos hidrantes.	68
Figura 35. Representación gráfica de los hidrantes existentes y la propuesta de ubicación para nuevos hidrantes.....	68

Lista de Tablas

Tabla 1 Estructura organizacional del Área Físico Operativa 2018.....	12
Tabla 2 Matriz DOFA	16
Tabla 3 Descripción de las actividades a desarrollar.....	21
Tabla 4 Estado general de los hidrantes existentes	50
Tabla 5 Ubicación propuesta de hidrantes nuevos para el Municipio Ocaña, N. de S.....	65

Lista de Apéndices

Apéndice A. Registro fotográfico de las visitas de campo realizadas por cada hidrante existente en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.....	77
Apéndice B. Manual para la instalación y el mantenimiento de hidrantes.....	94
Apéndice C. Cálculos para hallar caudal en los hidrantes.....	129
Apéndice D. Cálculo de caudal: método volumétrico.....	143

Resumen

El presente trabajo de grado trata sobre la realización del catastro y mantenimiento de los hidrantes existentes en la ciudad de Ocaña, llevada a cabo a partir de la recopilación de la información relacionada con el tema, tanto en la base de datos de la Empresa ESPO S.A “ESP” como en las diferentes normas que rigen actualmente, diagnosticando el estado actual de los hidrantes existentes, mediante visitas de campo donde se manipularon todos los hidrantes y se evaluó su estado de servicio y sus presiones de trabajo, partiendo de esto, se creó un formato de seguimiento y control para cada uno de los hidrantes, organizado en bases de datos que facilitan el conocimiento de las características técnicas de los hidrantes en forma rápida y el almacenamiento de datos en futuras revisiones, por parte del personal de la empresa. Estos datos obtenidos contribuyeron en la ejecución de un manual de instalación y mantenimiento de hidrantes acorde a la normatividad y especificaciones vigentes, con el que no se contaba en la Empresa ni en el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Ocaña, además con la obtención de datos en campo se procedió a la georeferenciación mediante el uso de la plataforma ArcGIS, permitiendo a la empresa ESPO S.A”ESP” contar con la información detallada de cada uno de los hidrantes existentes y conocer la ubicación propuesta de nuevos hidrantes para la ciudad .

Introducción

Actualmente, en la ciudad de Ocaña no se cuenta con un catastro actualizado y un seguimiento y control de los hidrantes existentes, que permitan conocer su estado y determinar el mantenimiento necesario para su óptimo funcionamiento, por tal motivo es pertinente la realización de un catastro y mantenimiento de los hidrantes existentes que contribuya a garantizar el buen funcionamiento de toda la red de incendios de la ciudad.

En este proyecto se pretende diagnosticar el estado actual de los hidrantes instalados en la ciudad mediante el recorrido y la apertura y manipulación de cada uno de ellos y la toma de presiones, para así establecer si sus características y funcionalidad cumplen con las Normas vigentes. Además, con la obtención de los datos se quiere realizar una Georeferenciación que permita conocer la ubicación precisa y las características más relevantes de los hidrantes instalados y la proposición de nuevos hidrantes dentro del casco urbano de Ocaña.

El desarrollo de este trabajo de grado se llevó a cabo durante la permanencia dentro del Área físico operativa de la Empresa ESPO S.A “ESP” desde el 17 de Septiembre de 2018 hasta el 17 de Enero de 2019.

Capítulo 1. Apoyo técnico al Área físico operativa de la empresa ESPO S.A “ESP”, en la realización del catastro y mantenimiento de hidrantes existentes en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander

1.1 Descripción breve de la empresa

La Empresa de Servicios Públicos de Ocaña, ESPO S.A “E.S.P.”, nace del proceso de ajuste institucional llevado a cabo en la Empresa Municipal de Servicios Públicos, entidad descentralizada del orden municipal, que concluyó que lo más aconsejable para la viabilidad de la prestación de los servicios públicos, que venía realizando el Municipio de Ocaña a través de este ente público consistía en la creación de una nueva Empresa, esta vez de carácter privado; es así como el Honorable Concejo Municipal de Ocaña, mediante el Acuerdo Municipal No 29 de 1994, facultó al Alcalde Municipal de Ocaña, para que como representante legal participara en la creación de la susodicha Empresa; es de destacar que paralelo al proceso de ajuste institucional, se trabajó al tenor y en concordancia con lo reglado con la nueva ley de servicios públicos domiciliarios, que acababa de ser expedida por el Congreso Nacional y que se conoce como la Ley 142 de 1994.

De esta manera y con la participación de muchas personas naturales y jurídicas, que creyeron en el proyecto y con la anuencia del Municipio de Ocaña, como

arrendador de los bienes afectados a la prestación de los servicios públicos y así mismo, como accionista de la nueva Empresa, nace ESPO S.A. "E.S.P" como Sociedad Anónima, constituida mediante Escritura Publica No 246 del 13 de Octubre de 1994, otorgada en la Notaria Segunda de Ocaña debidamente inscrita en el Registro Mercantil de la Cámara de Comercio de Ocaña, bajo el No 613 del libro IX en la página No 40, con Matricula Mercantil No 49-004652-4 y NIT 800245344-2.

El Ejecutivo Municipal sustentando en las facultades otorgadas por el referenciado Acuerdo No 29 de 1994, suscribe con ESPO S.A., el 13 de octubre de ese mismo año, los Contratos de Arrendamiento No 05 y 06, que recaían en la infraestructura afectada a la prestación de los Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, con un término de duración de cinco (5) años renovables por acuerdo entre las partes.

A mediados de octubre de 1999 el Alcalde JOSE AQUILES RODRÍGUEZ (Q.E.P.D.) haciendo uso de las facultades definidas en el Acuerdo No 29 de 1994 y en los contratos en mención, suscribe con el Representante Legal de ESPO S.A. el Acta de Renovación Contractual del 16 de octubre de 1999, a través de la cual se renuevan los Contratos de Arrendamiento No 05 y 06 de 1994.

Posteriormente el 3 de mayo del 2000 el Ing. IVAN ALFREDO MANZANO, en su calidad de Alcalde Encargado de la ciudad, suscribe con el Representante

Legal de la Empresa, el Acta de Renovación No 06, mediante la cual se fija la duración de estos contratos, en el término de cinco (5) años más. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

ESPO S.A. "E.S.P" es una Empresa ocañera que presta los servicios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo en la ciudad de Ocaña, suministrando de una manera oportuna y garantizando la continuidad y calidad de nuestros productos y servicios a nuestros Usuarios; clasificados de la siguiente manera y según dato tomado en el año 2015:

Acueducto: 27.374

Alcantarillado: 26.335

Aseo: 27.120

ESPO S.A. es una Empresa de carácter privado, en la cual el Municipio de Ocaña es accionista con una participación accionaria del 34.19% y el resto 65.81% perteneciente a accionistas particulares, desde su creación nuestra Empresa se ha comprometido por el mejoramiento, desarrollo de la calidad de vida de nuestros clientes y la ciudad, constituyéndose en una organización bien estructurada, teniendo en cuenta nuestros principios y valores, añadiéndoles la relación que podamos encontrar entre autoridad-responsabilidad, con el fin de poder adaptarnos al cambio organizacional- empresarial que la sociedad y las políticas de gobierno nos imponga.

La Empresa ha logrado posesionarse como una de las más sobresalientes del sector; contando con un grupo de talento humano calificado, con sentido de pertenencia, de fácil adaptación al cambio y con un enorme enfoque al trabajo en equipo.

Ésta empresa genera 17 empleos directos, que conforman el organigrama de la empresa, y se representan en el personal de nómina vinculado a través de contratos laborales, igualmente se brinda apoyo al empresario ocañero con la contratación de 16 empresas con las que se contrata nuestras actividades como recolección y transporte de residuos sólidos, y barrido de calles MANSEUR S.A.S. y SERVICIOS RECOMBADS.A.S., para el barrido, mantenimiento, ornato de los parques y zonas verdes de la ciudad REBASA S.A.S, para el manejo de operación de las plantas de tratamiento el algodón y llanito PURIFICAR OCAÑA S.A.S, para el mantenimiento, adecuación y vigilancia del relleno sanitario MANRESA S.A.S., para el análisis fisicoquímicos y bacteriológicos para el control de la calidad de agua SERVIANALITICA PROFESIONALES S.A.S, para la toma de lectura, distribución de recibos y actividades conexas TECFON S.A.S y EZUS S.A.S, para la ejecución de actividades de seguimiento a los usuarios de servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo EDSAU S.A.S., para el mantenimiento y operación de tanque y sistema de bombeo de Buenavista y Cristo Rey y bocatoma tupia, pertenecientes a la red acueducto Municipio de Ocaña y servicios generales sede administrativa ESPO S.A. E.S.P. SERVIMOS SAMARA S.A.S y para el

mantenimiento de redes Acueducto y Alcantarillado del Municipio de Ocaña están: MULTISERVICIOS Y & P S.A.S., SERVITAGUA S.A.S, SERVICIOS RRAA S.A.S., LOS FONTANEROS S.A.S., SERVIREDES OCAÑA S.A.S, Y AGUA RED OCANA S.A.S. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

Dirección y teléfono: CR 33 # 7A – 11 Barrio La Primavera, Ocaña.

Nombre del jefe inmediato: Ray Carlos Ramírez Rincón

Función encargada: apoyo técnico en la actualización del catastro de hidrantes existentes en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

1.1.1 Misión. En ESPO S.A. trabajamos con un alto sentido de responsabilidad social, eficiencia y eficacia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto, Alcantarillado y Aseo, buscando satisfacer las necesidades de agua potable y saneamiento básico con calidad y continuidad; contribuyendo a mejorar el nivel de vida de la comunidad. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

1.1.2 Visión. En el año 2030, la ESPO S.A.” E.S.P” Será una empresa líder en Ocaña y en la provincia en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de agua potable, saneamiento básico y complementarios, operando bajos criterios de Sostenibilidad, Competitividad y respeto por el Medio Ambiente. (ESPO S.A. "E.S.P", 2018)

1.1.3 Objetivos de la empresa.

“Optimizar la dotación tecnológica con fin de apoyar los procesos del Sistema Integrado de Gestión de Calidad”. (Alvarez, Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña, Norte de Santander, 2014)

“Mejorar continuamente la satisfacción del cliente mediante respuesta eficaz a las peticiones, quejas y reclamos, cumpliendo con la normatividad vigente”. (Alvarez, Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña, Norte de Santander, 2014)

“Suministrar los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo con los estándares de calidad establecidos, con continuidad y una cobertura del 95% en el área urbana del Municipio de Ocaña”. (Alvarez, Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña, Norte de Santander, 2014)

“Promover entre la comunidad el cuidado y protección del medio ambiente en el municipio”. (Alvarez, Actualización del catastro de la red de acueducto del municipio de Ocaña, Norte de Santander, 2014)

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional. En la Figura 1, se aprecia el organigrama empresarial de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A. “E.S.P”.

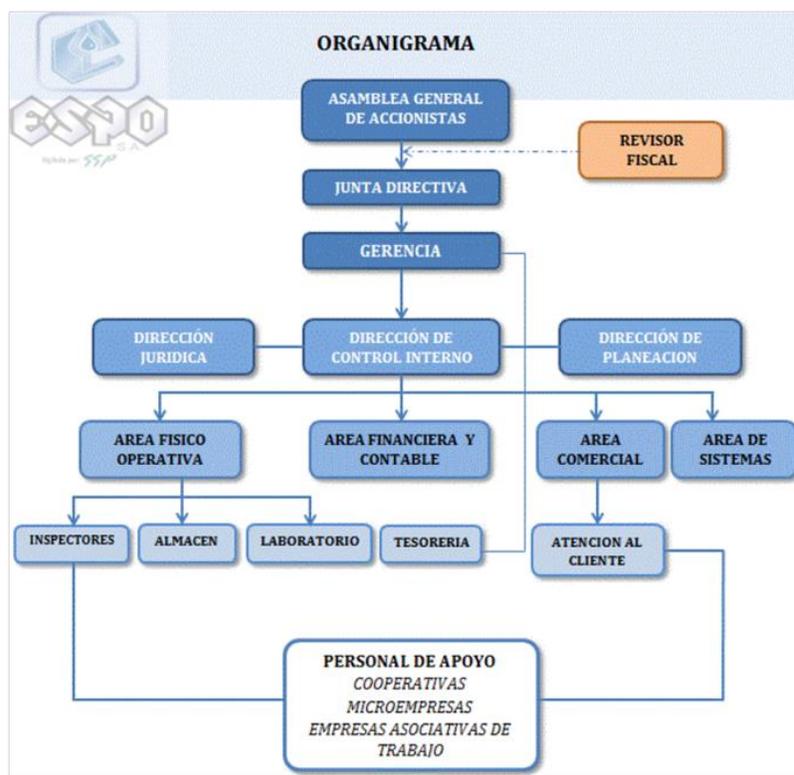


Figura 1. Estructura orgánica. Obtenido: www.espo.com.co/estructura-administrativa/

ESPO, está compuesto por:

Asamblea de accionistas: “La constituye el número plural de accionistas inscritos en el libro de “registro de accionistas” o de sus representantes o mandatarios. Convocados y reunidos en las condiciones que señalan los estatutos”. (Ramírez Rincon, 2015)

Junta directiva: La junta directiva está formada por cinco (5) miembros principales quienes tendrán cada uno un suplente personal. La representación de las acciones de propiedad del municipio las ejercerá el alcalde municipal o su delegado, quien además será el presidente de la junta directiva y la elección de sus cuatro (4) miembros se hará en forma que exista representación directamente proporcional de la propiedad de accionaria en su composición. (Ramírez Rincon, 2015)

Gerencia. Es el representante legal y como tal debe encargarse de la materializar las acciones de necesarias para el cumplimiento del objeto social de la empresa. De igual forma debe ejecutar las direcciones que la junta directiva trace en relación con las políticas y metas empresariales, lo mismo que dirigir, coordinar, vigilar y controlar el personal de la empresa y la ejecución de las funciones o programas de esta. (Ramírez Rincon, 2015)

Revisor fiscal: Deberá ser contador público, designado por la asamblea general de accionistas, para un periodo de un (1) año y su función principal es la de cerciorarse de que las operaciones se celebren o cumplan por cuenta de la empresa y se ajusten a las prescripciones de los estatutos, a las decisiones de la asamblea general y de la junta directiva. (Ramírez Rincon, 2015)

Control interno: “Implementa y evalúa el sistema de control interno de la empresa como parte integral para el cumplimiento de los fines sociales creando los instrumentos precisos para medir la efectividad de la empresa y sus funcionarios”. (Ramírez Rincon, 2015)

Planeación: “Recolecta y prepara toda la información necesaria para la elaboración y puesta en función de los planes y políticas gerenciales y empresariales que sirvan de sustento al cumplimiento del objetivo social”. (Ramírez Rincon, 2015)

Dirección jurídica: “Presta la asesoría legal y jurídica que la empresa y sus empleados requieran previo poder otorgado por la gerencia”. (Ramírez Rincon, 2015)

Área físico operativa: “Planea, organiza, coordina y controla las labores de mantenimiento de la infraestructura física de acueducto, alcantarillado y aseo y las tareas realizadas por los encargados para tal fin”. (Ramírez Rincon, 2015)

Área financiera y contable: “Se encarga de mejorar el sistema financiero de la empresa y realiza las proyecciones económicas y financieras que ella requiere”. (Ramírez Rincon, 2015)

Área comercial: “Establece las políticas y las actividades comerciales indispensables para brindar un servicio oportuno, confiable y eficiente a los usuarios del servicio, de manera que se asegure a la empresa la recuperación de ingresos necesarios para su expansión y crecimiento”. (Ramírez Rincon, 2015)

Área de sistemas: “El responsable de la operación, mantenimiento y actualización de todo lo pertinente a los sistemas de computación de la empresa, así como prestar la asesoría técnica que se requiera”. (Ramírez Rincon, 2015)

Almacén: “Debe establecer un sistema ordenado y seguro de almacenamiento y entrega de todos los elementos y materiales que pertenezcan a la empresa o se vallan a adquirir”. (Ramírez Rincon, 2015)

Atención al cliente: “Se encarga de la atención al público en general lo mismo que la recepción y trámite de la quejas, reclamos y peticiones que lo usuarios presenten”. (Ramírez Rincon, 2015)

Inspectores: “Revisan, inspecciona, evalúan y entregan todos los trabajos hechos por los contratistas de la parte operativa, lo mismo que lo relacionado con las plantas de tratamiento y el sistema de aseo al área físico operativa”. (Ramírez Rincon, 2015)

Tesorería: “Ejecuta las acciones tendientes a materializar la seguridad de los recaudos de dinero y de la protección de los títulos valores, así como realizar los pagos que se requieran”. (Ramírez Rincon, 2015)

Secretaria. “Revisa, recibe, clasifica, distribuye y controla documentos, datos y elementos correspondientes de la empresa, así como la recepción y atención de público y de llamadas telefónicas”. (Ramírez Rincon, 2015)

Conductor y mensajero: “Conduce los vehículos de propiedad, de la empresa, transporta a los funcionarios de la empresa cuando así lo requieren, transporta los materiales adquiridos y entrega la correspondencia”. (Ramírez Rincon, 2015)

1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto. En la Figura 2, se aprecia el organigrama del Área Físico Operativa.



Figura 2. Organigrama Área Físico Operativa. Manual de Procesos Gerenciales de la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A. “E.S.P”

Del anterior organigrama, se desarrollan los siguientes objetivos:

Objetivo general del área físico operativo: Planear, organizar, ejecutar, coordinar y controlar las labores de mantenimiento de la infraestructura física de acueducto, alcantarillado y

aseo y las tareas realizadas por los encargados contratados para tal fin. Está conformada de la siguiente manera:

Tabla 1

Estructura organizacional del Área Físico Operativa 2018

EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE OCAÑA ESPO S.A. "E.S.P"	
Cargo	Responsable
Jefe del área	Ing. Ray carlos ramirez rincón
Auxiliar del área	Ing. Yair fernando Castillo Osorio
Jefe de almacén	Ana Karina Pérez Tarazona
Inspectores	Luis Yaruro
	Edgardo Navarro Picón
	Hugo Navarro Quiroga
	Pedro Duarte
	Luis Eduardo Arévalo Pérez
Laboratoristas	Libardo García
	Quím. Luis camilo león lópez
	Bact. Albert emilio rodríguez
Pasante	Andrea Lorena Pérez Nieto

Fuente: Autor, 2019.

Funciones Específicas del Área Físico Operativa:

Organizar, dirigir, coordinar y controlar los trabajos de mantenimiento y reposición de las redes de acueducto y alcantarillado y lo pertinente al servicio de aseo y de las actividades conexas con ellas.

Ejercer el control y la interventora de los trabajos relacionados con la ejecución de los contratos suscritos por la empresa para el mantenimiento de las redes de acueducto y alcantarillado y para la ejecución del servicio de aseo, así como las de otras actividades conexas con estos servicios.

Elaborar mensualmente las actas de liquidación correspondientes a las cuentas de cobro presentadas por los contratistas de la empresa.

Suscribir actas de compromiso con relación al cumplimiento de los trabajos contratados luego de evaluar los informes de actividades de los contratistas.

Calcular los costos de las instalaciones, mejoras y ampliaciones de las redes.

Coordinar la ejecución de programas, proyectos y actividades, dirigidas a la operación, mantenimiento y reposición de las estructuras, equipos e instalaciones en los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.

Elaborar los manuales operativos y mantenerlos actualizados.

Evaluar periódicamente los diferentes programas de orden técnico, operativos y preventivos adelantados por la empresa y programas las actividades a desarrollar para el mejoramiento de los servicios.

Realizar visitas de evaluación periódicas a todas las instalaciones de la empresa que dependen del área, tal como, bocatomas, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento, redes de distribución.

Elaborar informes y actualizar planos sobre las redes de acueducto y alcantarillado, rutas de distribución de recibos y rutas de recolección de basuras.

Velar por una correcta aplicación de las políticas de medición, con el fin de detectar fugas en conducciones y redes, medir la producción y controlar desperdicios.

Realizar la estadística sobre los caudales captados y los niveles de agua en las fuentes de abastecimiento.

Realizar visitas de inspección para evitar que se realicen conexiones no autorizadas a las redes de conducción y distribución de los sistemas de acueducto y alcantarillado y tomar los correctivos cuando se presente esta situación.

Inspeccionar el estado y condiciones de funcionamiento de las estructuras de vertimiento, pozos de inspección y de los sumideros existentes en el sistema de alcantarillado y programar las acciones de limpieza y conservación para garantizar su funcionamiento adecuado.

Vigilar los niveles de los tanques de almacenamiento de agua teniendo en cuenta las presiones de descarga.

Inspeccionar permanentemente el equipo y elementos utilizados en el sistema de tratamiento.

En coordinación con la dirección de planeación y siguiendo los alineamientos legales y ejecutar las acciones necesarias para la elaboración del plan integral sobre la disposición final de basuras.

Analizar sobre las solicitudes de disponibilidad para la prestación de servicios de acueducto y alcantarillado y conceptuar sobre su aprobación de conformidad con la debida justificación técnica.

Elaborar la liquidación de los valores a cobrar a los usuarios que se generen en las órdenes de trabajo ejecutadas por los contratistas.

1.2 Diagnóstico inicial de la dependencia asignada

Con el fin de dar a conocer la situación en que se encuentra la dependencia con respecto al tema en desarrollo, se muestra a continuación la matriz DOFA:

Tabla 2

Matriz DOFA

	Oportunidades	Amenazas
Matriz DOFA	Existencia de un catastro básico de hidrantes de la ciudad de Ocaña.	Falta de fuentes de abastecimiento que satisfagan el desarrollo de las obras de acueducto y alcantarillado.
	Conocimiento de la ubicación de los hidrantes existentes en la ciudad de Ocaña.	Poco crecimiento en la economía.
	Capacitación al personal dispuesto en las distintas áreas de trabajo.	Sobrecostos por retrasos o imprevistos en la ejecución de obras.
	Innovación de proyectos con mejores resultados, que brindan un adecuado servicio a las comunidades.	Suspensión del servicio de agua potable a la comunidad durante largas jornadas.
	Recursos económicos provenientes del sector privado.	
Fortalezas	Estrategias FO	Estrategias FA
Cubrimiento total de las obras de acueducto y alcantarillado en la ciudad de Ocaña.	Utilizar la información dispuesta en el área físico operativa como un punto de partida en el desarrollo del proyecto.	Vigilar el desempeño del personal contratado y dispuesto en obra, para mejores resultados.
El Área físico operativa cuenta con personal capacitado para dar cumplimiento a los proyectos que se realicen por parte de la empresa.	Acceder a mapas urbanos que permitan conocer el posicionamiento de cada uno de los hidrantes de la ciudad para facilitar su recorrido y la obtención de la información requerida.	Desarrollar planes de contingencia que brinden soluciones óptimas a los imprevistos que se presenten en la ejecución de las obras.
En la oficina del Área físico operativa se cuenta con recursos físicos, tecnológicos y equipos de oficina adecuados para brindar el mejor servicio en el desarrollo de las funciones del personal que allí se encuentra.	Verificar que se cumpla con todas las especificaciones técnicas en el desarrollo de los proyectos de obra.	Fomentar en las comunidades la importancia del cuidado de las fuentes de abastecimiento hídrico.

“Continuación” “Tabla 2”

El desarrollo del trabajo de campo se realiza con maquinaria de alta calidad y tecnología para brindar el mejor servicio a la comunidad.	Socializar con la comunidad acerca de las obras a realizar, dando a conocer los beneficios en el servicio prestado y los posibles cortes que se presenten durante la ejecución de las mismas. Capacitar constantemente al personal dispuesto en el Área físico operativa con el fin de realizar mantenimientos adecuados a los hidrantes de la ciudad de Ocaña.	Optimizar el servicio prestado a las comunidades, evitando en lo posible suspensiones de agua potable.
Debilidades	Estrategias DO	Estrategias DA
Retrasos en la entrega de los proyectos de obra.	Optimizar los estudios previos de los proyectos para evitar posibles retrasos.	Vigilar el consumo regular en el servicio de agua potable con el fin de proteger las fuentes de abastecimiento.
Suspensiones en el servicio de agua potable para las comunidades.	Mejorar los rendimientos en la ejecución de obras para reducir los tiempos de suspensión del servicio a las comunidades.	Llegar a todos los sectores de la ciudad de Ocaña, mediante la ejecución de obras que conecten la totalidad de viviendas con el sistema público de acueducto y alcantarillado para brindar un óptimo servicio.
Conexiones ilegales al servicio de acueducto y alcantarillado.	Controlar todos los puntos de conexión a las redes de acueducto dispuestas por la empresa para combatir las conexiones ilegales.	
Redes de acueducto faltantes que satisfagan la totalidad del servicio en todos los sectores de la ciudad de Ocaña.	Cubrir la totalidad de sectores de la ciudad de Ocaña con el servicio de acueducto y alcantarillado.	

Fuente: Amaya, J, *Gerencia planeación y estrategia*. Bucaramanga, Colombia. Editorial: Prospectiva.

1.2.1 Planteamiento del problema. La Empresa ESPO S.A “ESP”, en su Área físico operativa, se encarga de organizar, dirigir, coordinar y controlar los trabajos de mantenimiento y reposición de las redes de acueducto y alcantarillado y lo pertinente al servicio de aseo de la ciudad de Ocaña con el objeto de satisfacer la demanda de agua potable, los cambios de oferta hídrica y la capacidad asociada de disposición de vertimientos, bajo estrictos criterios de calidad y continuidad.

Con el fin de optimizar los procesos constructivos, reducir costos, realizar mantenimientos, mejorar las instalaciones y funcionalidad del sistema de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Ocaña, la Empresa ESPO S.A “ESP”, implementa diversas herramientas en el desarrollo de sus obras y demás procedimientos ejecutados. En esta búsqueda de procesos idóneos se plantea la realización de un catastro y mantenimiento de los hidrantes existentes en la ciudad, con el fin de conocer con exactitud cada detalle que los compone, como lo es, sus medidas físicas, localización geográfica, punto de conexión a la red, entre otras, y el procedimiento requerido para ejecutar un correcto mantenimiento de los mismos. Esta necesidad surge del propósito de brindar un mejor servicio a las comunidades de la ciudad, facilitando las actividades de mantenimiento y control por parte de la empresa, las cuales actualmente no se desarrollan.

Además, el área físico operativa de la empresa sólo cuenta con información básica de los hidrantes existentes y un registro fotográfico del año 2003. Desde dicho año, la empresa no viene prestando los servicios de mantenimientos mínimos requeridos según las normas existentes y vigentes, que garanticen el funcionamiento continuo de los hidrantes de Ocaña. Por otro lado, se sabe de la existencia de nuevos hidrantes instalados en el municipio, a los cuales no se les ha

hecho un registro catastral, ni reposan en los planos existentes, archivos, ni documentación de la empresa.

Se estima, por parte del equipo de inspectores, del Área físico operativa, que aproximadamente la mitad de los hidrantes de la ciudad, actualmente no funcionan, debido a la falta de mantenimiento, a taponamientos de las válvulas de corte, deterioro ocasionado con el paso de los años o la falta de alguna de sus piezas, lo que ha ocasionado que no se preste un servicio óptimo a aquellos usuarios o a la comunidad en general, que pudiese ser víctima de cualquier tipo de incendios.

1.3 Objetivos de la pasantía

1.3.1 General. Apoyar técnicamente al Área físico operativa de la empresa ESPO S.A “ESP”, en la realización del catastro y mantenimiento de hidrantes existentes en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

1.3.2 Específicos.

Recopilar la información relacionada con los hidrantes instalados en la red de distribución del sistema de acueducto del municipio de Ocaña mediante la implementación de un formato detallado que permita conocer las características técnicas de cada uno de ellos.

Diagnosticar el estado actual de los hidrantes instalados a través de visitas de campo, y mediante la realización de un formato de seguimiento y control de los mantenimientos que se realicen a los mismos.

Organizar la información en una base de datos consolidada que facilite la búsqueda de los formatos registrados y todas sus características, empleando herramientas tecnológicas que permitan almacenar la información y conocer las características técnicas y de mantenimiento de los hidrantes en forma rápida y organizada.

Georeferenciar los datos obtenidos en campo mediante el uso de la plataforma ArcGIS, que permita a la empresa ESPO S.A “ESP” contar con la información detallada de cada uno de los hidrantes.

Proponer la ubicación óptima de nuevos hidrantes con base en la Georeferenciación realizada y la normatividad existente, con el fin de mejorar la Red de Incendios del municipio de Ocaña.

Elaborar un manual de instalación y mantenimiento de hidrantes acorde con la normatividad y especificaciones vigentes que sirva de apoyo al área físico operativa de la Empresa ESPO S.A “ESP”.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar

Tabla 3

Descripción de las actividades a desarrollar

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar en la Empresa para hacer posible el cumplimiento de los objetivos específicos
<p>Apoyar técnicamente al Área físico operativa de la empresa ESPO S.A “ESP” en la realización del catastro y mantenimiento de hidrantes existentes en la ciudad de Ocaña N. de S.</p>	<p>Recopilar la información relacionada con los hidrantes instalados en la red de distribución del sistema de acueducto del municipio de Ocaña mediante la implementación de un formato detallado que permita conocer las características técnicas de cada uno de ellos.</p>	<p>Delimitar las zonas de estudio. Establecer las zonas donde se va a recolectar la información con el personal del Área físico operativa. Estudiar la información requerida en campo para la elaboración del formato. Recopilar la información de catastro con que cuenta la empresa. Diseñar el formato para la obtención de la información.</p>
<p>Apoyar técnicamente al Área físico operativa de la empresa ESPO S.A “ESP” en la realización del catastro y mantenimiento de hidrantes existentes en la ciudad de Ocaña Norte de Santander.</p>	<p>Diagnosticar el estado actual de los hidrantes instalados a través de visitas de campo, y mediante la realización de un formato de seguimiento y control de los mantenimientos que se realicen a los mismos.</p> <p>Organizar la información en una base de datos consolidada que facilite la búsqueda de los formatos registrados y todas sus características empleando herramientas tecnológicas que permitan almacenar la información y conocer las características técnicas y de mantenimiento de los hidrantes en forma rápida y organizada.</p>	<p>Buscar información reglamentada sobre el estado óptimo de hidrantes para un sistema de acueducto. Realizar visitas de campo. Implementar y diligenciar el formato de seguimiento y control en cada visita de campo. Llevar un registro fotográfico de cada visita realizada.</p> <p>Organizar la información obtenida en campo.</p> <p>Registrar la información obtenida a través de una herramienta computacional que permita guardar, modificar y buscar la información de forma rápida y organizada.</p>

“Continuación” “Tabla 3”

<p>Georeferenciar los datos obtenidos en campo mediante el uso de la plataforma ArcGIS, que permita a la empresa ESPO S.A “ESP” contar con la información detallada de cada uno de los hidrantes.</p>	<p>Recopilar, compartir y distribuir la información geográfica obtenida, mediante la plataforma ArcGIS.</p>
<p>Proponer la ubicación óptima de nuevos hidrantes con base en la Georeferenciación realizada y la normatividad existente, con el fin de mejorar la Red de Incendios del municipio de Ocaña.</p>	<p>Plantear la ubicación óptima para nuevos hidrantes en el municipio de Ocaña.</p>
<p>Elaborar un manual de instalación y mantenimiento de hidrantes acorde con la normatividad y especificaciones vigentes que sirva de apoyo al área físico operativa de la Empresa ESPO S.A “ESP”.</p>	<p>Implementar mediante un manual, la correcta instalación de nuevos hidrantes y el mantenimiento de los ya existentes, para uso del Área físico operativa de la Empresa.</p>

Fuente: Autor, 2019.

Capítulo 2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual

Catastro de red: “sistema de registro y archivo de información técnica estandarizada y relacionada con todos los detalles técnicos de ubicación de tuberías, válvulas, hidrantes y todo accesorio de la red”. (Empresa de Servicios Públicos de Medellín, EPM, 2009, p. 30)

Hidrante: Son tubos verticales que emergen de la superficie y estando conectados a las tuberías de acueducto, son utilizados por los bomberos para la extinción de incendios, pues ellos conectan sus mangueras a las bocas de diámetro y rosca de diseño universal que tiene el hidrante, las cuales deben estar protegidas por sus tapas. Su uso debe estar restringido solamente a los bomberos y al personal del acueducto de la población, quienes en conjunto son responsables de su funcionamiento. (Liévano, 1999, p. 81)

Válvulas de compuerta y vástago fijo: Es el accesorio de control más usado en los sistemas de distribución de agua y su función principal es la de cerrar total o parcialmente el paso del agua de un punto a otro de la tubería. Su construcción es sencilla, su funcionamiento seguro y la maniobra de apertura y cierre se efectúa evitando los golpes de Ariete. Facilita además, la reparación en el sitio sin necesidad de ser retirada. (Liévano, 1999, p. 75)

Pueden ser de vástago ascendente o no ascendente, siendo estas últimas las más utilizadas en redes de distribución.

Red de distribución: “Conjunto de tuberías accesorios y estructuras que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo”. (EPM, 2009, p. 37)

Sistemas de acueducto: “Conjunto de elementos y estructuras cuya función es el transporte, almacenamiento y entrega al usuario final, de agua potable con unos requerimientos mínimos de calidad, cantidad y presión”. (EPM, 2009, p. 38)

Presión estática: Es la presión ejercida por el fluido sobre un plano paralelo a la dirección de la corriente, debido a los choques de las moléculas como consecuencia de un movimiento aleatorio (p). Para un fluido en movimiento la presión estática debe medirse con la sección de la sonda paralela al movimiento del fluido. En el caso de fluidos en reposo, no hay diferencia en cómo se coloque la sonda de presión. (Salcedo, 2011)

Presión dinámica: Se puede decir que cuando los fluidos se mueven en un conducto, la inercia del movimiento produce un incremento adicional de la presión estática al chocar sobre un área perpendicular al movimiento. Esta fuerza se produce por la acción de la presión conocida como dinámica. La presión dinámica depende de la velocidad y la densidad del fluido. (Academic, 2019)

Caudal: “Cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo”.

(EPM, 2009, p. 30)

Caudal de diseño: “Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado”. (EPM, 2009, p. 38)

Caudal de incendio: “Parte del caudal en una red de distribución destinado a combatir los incendios”. (EPM, 2009, p. 38)

ArcGIS: es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Es la plataforma líder mundial para crear y utilizar Sistemas de Información Geográfica (SIG), ArcGIS es utilizada por personas de todo el mundo para poner el conocimiento geográfico al servicio de los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios.

ArcGIS se debe concebir como una plataforma completa en la que cualquier persona puede trabajar con información geográfica y aplicarla. La mayoría de las personas utilizan mapas para trabajar con información geográfica, pero no solo mapas impresos, sino mapas en línea interactivos que permiten comprender la información de su organización, las herramientas de análisis, tareas y flujos de

trabajo, las cuales las personas de su organización utilicen para trabajar en forma más eficiente. (Sigsa, 2012)

2.2 Enfoque legal

Resolución 0330 del 08 de junio de 2017. RAS Sección 3. Sistemas de transporte y distribución.

Art 70. Caudal de incendios. La demanda mínima contra incendios debe estimarse teniendo en cuenta las siguientes especificaciones: Para municipios con poblaciones de más de 60mil habitantes, los incendios que ocurran en zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales deben ser servidos mínimo por 3 hidrantes bajo uso simultáneo. Los incendios en las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidos mínimos por 2 hidrantes en uso simultáneo.

Art 71. Disposición de los hidrantes. La distancia máxima entre hidrantes debe ser de 300 metros para zonas residenciales. Para zonas públicas, comerciales o industriales la distancia máxima entre hidrantes debe ser determinada por el cuerpo de bomberos local, o en su defecto, por la entidad prestadora del servicio de acueducto. Se proyectarán hidrantes en la cercanía de edificaciones donde se concentren numerosas personas como centros educativos, hospitalarios, religiosos, teatros, entre otros.

Art 72. Diámetros mínimos de los hidrantes. Zonas residenciales con menos de 200 Hab/Ha = 75 mm (2,95 ≈ 3 in) para todos los casos.

Sectores comerciales e industriales, o zonas residenciales con alta densidad = 100 mm (3,94 ≈ 4 in) para tuberías de hasta 150 mm (≈ 6 in) de diámetro. Para tuberías con diámetro igual o mayor a 150 mm = 150 mm. (RAS, 2000)

A.11.1.20 Disposición y diámetros mínimos de hidrantes.

Art. 88. Los hidrantes se instalarán preferiblemente en las tuberías matrices y deberán descargar un caudal mínimo de 5 lt/seg.

A.11.1.32 Catastro de redes. Art 102. 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 posibles 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.

NSR - 10. Título J. Requisitos de Protección Contra Incendios en Edificaciones.

J.2.4 – Prevención de la Prolongación del fuego hacia el exterior.

J.2.4.4. Hidrantes. Debe instalarse, por lo menos, un hidrante para cada cantidad de área especificada en la siguiente tabla:

Tabla J.2.4-1
Área construida y caudal mínimo requerido por cada hidrante que debe instalarse

Edificación	Área / hidrante, m ²	Caudal / hidrante, L/s
Edificios cuya altura de evacuación descendente sea más de 28 metros o ascendente de más de 6 metros.	500	32
Cines, teatros, auditorios y discotecas.	500	63
Recintos deportivos.	500	63
Locales comerciales.	1 000	63
Estacionamientos.	1 000	63
Hospitales	500	63
Residencias	5 000	32
Atención al público	500	63
Educación	1 000	63
Almacenamiento	500	63

Figura 3. Área construida y caudal mínimo requerido por cada hidrante que debe instalarse. 2000, RAS.

Cada hidrante debe tener suministro permanente de agua y debe tener, por lo menos, el caudal especificado en la anterior tabla. Para edificaciones no listadas en la tabla, debe proveerse con por lo menos un hidrante por cada 5000 m² de área construida. Todos los hidrantes de Red Pública deben cumplir este requerimiento.

J.2.4.4.1. Hidrantes. Color del Hidrante.

La parte superior del hidrante debe pintarse de acuerdo con su caudal y siguiendo normas internacionales, tal como se establece a continuación: Rojo para caudales hasta de 32 lt/s; amarillo para caudales entre 32 lt/s y 63 lt/s y verde para caudales superiores a 63 lt/s.

J.2.4.5. Por lo menos un hidrante debe estar situado a no más de 100m de distancia de un acceso a un edificio. Los demás deberán estar razonablemente repartidos por el perímetro de la edificación y ser accesibles para los vehículos del servicio del cuerpo de bomberos.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados

3.1.1 Recopilar la información relacionada con los hidrantes instalados en la red de distribución del sistema de acueducto del municipio de Ocaña, mediante la implementación de un formato detallado que permita conocer las características técnicas de cada uno de ellos. Para esto, se tiene en cuenta lo siguiente:

Delimitación de la zona de estudio. Para delimitar las zonas de estudio, se definió con el jefe del Área físico operativa de la Empresa, el Ingeniero Ray Carlos Ramírez Rincón, utilizar las zonas de trabajo definidas y asignadas para cada inspector del Área.

Lo anterior, se hizo con el fin de contar con el apoyo de cada inspector en la localización de los hidrantes existentes.

Las zonas de estudio se dividieron en cinco partes, zona 1, zona 2, zona 3, zona 4 y zona 5, como se muestra en la imagen 4, abarcando la totalidad del casco urbano del municipio de Ocaña.

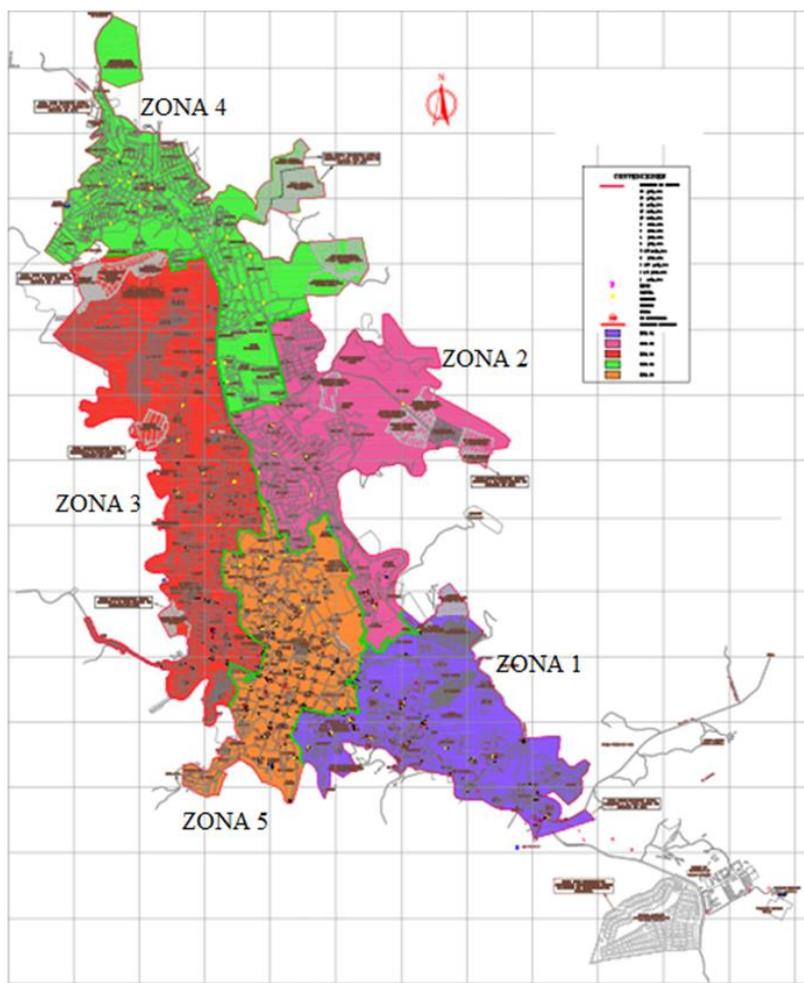


Figura 4. Zonas de estudio para localización de hidrantes.(2019). Autor.

Establecer las zonas donde se va a recolectar la información con el personal del Área físico operativa. Una vez definidas las cinco zonas de estudio, se procedió a la recolección de la información en campo de cada una de éstas con el acompañamiento del inspector de la zona, asignados de la siguiente manera:

Zona 1: comprendida por los barrios Barcelona, Santa Inés, 9 de Octubre, Camino Real, Los Alpes, Urb. Los Alamos, Palomar, Tacaloa, La Piñuela, Victor Carreño, Santa Lucía,

Libardo Alonso, Ciudadela Deportiva, Gustavo Alayón, Villa de los caros, La Palmita, El Bosque, Quebrada El Tejar, San Antonio, Olaya Herrera, El Bambo, 26 de Julio, La Coruña, Cuesta Blanca, El Ramal, Promesa de Dios, Altos de Tamara, El Rocío, El Carbón, La Carbonera, Belén, Asolivos, La Paz, Tabachines y Nueva Madrid; como se muestra en la Figura 5. El recorrido de esta zona se realizó con el apoyo del inspector Hugo Navarro Quiroga.

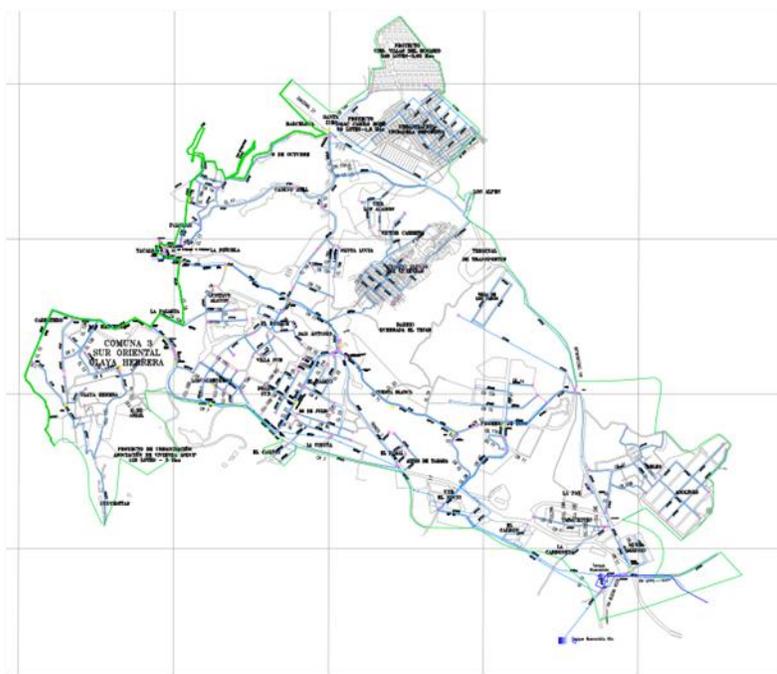


Figura 5. Zona 1. (2019). Autor.

Zona 2: Abarca los barrios Provenza, Polaco I, El Dorado, Nuevo Horizonte, El Hatillo, Las Vicentinas, El Carmen, Villa María, Brisas del Polaco, Transparencia I, Simón Bolívar, Sesquicentenario, Fundadores, Comuneros, El Retiro, El Peñón, Los Alpes, El Playón, Bruselas, Villa Margarita, Polaco II, Travesías, Cristo Rey, Altos del Polaco y Barcelona, como se muestra en la Figura 6. El acompañamiento de esta zona estuvo a cargo del inspector Libardo García.

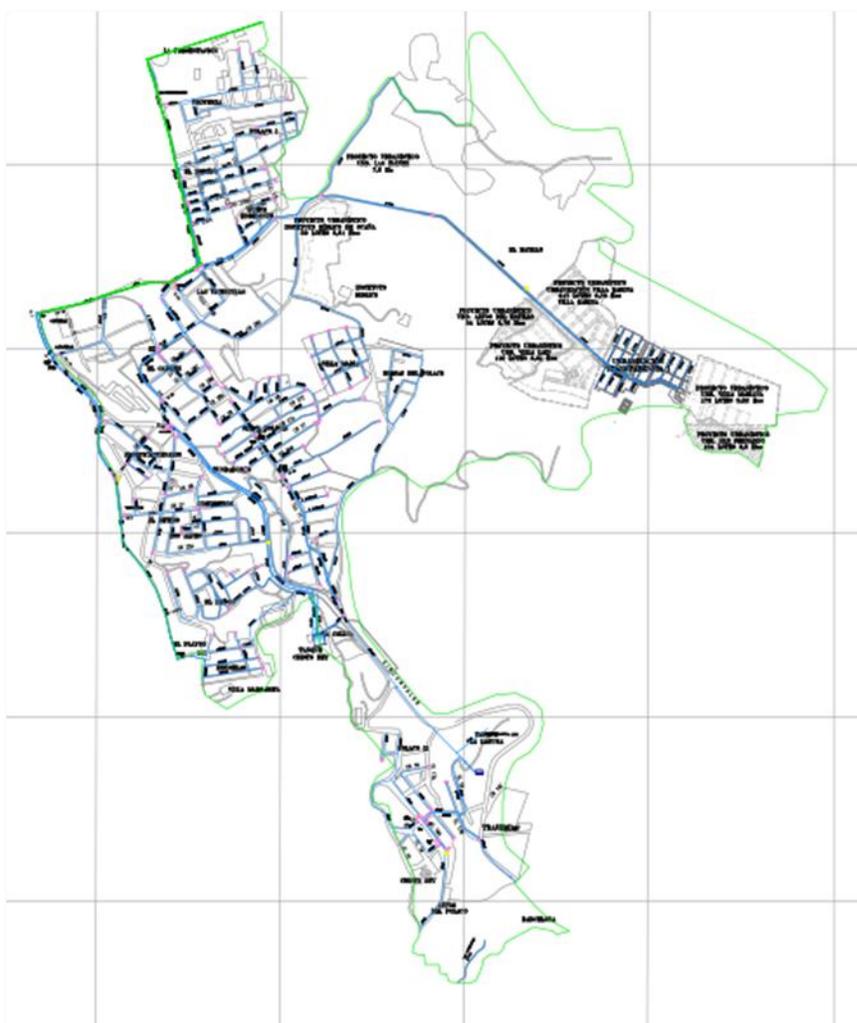


Figura 6. Zona 2. (2019). Autor.

Zona 3: Está conformada por los barrios Miradores de la Colina, Altos de la Primavera, Prados del Lago, Miradores del Lago, Torres del Cable, Miradores del Caracolí, El Prado, Las Acacias, El Lago I Etapa, El Lago II Etapa, El Lago III Etapa, Las Villas, Primero de Mayo, IV Centenario, San Rafael, Camilo Torres, Landia, Marabel, Nueva España, El Tope, 20 de Julio, Villa Rosa, La Esmeralda, Marabelito, La Libertad, Urb Alameda, Juan XXIII, Torcoroma, Cementerio Central, Urb Central, Las Delicias, Villa Carolina, Santa Cruz; así como se muestra

en la Figura 7. El inspector Edgardo Navarro fue quien estuvo a cargo de ser guía para el recorrido de toda la zona.



Figura 7. Zona 3. (219). Autor.

Zona 4: Esta zona está delimitada por los barrios El Líbano, La Perla II, Altos del Norte, La Perla, Los Cristales, Bermejal, Villa Paraíso, José Antonio Galán, Dos de Octubre, Santa Clara, Colinas de La Florida, Villa Mar, La Gloria, Los Sauces, Asovirón, Villa Elvia, La Riviera, Las Palmeras, Buenos Aires, La Primavera, Ciudad Jardín, Altos de la Colina, Villas de Anton, Jardines de la Rosa, Altos de Cañaveral y Cañaveral; esto se puede apreciar en la Figura

8. El recorrido de esta zona se llevó a cabo en compañía del inspector Luis Eduardo Arévalo Pérez

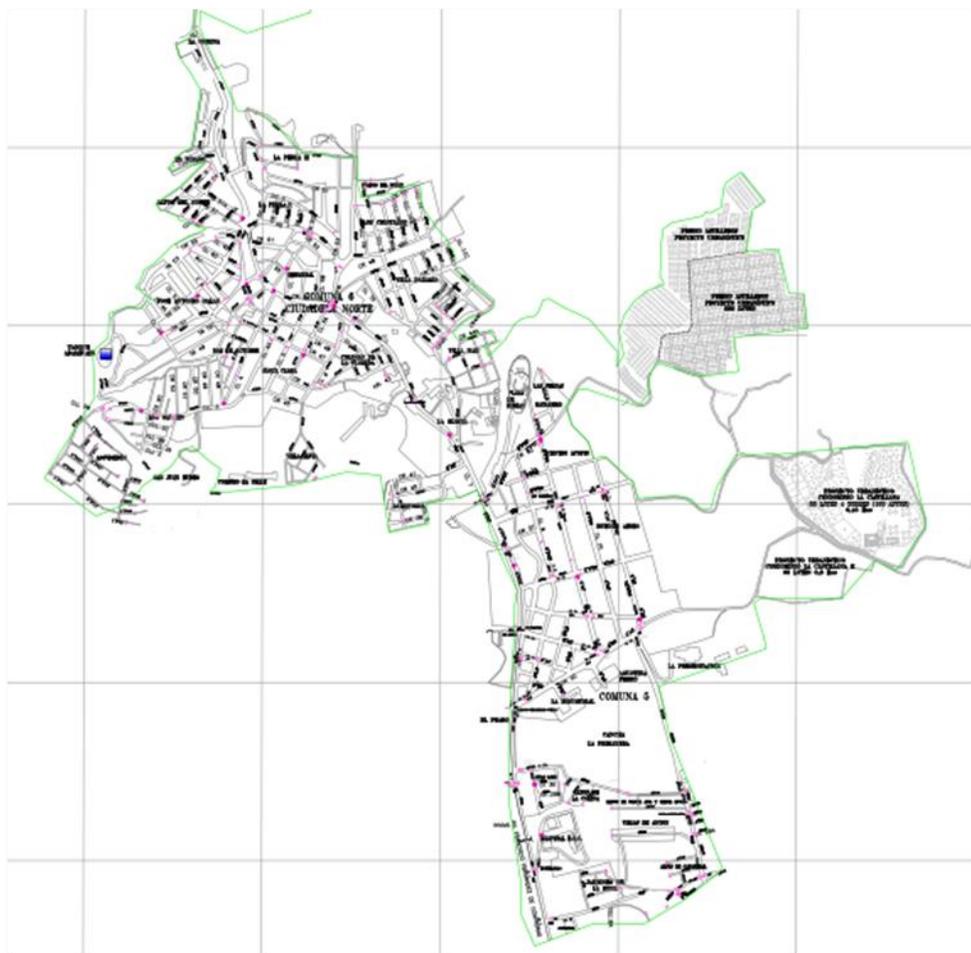


Figura 8. Zona 4. (2019). Autor.

Zona 5: Se compone de los barrios: El Uvito, El Llano Echavez, Martinete, Santa Marta, Urb Alejandría, Punta del Llano, El Tíber, La Modelo, Barrios Unidos, Sitio Nuevo, La Popa, Camino Viejo, La Rotina, Betania, San Agustín, Villa Luz, Santa Ana, San José, San Cayetano, El Mercado, Hacaritama, Los Altillos, La Luz, Dulce Nombre, El Torito, Venecia, Centro, El Tamaco, Tejarito, Miraflores, Palomar, Tacaloa, Jorge Eliécer Gaitán, La Palmita, Las Mercedes,

Carretero, San Francisco, Milanés, La Costa, La Favorita, El Molino, La Luz Polar, Jesús Cautivo, Villanueva, Bosque del Sitri, El Molino II, La Esperanza, 12 de Octubre, El Llanito, La Quinta y San Fermín; estos se observan en la Figura 9. El acompañamiento en el recorrido de esta zona lo realizó el inspector Pedro Duarte.



Figura 9. Zona 5. (2019). Autor.

Estudiar la información requerida en campo para la elaboración del formato. Para la elaboración del formato con la información requerida en campo, fue necesario acudir a los catálogos de fabricantes de hidrantes, en este caso se optó por consultar mediante la web a las empresas nacionales “Soluciones Integrales en Ingeniería y Fundición METACOL” y “Accesorios y Válvulas APOLO S.A.S”, donde se observó las partes que componen un hidrante y los accesorios que lo conectan a la red de distribución de agua potable. Además, se pudo conocer los tipos de hidrantes y sus características físicas y de funcionalidad a la hora de la puesta en servicio.

Recopilar la información de catastro con que cuenta la empresa. Para la obtención de la información catastral con que cuenta la empresa, se buscó, con ayuda de la auxiliar encargada, Jennifer Rodríguez, en la sección de archivo de la empresa ESPO S.A “ESP” y con ayuda del director de planeación, el Ingeniero Orlando Camargo, en la base de datos de la misma, donde se encontró con un registro fotográfico, dirección, valores de presión, un hipervínculo con dirección a un plano de referencia, mostrado en figura 11, el estado actual y observaciones y recomendaciones realizadas para cada hidrante existente, en el año 2011. Siendo este el último catastro realizado por la empresa, a los hidrantes del municipio de Ocaña. Véase la Figura 10.

CATASTRO DE HIDRANTES	
	Casco Urbano: Municipio de Ocaña, Norte de Santander
	Hidrante N°. 04
Fecha: Marzo de 2011	Hoja 4 de 84
	
UBICACIÓN:	PRESION: 53 P.S.I
Calle 2° 28-34 El Lago (Dirección de la Casa, esquinera)	
ESTADO ACTUAL:	
Funciona correctamente, tiene proteccion anticorrosiva, la valvula funciona bien. La tapa ha sido colocada.	
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:	
se le aplico pintura anticorrosiva y se le instalo la respectiva tapa valvula.	
IR AL PLANO	

Figura 11. Catastro de hidrantes existente en la Empresa ESPO S.A “ESP”. (2019). Autor.

Diseñar el formato para la obtención de la información. Teniendo en cuenta el catastro de hidrantes existente en la empresa, las consultas previas realizadas sobre la información requerida en campo para la elaboración del formato y con la colaboración del Ingeniero Ray Carlos Ramírez Rincón, se diseñó el formato para la obtención de la información que fuese rápida y fácil de trabajar, así como se muestra en la Figura 12.

CATASTRO DE HIDRANTES EN LA RED DE ACUEDUCTO		CIUDAD	FECHA		ZONA DE ESTUDIO					
ESPO S.A. E.S.P		BARRIO	HIDRANTE N°							
DIRECCIÓN		SECTOR								
Bosquejo:		Residencial	Comercial	Zona verde						
		SITEMA DE INSTALACIÓN								
		Brida	Liso	Otro						
		COORDENADAS GPS								
		LATITUD	LONGITUD	ALTITUD						
CARACTERÍSTICAS DEL HIDRANTE										
TIPO	MODELO	COLOR	DN (Pulg)	MATERIAL DE FABRICACIÓN	NÚMERO DE BOCAS DE SALIDAS	DIÁMETRO DE LAS SALIDAS (Pulg)	CONEXIÓN A LA RED DE ACUEDUCTO	PRESIÓN DE TRABAJO (PSI)	DIÁMETRO DE TUBERÍA A LA QUE CONECTA (Pulg)	DISTANCIA AL BORDE DEL ANDÉN (cm)
Barril Húmedo	Torino				1		Si			
Barril Seco	Apolo				2		No			
Poste	Otro				3					
SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL HIDRANTE							VÁLVULA DEL HIDRANTE			
TAPAS DE SALIDA	ESTADO DE LAS TAPAS DE SALIDA	CADENA	ESTADO DE LA CADENA	ESTADO DE LA PINTURA	PRESIÓN TOMADA (PSI)	CAUDAL DE DESCARGA (L/S)	ESTADO DEL VÁSTAGO	TOTAL DE VUELTAS DE APERTURA	SENTIDO DE GIRO DE APERTURA	
Completas	Bueno	Si	Bueno	Bueno			Bueno			
Incompletas	Regular	No	Regular	Regular			Regular			
	Malo		Incompleta	Malo			Malo			
			No tiene							
VÁLVULA DE CORTE							OBSERVACIONES			
RASANTE	MATERIAL RASANTE	TIPO DE TAPA	ESTADO DE LA TAPA	CONDICIÓN DE LA CAJA	FUGA EN LA VÁLVULA					
Vía	Concreto	Concreto	Bueno	Limpio	Si					
Andén	Asfalto	Hierro	Regular	Obstruido	No					
Otro	Tierra	Otro	Malo	Otro	Otro					
	Otro	Sin tapa	Sin tapa							
Elaboró	Pasante: Andrea Iorena Pérez Nieto			Revisó	Ing. Ray Carlos Ramírez Rincón			Actualizó		

Figura 12. Formato para la obtención de información en campo. (2019). Autor.

3.1.2 Diagnosticar el estado actual de los hidrantes instalados a través de visitas de campo, y mediante la realización de un formato de seguimiento y control de los mantenimientos que se realicen a los mismos. Para la realización de esto, se considera lo siguiente:

Buscar información reglamentada sobre el estado óptimo de hidrantes para un sistema de acueducto.

Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P (EPM). Capítulo 5, Redes de Distribución.

Los hidrantes proyectados desde la etapa de diseño de la red de distribución de agua potable deben ser de columna o pedestal de 75, 100 o 150 mm de diámetro de acuerdo al nivel de complejidad del sistema y a la presión en el punto de instalación, estos deben controlarse por válvulas del mismo diámetro. En todo caso, los hidrantes deben soportar una presión nominal de trabajo 108 m.c.a (1.06 MPa = 154 PSI) y una presión de prueba de 216 m.c.a (2.12 MPa = 307 PSI), y se debe tener en cuenta lo establecido en el capítulo 7 de las NEGC y en las normas ASTM A 126 CL B, ASTM D 2000, ASTM 147 8A, ASTM B 62 y AWWA C 502. (5.7. *Accesorios y Estructuras para las tuberías de la Red de Distribución. 5.7.8 Hidrantes. 5.7.8.1 Aspectos generales de los Hidrantes.*)

Capacidad hidráulica mínima de los hidrantes debe ser 32 L/s. (5.7.8.2 *Capacidad hidráulica de los hidrantes*).

Los diámetros nominales mínimos de los hidrantes instalados en la red de distribución de agua potable son 75 mm y 100 mm, para tuberías de hasta 150 mm de diámetro.

Los hidrantes de 150 mm de diámetro se deben instalar en tuberías de 150 mm de diámetro y mayores. En todo caso el diámetro de los hidrantes deberá cumplir con los requerimientos hidráulicos. (5.7.8.3 *Diámetros nominales mínimos de hidrantes*).

En el caso de zonas residenciales, debe instalarse un hidrante por lo menos cada 200m. - En las zonas con bloques multifamiliares debe colocarse un hidrante por lo menos cada 150m.

En zonas industriales y comerciales debe ponerse un hidrante a una distancia no mayor de 100 m. (5.7.8.4 *Distancia máxima entre Hidrantes*).

El diseño de la red de distribución de agua potable, debe garantizar que la localización de hidrantes cumpla con los siguientes requisitos:

Los puntos de localización de hidrantes deben ser definidos mediante la localización en planos de las áreas comerciales, las áreas industriales, los edificios de uso público y los edificios cuya preservación interese a la comunidad (edificios históricos, edificios de conservación arquitectónica, patrimonios culturales, etc.). Esta localización se debe hacer mediante planos de catastro municipal y en el sistema de información geográfica definido por el SIGMA (Sistema de Información Geográfica).

Los hidrantes deben instalarse entre dos lotes o edificaciones, sobre el andén o en una zona verde anexa a éste.

Cuando los hidrantes se coloquen en el andén, estos no deben instalarse a una distancia mayor que 0.3 m del borde exterior hacia adentro, hasta el eje del hidrante.

Cuando los hidrantes se instalen sobre una zona verde, no deben colocarse a una distancia menor que 0.5 m del borde exterior hacia adentro, hasta el eje del hidrante.

Los hidrantes deben instalarse alejados de obstáculos que impidan su correcto uso.

Las bocas de salida de los hidrantes deben quedar apuntando hacia la calle.

Para la correcta colocación del hidrante, el diseño debe prever tantas extensiones como sean necesarias para que el hidrante quede saliente en su totalidad por encima del nivel de la rasante del terreno. (5.7.8.5 *Localización de los Hidrantes*).

El diseño de la red de distribución debe garantizar, que para las condiciones del Caudal Máximo Horario QMH, proyectado al período de diseño de la red de distribución, la presión mínima en los hidrantes debe ser 20 m.c.a. (0,2 MPa = 28 PSI).

Con respecto a las presiones de trabajo, la presión mínima de trabajo de los hidrantes debe ser de 108 m.c.a. (1,06 MPa = 154 PSI) y deben soportar una presión de prueba de 216 m.c.a. (2,12 MPa = 307 PSI). *(5.7.8.6 Presión en los Hidrantes).*

En la base del hidrante, el diseño de la red de distribución debe prever la construcción de un anclaje, de acuerdo con el tipo de suelo. El hidrante debe asegurarse en el pie con un anclaje de concreto reforzado, el cual debe diseñarse de acuerdo con los principios establecidos en el Título G del RAS vigente, o aquel que lo remplace. Los hidrantes deben ser protegidos interna y externamente de acuerdo con el recubrimiento establecido en la NEGC de hidrantes y la norma AWWA C 550. *(5.7.8.7 Instalación y anclaje de los Hidrantes).*

El diseño debe prever el color de los hidrantes, de acuerdo con el caudal máximo horario en el momento de entrada en operación y siguiendo normas internacionales, tal como se establece a continuación:

Rojo Caudales hasta 32 L/s

Amarillo Caudales entre 32 y 63 L/s

Verde Caudales superiores a 63 L/s

(5.7.8.8 Color de los hidrantes).

Una vez finalizada la construcción de la red de distribución de agua potable o una ampliación de ésta, debe verificarse la operación de los hidrantes.

Para cada uno de los hidrantes que forman parte de la red de distribución deben verificarse los siguientes aspectos:

Caudal.

Presión en el hidrante para diferentes horas del día estando el hidrante cerrado.

Presión a la salida del hidrante cuando se encuentre operando a máximo caudal.

Color del hidrante establecido en el diseño.

Las pruebas deben poner especial atención a que haya una correspondencia entre el color del hidrante y el caudal de salida.

El aforo de los hidrantes para definir su color se debe realizar en horas de mayor consumo.

(5.11. Aspectos de la puesta en marcha de las Redes de Distribución.

Hidrantes. El diseño debe establecer los puntos muertos de la red y la localización de hidrantes para la realización de los procedimientos a la apertura de hidrantes y válvulas con el fin de preservar la calidad de agua en la red.

Durante toda la vida del proyecto se debe comprobar que los hidrantes funcionen adecuadamente, de tal forma que cumplan con el caudal y presión de diseño necesaria para la atención de los incendios. La frecuencia de revisión debe ser establecida en los planes de mantenimiento, de acuerdo al contexto operacional. *(5.12. Aspectos de la operación de Redes de Distribución. 5.12.2. Hidrantes).*

En todos los casos debe tenerse en cuenta lo establecido en el Artículo 76 de la Ley 9 de 1979 o la que la remplace, el cual establece: “Las entidades administradoras de los acueductos comprobarán periódicamente las buenas condiciones sanitarias de las redes de distribución, con muestras de análisis de agua, tomadas en los tanques, hidrantes, conexiones de servicio y en las tuberías”. El diseño de la red de distribución debe establecer estos puntos.

Se debe atender lo establecido en el Artículo 77 de la Ley 9 de 1979, o la que la modifique o remplace, el cual establece: “Los hidrantes y extremos muertos de la red de distribución de agua deben abrirse con la frecuencia necesaria para eliminar sedimentos. *(5.12.9 Calidad de agua en la Red de Distribución).*”

Las operaciones de lavado de las tuberías que conforman la red de distribución deben quedar establecidas en el diseño y ser probadas mediante el uso de los modelos hidráulicos definidos en el Numeral 5.5.2 de esta norma. Los parámetros básicos relacionados con la frecuencia de limpieza del sistema de distribución de EPM, son los siguientes:

Dos veces por año en sistemas de válvulas de división, hidrantes y tuberías con baja velocidad. (5.13. Aspectos del mantenimiento de Redes de Distribución. 5.13.5. Lavado de las redes de distribución).

Realizar visitas de campo. Una vez realizado el formato para la obtención de datos y con la información recopilada sobre el estado óptimo de hidrantes, se dio paso a las visitas de campo en compañía de un operario de hidrantes de la empresa y personal dispuesto por parte del Cuerpo de Bomberos de Ocaña, en las cuales se llevaron a cabo los procesos de registro de las características, apertura, manipulación y localización por medio de coordenadas satelitales, de cada hidrante existente en el municipio de Ocaña, esto se logró con los implementos necesarios, tales como, llave para abrir la válvula del hidrante, cuadrantes para las válvulas, destornillador, manómetro, acople para toma de presión, GPS y el formato de seguimiento y control.

En las visitas de campo se encontró con que actualmente existen 85 hidrantes instalados en el casco urbano de la ciudad de Ocaña y cuentan con las siguientes características:

Tabla 4

Estado general de los hidrantes existentes

N° hidrante	Zona	Estado Pintura	Estado Cadena	Estado Tapas	Estado Válvula	Disponibilidad Del Servicio	Presión (Psi)
1	4	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Si	86
2	4	Regular	Regular	Bueno	Malo	No	SR
3	4	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Si	80

"Tabla 4" "Continuación"

4	4	Regular	Malo	Bueno	Bueno	Si	82
5	4	Malo	Regular	Bueno	Bueno	Si	72
6	4	Regular	Malo	Regular	Malo	No	SR
7	4	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Si	59
8	4	Regular	Bueno	Bueno	Malo	No	SR
9	4	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Si	48
10	4	Regular	Malo	Regular	Regular	Si	24
11	4	Regular	Regular	Regular	Bueno	Si	52
12	4	Malo	Malo	Malo	Malo	No	SR
13	4	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Si	90
14	4	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Si	60
15	4	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Si	52
16	4	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Si	58
17	4	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Si	96
18	4	Malo	Malo	Regular	Bueno	Si	64
19	4	Malo	Malo	Regular	Bueno	Si	60
20	4	Regular	Bueno	Regular	Malo	Si	49
21	4	Malo	Malo	Regular	Regular	Si	40
22	3	Malo	Malo	Regular	Malo	Si	56
23	3	Malo	Malo	Regular	Regular	Si	47
24	3	Malo	Malo	Malo	Bueno	Si	SR
25	3	Malo	Malo	Regular	Bueno	Si	54
26	3	Regular	Regular	Regular	Bueno	Si	43
27	3	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	94
28	3	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	70
29	3	Malo	Malo	Regular	Bueno	Si	86
30	3	Malo	Regular	Regular	Malo	No	SR
31	3	Malo	Regular	Regular	Regular	Si	77
32	3	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	68
33	3	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Si	72
34	3	Malo	Bueno	Regular	Malo	Si	100
35	2	Malo	Regular	Regular	Regular	Si	67
36	2	Malo	Bueno	Regular	Bueno	Si	74
37	2	Malo	Bueno	Regular	Bueno	Si	94
38	2	Malo	Malo	Regular	Regular	Si	66
39	2	Regular	Bueno	Regular	Malo	Si	43
40	2	Malo	Bueno	Regular	Regular	Si	13
41	5	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	40
42	5	Malo	Malo	Regular	Bueno	Si	23

"Tabla 4" "Continuación"

43	5	Malo	Malo	Malo	Malo	No	SR
44	5	Malo	Malo	Malo	Regular	Si	SR
45	5	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	46
46	5	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Si	78
47	5	Malo	Regular	Bueno	Bueno	Si	94
48	5	Malo	Malo	Bueno	Bueno	Si	49
49	5	Bueno	Bueno	Bueno	Malo	Si	78
50	5	Bueno	Bueno	Bueno	Malo	Si	65
51	5	Malo	Regular	Regular	Malo	No	SR
52	5	Malo	Malo	Regular	Regular	Si	55
53	5	Malo	Malo	Regular	Malo	No	SR
54	5	Malo	Regular	Bueno	Bueno	Si	65
55	5	Malo	Malo	Malo	Regular	Si	68
56	5	Malo	Malo	Regular	Malo	Si	SR
57	5	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	70
58	5	Malo	Malo	Malo	Regular	Si	56
59	5	Malo	Malo	Malo	Regular	Si	78
60	5	Malo	Malo	Regular	Regular	Si	45
61	5	Malo	Malo	Regular	Regular	Si	63
62	5	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	55
63	5	Malo	Regular	Malo	Regular	Si	86
64	5	Malo	Malo	Regular	Bueno	Si	78
65	5	Malo	Malo	Malo	Regular	Si	52
66	5	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	42
67	5	Malo	Malo	Regular	Bueno	Si	52
68	5	Regular	Malo	Regular	Bueno	Si	56
69	5	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	50
70	5	Malo	Regular	Regular	Malo	Si	20
71	1	Malo	Malo	Malo	Malo	No	SR
72	1	Malo	Malo	Malo	Regular	Si	64
73	1	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	84
74	1	Malo	Malo	Regular	Malo	No	SR
75	1	Regular	Regular	Regular	Regular	Si	SR
76	1	Malo	Regular	Regular	Regular	Si	69
77	1	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Si	46
78	1	Malo	Malo	Malo	Regular	Si	SR
79	1	Malo	Malo	Regular	Regular	Si	55
80	1	Malo	Malo	Malo	Regular	Si	38

“Tabla 4” “Continuación”

81	1	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	49
82	1	Malo	Regular	Regular	Regular	Si	15
83	1	Malo	Malo	Regular	Bueno	Si	80
84	1	Malo	Malo	Regular	Regular	Si	38
85	1	Malo	Regular	Regular	Bueno	Si	66

Fuente: Autor, 2019.



Figura 13. Disponibilidad de servicio de Hidrantes. (2019). Autor.

Implementar y diligenciar el formato de seguimiento y control en cada visita de campo. En cada visita de campo, se diligenció el formato de seguimiento y control para cada hidrante, donde se pudieron obtener las características físicas, la presión y las coordenadas satelitales. Véase la Figura 13.

Nov 26
03-10-2018

ZONA Nº 4

CATASTRO REGISTRADO INSPECCIÓN 1
ZONA 4

CATASTRO DE HIDRANTES EN LA RED DE ACUEDUCTO
ESPO S.A. E.S.P.

Ciudad: **Ocaña**
Barrio: **Altos del Norte**
Dirección: **Cll 68 # 51-04 Puente de la Sal**

SECTOR:
Residencial Comercial Zona verde

SISTEMA DE INSTALACIÓN:
Brida Llave Otro

COORDENADAS GPS:
LATITUD: **06°16'11.23608"N**
LONGITUD: **73°21'59.11228"W**
ALTITUD: **1153.333 m**

CARACTERÍSTICAS DEL HIDRANTE

TIPO	MODELO	COLOR	DN (Pulg)	MATERIAL DE FABRICACIÓN	NÚMERO DE BOCAS DE SALIDAS	DIÁMETRO DE LAS SALIDAS (Pulg)	CONEXIÓN A LA RED DE ACUEDUCTO	PRESIÓN DE TRABAJO (PSI)	DIÁMETRO DE TUBERÍA A LA QUE CONECTA (Pulg)	DISTANCIA AL BORDE DEL ANDÉN (cm)
Barril Húmedo	<input checked="" type="checkbox"/>	Torno			1		Si <input type="checkbox"/>	200		20
Barril Seco	<input type="checkbox"/>	Apolo	<input checked="" type="checkbox"/>	Hierro	2	No <input checked="" type="checkbox"/>				
Punto	<input type="checkbox"/>	Otro		Hierro	3					

SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL HIDRANTE

TAPAS DE SALIDA	ESTADO DE LAS TAPAS DE SALIDA	CADENA	ESTADO DE LA CADENA	ESTADO DE LA FINTURA	PRESIÓN TOMADA (PSI)	CAUDAL DE DESCARGA (L/S)	ESTADO DEL VÁSTAGO	TOTAL DE VUELTAS DE APERTURA	SENTIDO DE GIRO DE APERTURA
Completas	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena	<input checked="" type="checkbox"/>	Buena	30		Buena	30	derecha
Incompletas	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Regular		Regular			
				Mala		Mala			

VÁLVULA DE CORTE

RASANTE	MATERIAL RASANTE	TIPO DE TAPA	ESTADO DE LA TAPA	CONDICIÓN DE LA CAJA	FUGA EN LA VÁLVULA
Via	Concreto	Concreto	Buena	Limpio	Si <input checked="" type="checkbox"/>
Andén	Acero	Hierro	Regular	Obstruido	No <input type="checkbox"/>
Otro	Terra	Otro	Mala	Otro	Otro <input type="checkbox"/>
Hidrofo	Otro	Sin tapa	Regular	Otro	Otro <input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES:
Hidrante funcionando.
Válvula de corte sin cuadrante.
Se requiere cambio de empaquetadura.
Se recomienda aplicar anticorrosivos y pintas.

Elaboró: **Andrés Jairo Pérez Nieto**
Revisó: **Ing. Ray Carlos Ramírez Rincón**
Actuó: **Actuó**

Figura 14. Información obtenida en campo. (2019). Autor.

Llevar un registro fotográfico de cada visita realizada. De cada visita de campo realizada, se registraron fotografías donde se pueden apreciar cómo se llevó a cabo los procesos de inspección, manipulación y apertura de cada uno de los hidrantes de la ciudad de Ocaña, esto con la colaboración del operario de la empresa y personal dispuesto por parte del Cuerpo de Bomberos de Ocaña. Un ejemplo de esto se puede apreciar en las Figuras 14, 15, 16 y 17, donde se muestra los registros fotográficos de las visitas de campo del hidrante N° 39 de la zona 2.

El registro fotográfico completo de las visitas realizadas a cada hidrante se puede ver en el apéndice A.



Figura 15. Manipulación de hidrante en la zona 2. (2019). Autor.



Figura 16. Apertura de hidrante zona 2. (2019). Autor.



Figura 17. Toma de presión en hidrante de zona 2. (2019). Autor.



Figura 18. Mantenimiento y reparación de hidrante en zona 2. (2019). Autor.

3.1.3 Organizar la información en una base de datos consolidada que facilite la búsqueda de los formatos registrados y todas sus características, empleando herramientas tecnológicas que permitan almacenar la información y conocer las características técnicas y de mantenimiento de los hidrantes en forma rápida y organizada. A partir de esto, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

Organizar la información obtenida en campo. Una vez obtenida toda la información de cada visita de campo, se procedió a organizar los formatos en cinco paquetes, distribuidos por las zonas de estudio delimitadas con el personal del área físico operativa de la empresa (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4 y zona 5).

Registrar la información obtenida a través de una herramienta computacional que permita guardar, modificar y buscar la información de forma rápida y organizada.

Teniendo la información de campo dividida en paquetes según las zonas de estudio, se dio paso al registro de los datos en el software Microsoft Excel, organizado en carpetas por zonas, donde se puede acceder de forma fácil y observar las características de cada hidrante. Ver Figura 18.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "ZONA 5 - Microsoft Excel". The spreadsheet is organized into several sections:

- General Information:**

CATASRO DE HIDRANTES EN LA RED DE ACUEDUCTO	CIUDAD	Ocaña	FECHA	30/10/2018	ZONA DE ESTUDIO	5
ESPO S.A.E.S.P	BARRIO	Villameva	HIDRANTE N°	34		
	DIRECCION	Calle 10 # 3-03				
- SECTOR:**

Residencial	Comercial	Zona verde
X		
- SITEMA DE INSTALACIÓN:**

Brida	Liso	Otro
X		
- COORDENADAS GPS:**

LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
08°13'46.65846"N	73°21'22.47335"W	1211.073 m
- Diagram:** A diagram of a hydrant installation showing a red hydrant, a blue valve, and a yellow pipe connected to a distribution network.
- Map:** A map showing the location of the hydrant on a street grid, with labels "CR 2" and "CL 10".
- CARACTERÍSTICAS DEL HIDRANTE:**

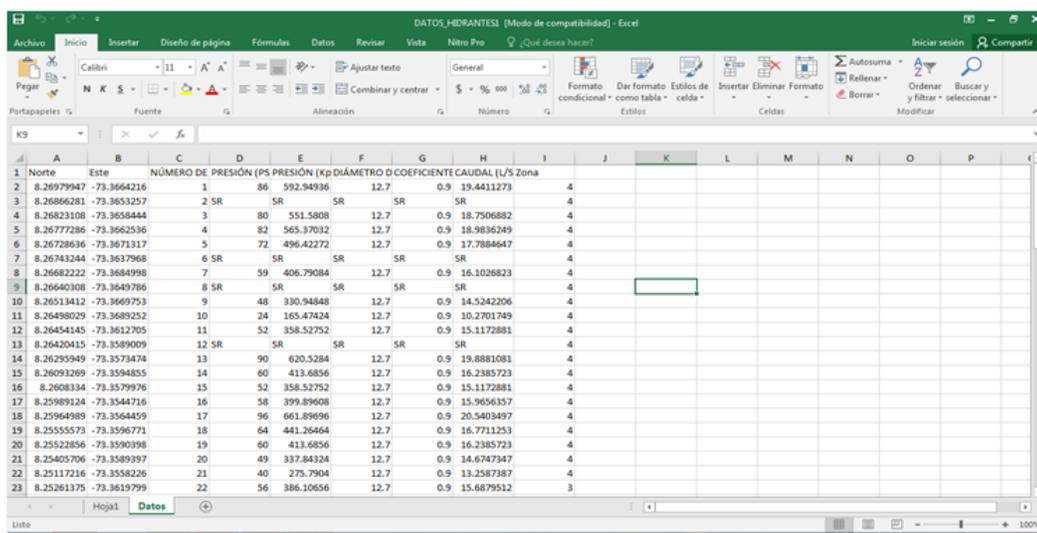
TIPO	MODELO	COLOR	DN (Pulg)	MATERIAL DE FABRICACION	NÚMERO DE BOCAS DE SALIDAS	DIÁMETRO DE LAS SALIDAS (Pulg)	CONEXIÓN A LA RED DE ACUEDUCTO	PRESIÓN DE TRABAJO (PSI)	DIÁMETRO DE TUBERÍA A LA QUE CONECTA (Pulg)	DISTANCIA AL BORDE DEL ANDEN (cm)
Barril Húmedo	Torno	Blanco - Naranja			1		Si	X		
Barril Seco	Apolo		2	X		No			3	
Poste	Otro		X	3						

Figura 19. Registro de información de hidrantes en zona 5. (2019). Autor.

3.1.4 Georeferenciar los datos obtenidos en campo mediante el uso de la plataforma ArcGIS, que permita a la empresa ESPO S.A “ESP” contar con la información detallada de cada uno de los hidrantes. Con base en esto, se considera lo siguiente:

Recopilar, compartir y distribuir la información geográfica obtenida, mediante la plataforma ArcGIS. A partir de las coordenadas tomadas en campo con ayuda del GPS dispuesto por parte de la empresa ESPO S.A “ESP”, se realizó la recopilación y distribución de la información en la plataforma ArcGIS, de la siguiente manera:

En primer lugar, se hizo la conversión de coordenadas de grados sexagesimales a grados decimales y se organizó una tabla de datos para guardarla en formato Excel del 2003. Esto se observa en la Figura 19.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Norte	Este	NÚMERO DE PRESIÓN (PS	PRESIÓN (kp)	DIÁMETRO (D)	COEFICIENTE CAUDAL (L/S Zona										
2	8.26979947	-73.3664216	1	86	592.94936	12.7	0.9	19.4411273	4							
3	8.26866281	-73.3653257	2	SR	SR	SR	SR	SR	4							
4	8.26823108	-73.3658444	3	80	551.5808	12.7	0.9	18.7506882	4							
5	8.26777286	-73.3662536	4	82	565.37032	12.7	0.9	18.9836249	4							
6	8.26728636	-73.3671317	5	72	496.42272	12.7	0.9	17.7884647	4							
7	8.26743244	-73.3637968	6	SR	SR	SR	SR	SR	4							
8	8.26682222	-73.3684998	7	59	406.79084	12.7	0.9	16.1026823	4							
9	8.26640308	-73.3649786	8	SR	SR	SR	SR	SR	4							
10	8.26513412	-73.3669753	9	48	330.94848	12.7	0.9	14.5242206	4							
11	8.26498029	-73.3689252	10	24	165.47424	12.7	0.9	10.2701749	4							
12	8.26454145	-73.3612705	11	52	358.52752	12.7	0.9	15.1172881	4							
13	8.26420415	-73.3589009	12	SR	SR	SR	SR	SR	4							
14	8.26295949	-73.3573474	13	90	620.5284	12.7	0.9	19.8881081	4							
15	8.26093269	-73.3584855	14	60	413.6856	12.7	0.9	16.2385723	4							
16	8.2608334	-73.3579976	15	52	358.52752	12.7	0.9	15.1172881	4							
17	8.25989124	-73.3544716	16	58	399.89608	12.7	0.9	15.9656357	4							
18	8.25964989	-73.3564459	17	96	661.89696	12.7	0.9	20.5403497	4							
19	8.25555573	-73.3596771	18	64	441.26464	12.7	0.9	16.7711253	4							
20	8.25522856	-73.3590398	19	60	413.6856	12.7	0.9	16.2385723	4							
21	8.25405706	-73.3589397	20	49	337.84324	12.7	0.9	14.6747347	4							
22	8.25117216	-73.3558226	21	40	275.7904	12.7	0.9	13.2587387	4							
23	8.25261375	-73.3619799	22	56	386.10656	12.7	0.9	15.6879512	3							

Figura 20. Tabla de datos en Excel 2003. (2019). Autor.

Seguido a esto, se cargó la información base del PBOT Ocaña 2015 (Manzanas y perímetro Urbano). Véase la Figura 20.

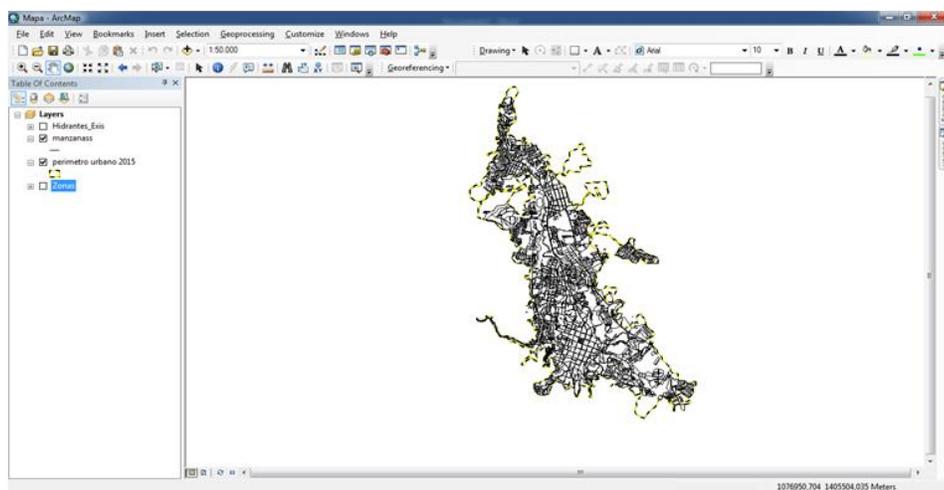


Figura 21. Información del PBOT Ocaña 2015 en la plataforma ArcGIS. (2019). Autor.

Con la base de datos importada desde Excel, se realizó un chequeo de la información, como se aprecia en la Figura 21.

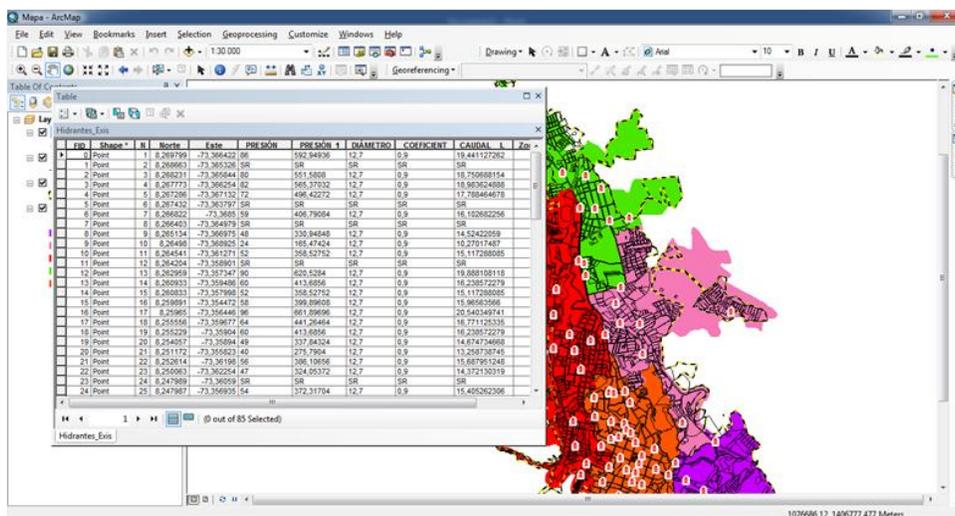


Figura 22. Chequeo de datos importados desde Excel. (2019). Autor.

Terminado el chequeo de la información, se pasó a la representación gráfica de los datos importados, tal como se muestra en la Figura 22.

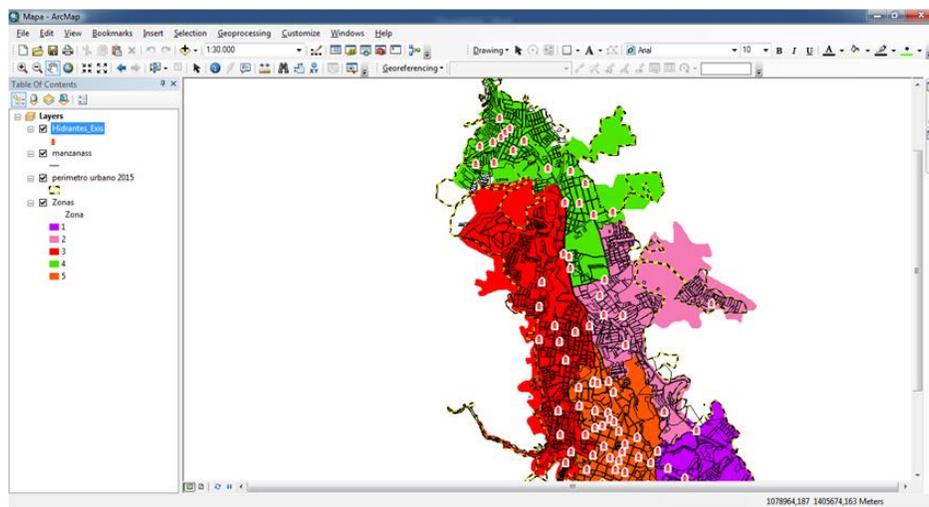


Figura 23. Representación gráfica de datos. (2019). Autor.

Posteriormente, se creó una base de datos dentro de la plataforma, para guardar toda la información geográfica necesaria. Obsérvese la Figura 23.

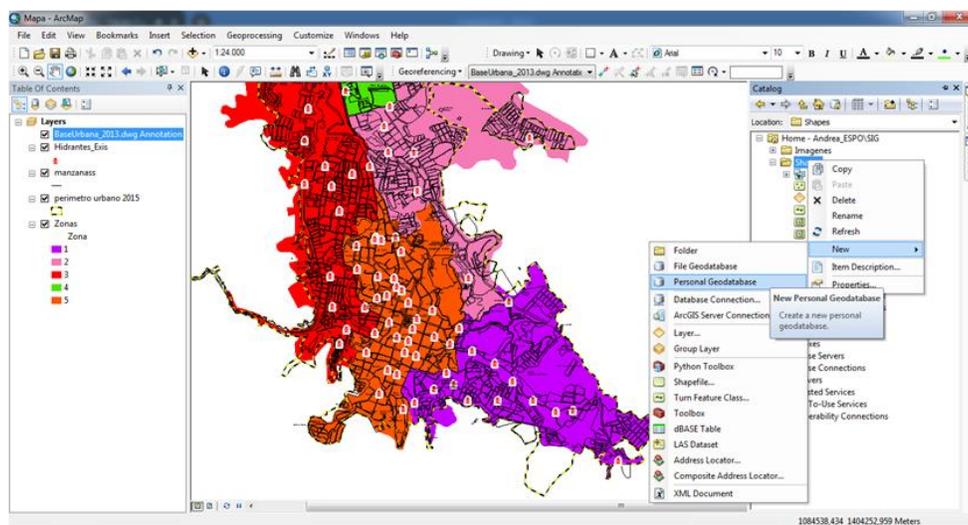


Figura 24. Base de datos. (2019). Autor.

Dentro de la base de datos, se creó un conjunto de datos (subcarpeta) para almacenar la información de una sola temática. Ver Figura 24.

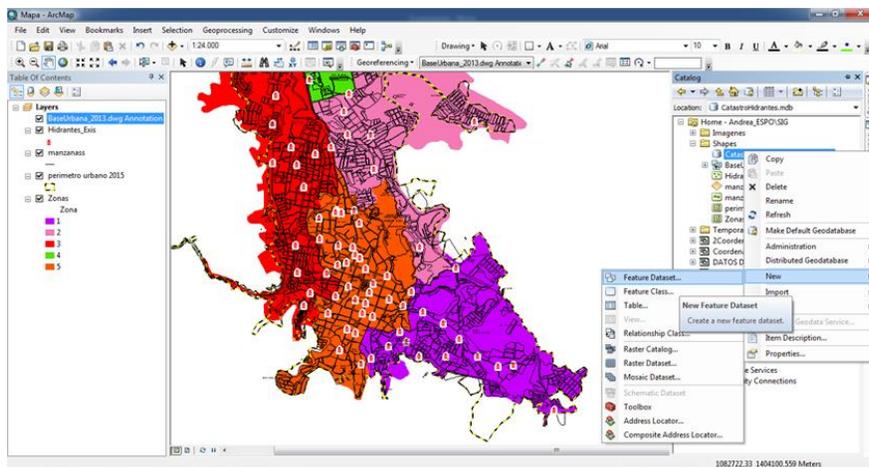


Figura 25. Subcarpeta de datos. (2019). Autor.

Seguido de esto, se asignó el sistema de coordenadas al conjunto de datos, así como se muestra en la Figura 25.

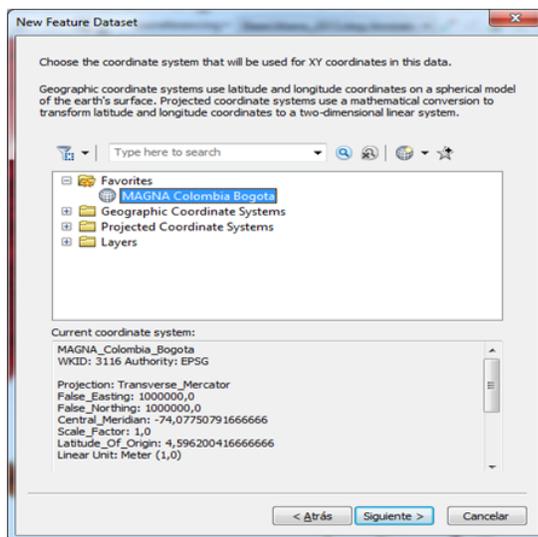


Figura 26. Sistema de coordenadas. (2019). Autor.

Definido el sistema de coordenadas, se importó los shapes necesarios al conjunto de datos. Véase Figura 26.

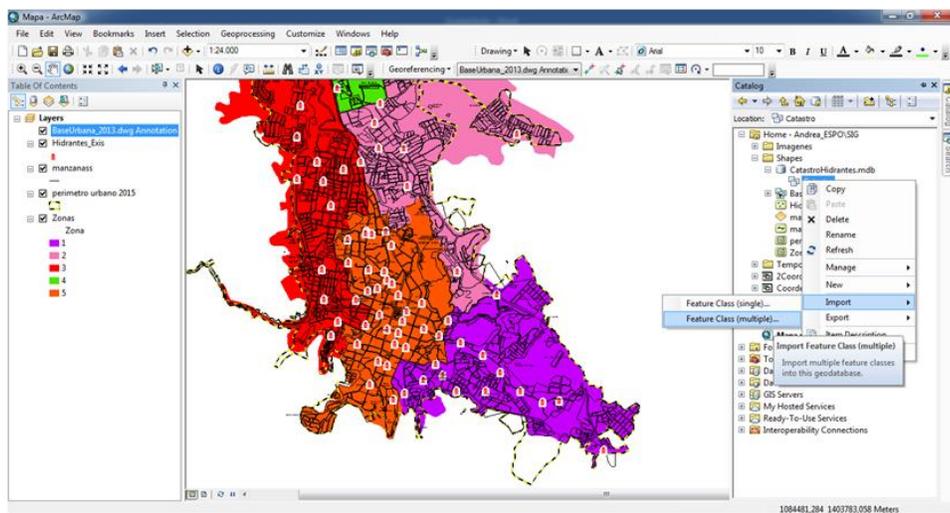


Figura 27. Shapes de base de datos. (2019). Autor.

Con los shapes creados, se dio lugar a la representación de la base de datos, tal como se muestra en la Figura 27.

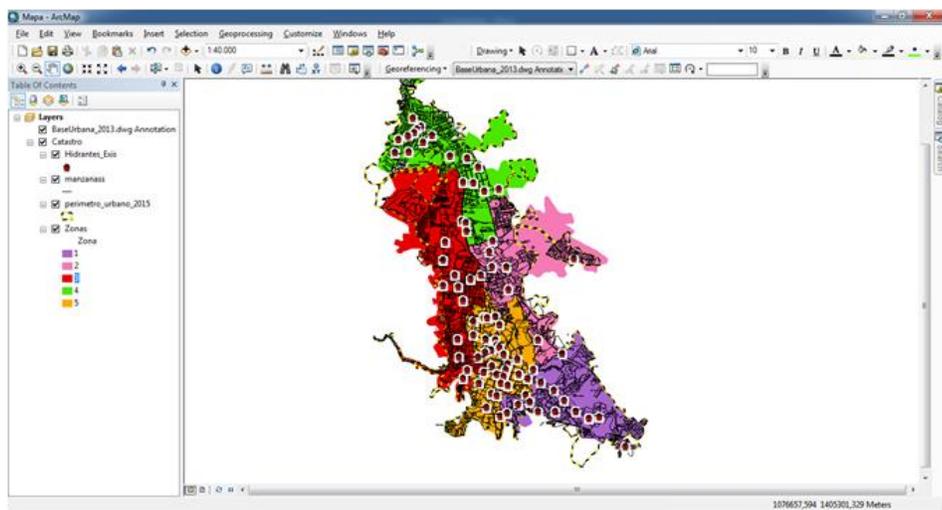


Figura 28. Representación de base de datos. (2019). Autor.

Seguidamente, se empleó un campo tipo imagen en la tabla de atributos del shape de hidrantes existentes, para conectar la fotografía tomada en campo, de cada uno de estos. Esto se observa en la Figura 28.

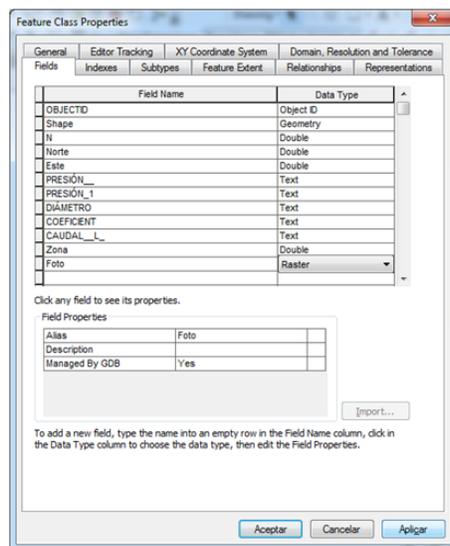


Figura 29. Campo para insertar fotografías de hidrantes existente. (2019). Autor.

Este paso, se puede apreciar detalladamente en las siguientes Figuras 29 y 30, del proceso necesario, para la edición del shape, asignando la fotografía a cada punto.

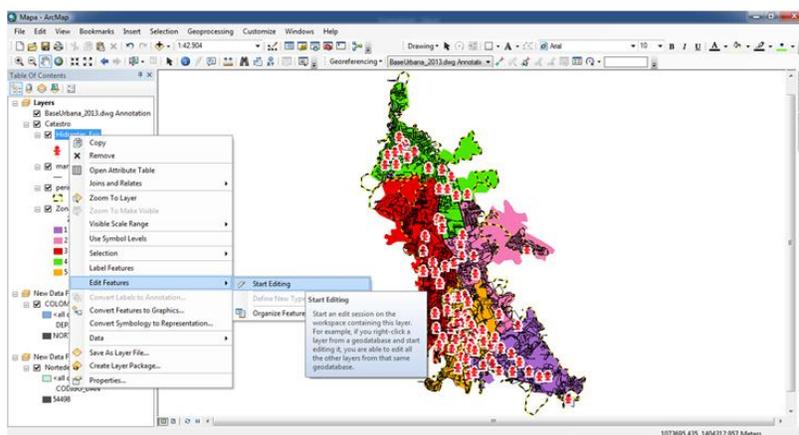


Figura 30. Edición del shape para insertar fotografías de hidrantes. (2019). Autor.

FID*	Shape*	N	Norte	Este	PRESIÓN	PRESIÓN 1	DIÁMETRO	COEFICIENT	CAUDAL	L	Zona	Foto
1	Point	1	8,269799	-73,366422	96	592,94936	12,7	0,9	19,441127262	4		
2	Point	2	8,268663	-73,365326	SR	SR	SR	SR	SR	4		
3	Point	3	8,268231	-73,365844	80	551,5808	12,7	0,9	18,750688154	4		
4	Point	4	8,267773	-73,366254	82	565,37032	12,7	0,9	18,983624888	4		
5	Point	5	8,267286	-73,367132	72	496,42272	12,7	0,9	17,768464678	4		
6	Point	6	8,267432	-73,363797	SR	SR	SR	SR	SR	4		
7	Point	7	8,266822	-73,3685	59	406,79084	12,7	0,9	16,102682256	4		
8	Point	8	8,266403	-73,364979	SR	SR	SR	SR	SR	4		
9	Point	9	8,265134	-73,368975	48	330,94848	12,7	0,9	14,52422059	4		
10	Point	10	8,26498	-73,368925	24	165,47424	12,7	0,9	10,27017487	4		
11	Point	11	8,264541	-73,361271	52	358,52752	12,7	0,9	15,117288085	4		
12	Point	12	8,264204	-73,358901	SR	SR	SR	SR	SR	4		
13	Point	13	8,262959	-73,357347	90	620,5284	12,7	0,9	19,888108118	4		
14	Point	14	8,262933	-73,359496	60	413,6856	12,7	0,9	16,238572279	4		
15	Point	15	8,260833	-73,357998	52	358,52752	12,7	0,9	15,117288085	4		
16	Point	16	8,259891	-73,354472	58	399,89608	12,7	0,9	15,96563566	4		
17	Point	17	8,25965	-73,356446	96	661,89696	12,7	0,9	20,540349741	4		
18	Point	18	8,255556	-73,359677	64	441,26464	12,7	0,9	16,771125335	4		
19	Point	19	8,255229	-73,35904	60	413,6856	12,7	0,9	16,238572279	4		
20	Point	20	8,254057	-73,35894	49	337,84324	12,7	0,9	14,674734688	4		
21	Point	21	8,251172	-73,355823	40	275,7904	12,7	0,9	13,258738745	4		
22	Point	22	8,252614	-73,36198	56	386,10656	12,7	0,9	15,687951248	3		
23	Point	23	8,250063	-73,362254	47	324,05372	12,7	0,9	14,372130319	3		
24	Point	24	8,247989	-73,36059	SR	SR	SR	SR	SR	3		
25	Point	25	8,247987	-73,359935	54	372,31704	12,7	0,9	15,405262306	3		
26	Point	26	8,247362	-73,358414	43	296,47468	12,7	0,9	13,746952921	3		

Figura 31. Fotografías cargadas en la plataforma. (2019). Autor.

Una vez terminada la representación de datos, se puede acceder a un mapa en versión de impresión, con el trabajo realizado en la plataforma. Ver Figura 31.

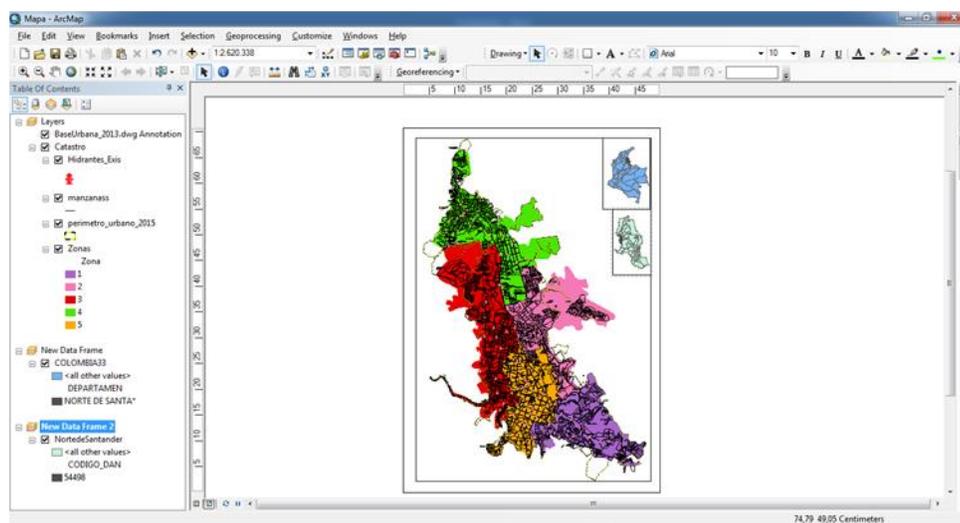


Figura 32. Mapa en versión de impresión. (2019). Autor.

3.1.5 Proponer la ubicación óptima de nuevos hidrantes con base en la Georeferenciación realizada y la normatividad existente, con el fin de mejorar la Red de Incendios del municipio de Ocaña. A partir de esto, se plantea lo siguiente:

Plantear la ubicación óptima para nuevos hidrantes en el municipio de Ocaña.

Teniendo en cuenta lo estipulado en el Art 71. “Disposición de los hidrantes, Resolución 0330 del 08 de junio de 2017. RAS Sección 3. Sistemas de transporte y distribución” y el numeral “5.7.8.4 Distancia máxima entre Hidrantes. Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P (EPM). Capítulo 5, Redes de Distribución”, se propuso la ubicación geográfica de 50 hidrantes nuevos para la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, cuya distribución se realizó según la zona (residencial, comercial, zonas verdes). Esto se puede observar en la tabla 4.

Tabla 5

Ubicación propuesta de hidrantes nuevos para el Municipio Ocaña, Norte de Santander

Ubicación propuesta de nuevos hidrantes en el Municipio de Ocaña					
Número	Zona	Barrio	Latitud	Longitud	Altitud (m)
1	1	Ciudadela Deportiva	08°14'13,43810"N	73°20'36,46151"W	1236.487
2	1	Belén	08°13'38,21948"N	73°20'11,85046"W	1263.147
3	1	El Carbón	08°13'33,1"N	73°20'27,6"W	1235.763
4	1	El Ramal	08°13'43,47764"N	73°20'41,22627"W	1219.724
5	1	Tabachines	08°13'31,29530"N	73°20'15,02345"W	1251.794
6	1	26 De Julio	08°13'38,26340"N	73°20'40,80021"W	1229.516
7	5	Parque Principal	08°14'6,64896"N	73°21'15,97681"W	1218.159
8	5	Parque Principal	08°14'9,55982"N	73°21'14,99951"W	1212.044
9	5	Dulce Nombre	08°14'10,79346"N	73°21'17,96401"W	1208.076
10	5	Dulce Nombre	08°14'11,76917"N	73°21'21,07825"W	1202.195

"Continuación" "Tabla 4"

11	5	Tamaco	08°14'7,21749"N	73°21'8,59479"W	1203.628
12	5	Tamaco	08°14'4,20956"N	73°21'9,43294"W	1208.521
13	5	Tamaco	08°14'0,92080"N	73°21'10,71840"W	1208.923
14	5	San Fermín	08°13'38,61197"N	73°21'34,40866"W	1210.925
15	5	Bosque del Sitri	08°13'44,21266"N	73°21'23,21560"W	1211.927
16	5	12 de Octubre	08°13'36,11509"N	73°21'15,06188"W	1284.243
17	5	El Molino	08°13'49,31838"N	73°21'28,21824"W	1190.524
18	5	San Francisco	08°13'56,92877"N	73°21'18,93404"W	1217.869
19	5	tamaco	08°13'59,49539"N	73°21'6,41408"W	1213.412
20	5	San Agustín	08°14'18,60915"N	73°21'11,62710"W	1209.024
21	5	La Popa	08°14'25,96769"N	73°21'12,57427"W	1192.46
22	5	El Uvito	08°14'34,87399"N	73°21'20,74584"W	1192.471
23	2	Villa Karina	08°15'6,67647"N	73°20'46,25538"W	1195.776
24	2	Transparencia	08°15'0,31945"N	73°20'35,15634"W	1201.629
25	2	Nuevo Horizonte	08°15'12,18790"N	73°21'14,83833"W	1186.948
26	2	Provenza	08°15'21,94649"N	73°21'18,15199"W	1190.315
27	2	Brisas del Polaco	08°14'56,87525"N	73°21'0,33377"W	1196.737
28	2	El Peñon	08°14'42,55528"N	73°21'13,18620"W	1212.774
29	2	Bruselas	08°14'42,59742"N	73°21'17,53974"W	1197.697
30	2	El Playón	08°14'36,80009"N	73°21'19,06044"W	1178.101
31	2	el Retiro	08°14'49,91727"N	73°21'20,43555"W	1174.515
32	2	Circunvalación	08°14'3,96752"N	73°20'29,74792"W	1249.024
33	2	Comuneros	08°14'51,51868"N	73°21'13,21513"W	1204.223
34	3	Nueva España	08°14'47,13706"N	73°21'38,66391"W	1192.578
35	3	Primero de Mayo	08°14'55,50655"N	73°21'32,87423"W	1170.806
36	3	Marabel	08°14'46,71891"N	73°21'28,55224"W	1173.297
37	3	20 de Julio	08°14'40,69448"N	73°21'26,36755"W	1174.221
38	3	Marabel	08°14'42,22427"N	73°21'31,08338"W	1178.094
39	3	Marabelito	08°14'31,31314"N	73°21'33,12020"W	1180.326
40	3	Calle la Luz	08°14'15,64678"N	73°21'7,89790"W	1191.92
41	3	Juan XXIII	08°14'29,62746"N	73°21'41,54718"W	1203.087
42	3	Juan XXIII	08°14'15,73553"N	73°21'39,66427"W	1207.614
43	3	Villa Carolina	08°14'3,88973"N	73°21'39,84290"W	1223.123
44	3	Llanadas	08°14'48,80803"N	73°21'24,38700"W	1185.543
45	4	Jardines de la Rosa	08°15'8,58424"N	73°21'27,73404"W	1177.828
46	4	La Primavera	08°15'28,88268"N	73°21'31,02707"W	1163.605
47	4	Villa Paraiso	08°16'4,91510"N	73°21'45,55698"W	1185.186
48	4	La Riviera	08°15'45,10842"N	73°21'42,97392"W	1173.885
49	4	Av. Francisco F. de C.	08°15'27,51923"N	73°21'34,75097"W	1160.761
50	4	Av. Francisco F. de C.	08°15'5,78834"N	73°21'31,39527"W	1165.814

Fuente: Autor, 2019.

Utilizar la Georeferenciación realizada en la plataforma ArcGIS y la normatividad existente para la ubicación de nuevos hidrantes. Una vez planteada la ubicación propuesta basada en la normatividad existente sobre la disposición de hidrante, se procedió a cargar la información en la plataforma ArcGIS, donde ya se encontraba realizada la localización de los hidrantes existentes, llevando al cabo el mismo proceso para la representación gráfica de los datos proporcionados a la plataforma. Esto se puede evidenciar en las figuras 32, 33 y 34, donde se muestra el ingreso de nuevo datos y se representan los hidrantes existentes con el símbolo de hidrante en color rojo y los nuevos hidrantes propuestos con un círculo relleno en color azul.

Y	X	ALTITUD	BARRIO	NUMERO	ZONA
2	8.23706614	-73.3434615	1236.487 CIUDADELA DEPORTIVA	1	1
3	8.22728329	-73.3366251	1263.147 BELÉN	2	1
4	8.22586111	-73.341	1235.763 EL CARBÓN	3	1
5	8.22874379	-73.3447851	1219.724 EL RAMAL	4	1
6	8.22535981	-73.3375065	1251.794 TABACHINES	5	1
7	8.22729539	-73.3446667	1229.516 26 DE JULIO	6	1
8	8.23518027	-73.354438	1218.159 PARQUE PRINCIPAL	7	5
9	8.23598884	-73.3541665	1212.044 PARQUE PRINCIPAL	8	5
10	8.23633152	-73.35499	1208.076 DULCE NOMBRE	9	5
11	8.23660255	-73.3558551	1202.195 DULCE NOMBRE	10	5
12	8.23533819	-73.3523874	1203.628 TAMACO	11	5
13	8.23450266	-73.3526203	1208.521 TAMACO	12	5
14	8.23358911	-73.3529773	1208.923 TAMACO	13	5
15	8.22739221	-73.359558	1210.925 SAN FERMÍN	14	5
16	8.22894796	-73.3564488	1211.927 BOSQUE DEL SITRI	15	5
17	8.22669864	-73.3541839	1284.243 12 DE OCTUBRE	16	5
18	8.22551056	-73.3578384	1190.524 EL MOLINO	17	5
19	8.23248021	-73.3552595	1217.869 SAN FRANCISCO	18	5
20	8.23319316	-73.3517817	1213.412 TAMACO	19	5
21	8.23850254	-73.3532298	1209.024 SAN AGUSTÍN	20	5
22	8.24054658	-73.3534929	1192.46 LA POPA	21	5
23	8.24302055	-73.3557627	1192.471 EL UVITO	22	5

Figura 33. Organización de datos en Excel. (2019). Autor.

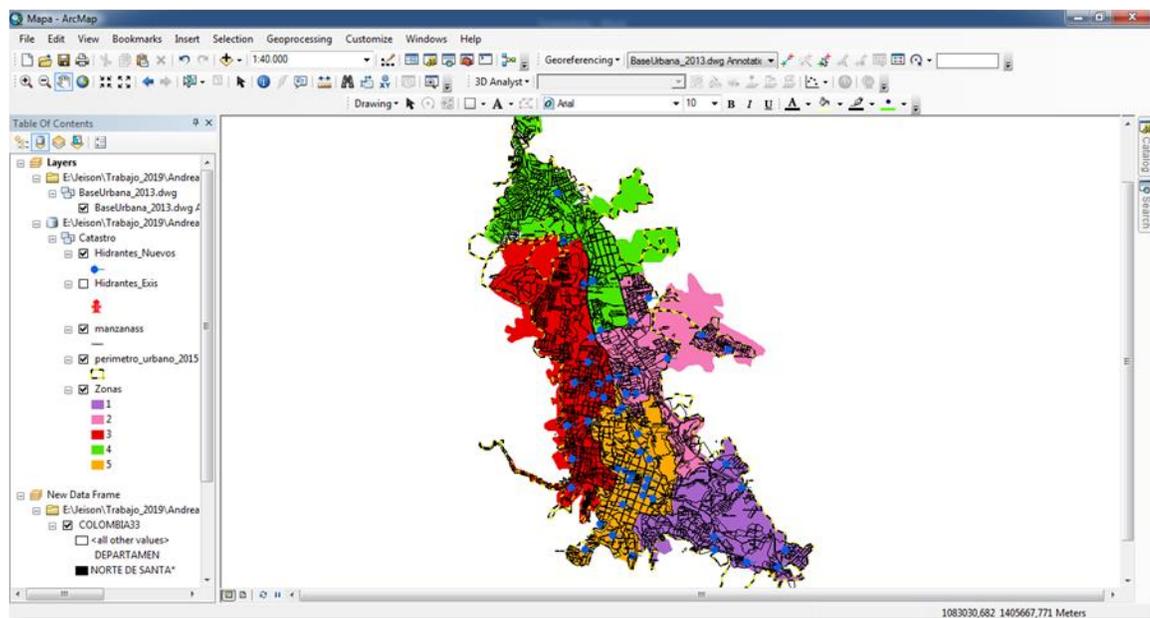


Figura 34. Representación de la propuesta de ubicación de nuevos hidrantes. (2019). Autor.

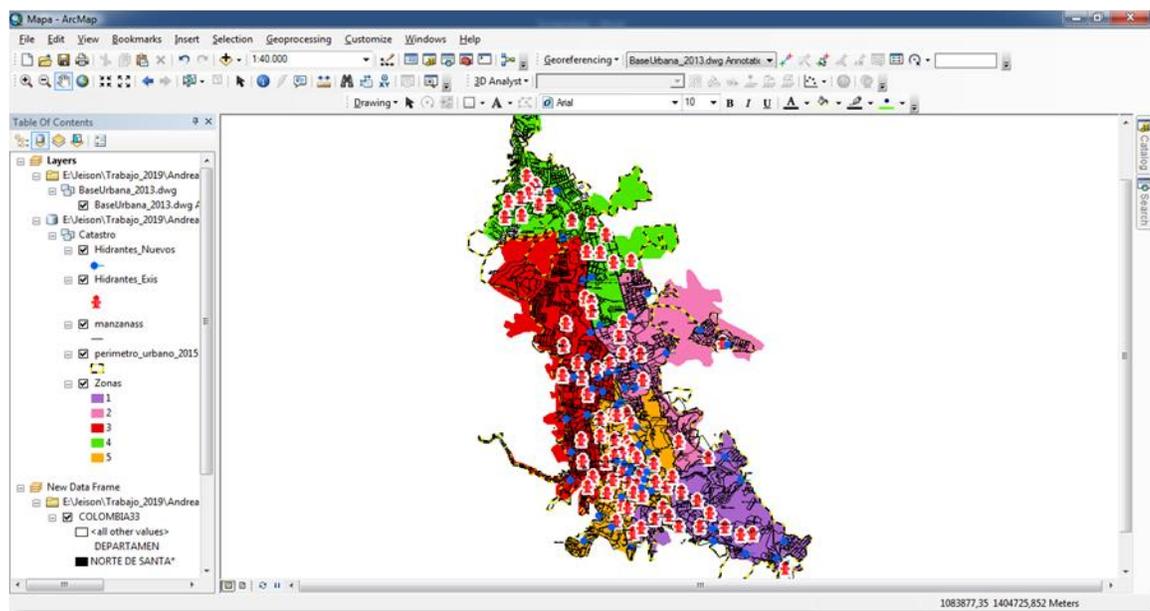


Figura 35. Representación gráfica de los hidrantes existentes y la propuesta de ubicación para nuevos hidrantes. (2019). Autor.

3.1.6 Elaborar un manual de instalación y mantenimiento de hidrantes acorde con la normatividad y especificaciones vigentes, que sirva de apoyo al área físico operativa de la empresa ESPO S.A “ESP”. La elaboración de este, se plante en los apéndices del presente trabajo.

Implementar mediante un manual, la correcta instalación de nuevos hidrantes y el mantenimiento de los ya existentes, para uso del área físico operativa de la empresa. Ver apéndice B.

Capítulo 4. Diagnóstico final

El desarrollo del catastro y mantenimiento de los hidrantes existentes en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, llevado a cabo en la Empresa ESPO S.A “ESP”, contribuyó a la actualización de la información básica de cada uno de estos elementos, tanto sus características físicas como su estado actual.

Este catastro permitió que se obtuviera el número total de hidrantes instalados en la ciudad, que a la fecha era un dato desconocido, tanto para la empresa como para el cuerpo de Bomberos voluntarios de Ocaña. Además, conocer la ubicación exacta de cada uno de ellos por medio de coordenadas geográficas.

Durante el lapso del trabajo realizado en modalidad pasantía, se pudo manipular y operar cada uno de los hidrantes, con ayuda de un operario asignado por la Empresa ESPO S.A “ESP”, donde se logró identificar la cantidad de hidrantes que actualmente operan adecuadamente y además conocer un valor aproximado de los caudales de descarga que se manejan en estos elementos.

Los cambios presentados como profesional, se dieron desde el concepto de servicio de acueducto y el concepto de empresa, ya que durante la realización de esta pasantía, se enriqueció el conocimiento teórico obtenido en la academia acerca de lo que son las redes de acueducto y su funcionalidad y se pudo conocer cómo funciona desde adentro una empresa prestadora de servicios públicos.

Capítulo 5. Conclusiones

Se implementó un formato con todas las características técnicas definidas en las normas vigentes para la recolección de la información sobre los hidrantes existentes.

Durante las visitas de campo se logró conocer que existen 85 hidrantes en la ciudad de Ocaña, de los cuales se pudo diagnosticar el estado actual, conociendo la cantidad de estos elementos que operan de forma adecuada y los que necesitan de un mantenimiento para su óptima prestación de servicio.

Se empleó la herramienta computacional Excel, para consolidar una base de datos con la información obtenida de cada uno de los hidrantes, que permita a la empresa, conocer las características técnicas y los mantenimientos a ejecutarse, en el momento que lo desee y de una forma rápida y organizada.

Se realizó la georeferenciación en la plataforma ArcGIS, con las coordenadas obtenidas en campo, permitiendo a la empresa ESPO S.A “ESP” contar con la información detallada, tanto tabulada como gráficamente.

Se propuso la ubicación de cincuenta nuevos hidrantes para la ciudad de Ocaña, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la normas sobre las distancias mínimas requeridas en la instalación de hidrantes.

Se elaboró un manual de instalación y mantenimiento de hidrantes, teniendo en cuenta las especificaciones vigentes, para servir de apoyo al área físico operativa de la empresa, en futuros mantenimientos realizados a los hidrantes y en las posibles instalaciones de estos elementos que deseen ejecutarse.

Capítulo 6. Recomendaciones

Realizar la inspección y mantenimiento de los hidrantes existentes de forma trimestral y semestral, como se establece en las normas existentes, con el fin de garantizar una óptima prestación del servicio.

Llevar un registro de los hidrantes nuevos que se instalen a futuro, con el fin de garantizar la cobertura total en el municipio de Ocaña, en los catastros, seguimientos y mantenimientos de estos elementos.

Contar con los accesorios ideales que permitan conocer la presión dinámica en los hidrantes (tubo pittot), para de esta forma, obtener los valores exactos de caudales de descarga y realizar un adecuado seguimiento y control de estos elementos.

Disponer de las herramientas necesarias para la manipulación de los hidrantes, tales como: llave de operación de hidrante, cuadrantes para válvulas de corte y llave de válvula de corte; esto con el fin de operar de forma ágil y segura cada uno de los hidrantes instalados.

Coordinar en conjunto con el Cuerpo de Bomberos de Ocaña, la realización de capacitaciones al personal dispuesto, tanto por la empresa ESPO S.A como por los Bomberos, sobre la correcta manipulación de los hidrantes, restringiendo estas labores únicamente a quienes estén autorizados.

Referencias

- Academic. (2019). *Presión Dinámica*. Obtenido de <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/955296>
- ASEPEYO. (2015). *Guía para la Instalación, uso y mantenimiento de los Sistemas de Hidrantes Exteriores contra Incendios*. Obtenido de Prevención de Riesgos Laborales: https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/P1E16009-Gu%C3%ADa-Sistemas-de-hidrantes-exteriores-contra-incendios_Asepeyo.pdf
- EPM. (2009). *Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes*. Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Agua/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953
- EPM, E. d. (2009). *Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM*. Obtenido de https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/NormasDisenoSistemasAcueducto.pdf
- ESPO S.A. "E.S.P", E. (2018). *ESPO S.A.* Obtenido de Empresa de Servicios Públicos de Ocaña
ESPO S.A. "E.S.P": <http://www.espo.com.co>
- Liévano, A. V. (1999). *Operación y Mantenimiento de Redes de Acueducto y Alcantarillado*. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_redes/operacion_redes.html#
- NSR. (2010). *Norma Sismo Resistente*. Obtenido de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>

- Ramirez Rincon, R. C. (2015). *REALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LAS REDES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO 6, 7, 8, 9 Y 10 DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER)*. Ocaña, Norte de Santander, Colombia.
- RAS. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-agua/reglamento-tecnico-del-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable>
- RAS. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULOB%20030714.pdf>
- Salcedo, M. (2011). *Flujo interno de fluidos incompresibles y compresibles*. Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20299/1/tema1_Flujo%20interno.pdf
- Sigsa. (2012). *Plataforma ArcGIS*. Obtenido de <http://www.sigsa.info/productos/esri/plataforma-arcgis>

Apéndices

Apéndice A. Registro fotográfico de las visitas de campo realizadas por cada hidrante existente en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

N° de hidrante	Registro fotográfico zona 4		
1			
2			NO SE ENCONTRÓ VÁLVULA DE CORTE
3			
4			
5			

“Continuación” “Apéndice A”

6			<p>NO SE ENCONTRÓ VÁLVULA DE CORTE</p>
7			
8			<p>NO SE ENCONTRÓ VÁLVULA DE CORTE</p>
9			
10			

“Continuación” “Apéndice A”

11			
12			<p>NO SE ENCONTRÓ VÁLVULA DE CORTE</p>
13			
14			
15			

“Continuación” “Apéndice A”

16			
17			
18			
19			
20			
21			

“Continuación” “Apéndice A”

Nº de hidrante	Registro fotográfico zona 3		
22			
23			
24			
25			
26			

“Continuación” “Apéndice A”

27			
28			
29			
30			
31			

“Continuación” “Apéndice A”

32	 A red fire hydrant is mounted on a red-tiled floor. A concrete curb is visible in the foreground.	 Two workers in blue uniforms are testing a hydrant. One is holding a hose that is spraying water onto a concrete surface.	 A close-up of a pressure gauge with a white face and black markings. The needle is pointing to approximately 10 on the scale.
33	 A red fire hydrant is mounted on a concrete pad. The background is dark.	 A worker in a blue uniform and white hard hat is testing a hydrant with a hose. The hydrant is on a concrete pad.	 A close-up of a pressure gauge with a white face and black markings. The needle is pointing to approximately 10 on the scale.
34	 A red fire hydrant is mounted on a concrete pad in a grassy area. A yellow light is visible on the ground.	 A worker in a blue uniform is testing a hydrant with a hose. The hydrant is on a concrete pad.	 A close-up of a pressure gauge with a white face and black markings. The needle is pointing to approximately 10 on the scale.

“Continuación” “Apéndice A”

N° de hidrante	Registro fotográfico zona 2		
35			
36			
37			
38			
39			
40			

“Continuación” “Apéndice A”

N° de hidrante	Registro fotográfico zona 5		
41			
42			
43		NO SE ENCONTRÓ VÁLVULA DE CORTE	NO SE ENCONTRÓ VÁLVULA DE CORTE
44			
45			

“Continuación” “Apéndice A”

46			
47			
48			
49			
50			

“Continuación” “Apéndice A”

51			
52			
53			
54			
55			

“Continuación” “Apéndice A”

56			
57			
58			
59			
60			

“Continuación” “Apéndice A”

61			
62			
63			
64			
65			

“Continuación” “Apéndice A”

66			
67			
68			
69			
70			

“Continuación” “Apéndice A”

<p>71</p>			<p>NO SE ENCONTRÓ VÁLVULA DE CORTE</p>
<p>72</p>			
<p>73</p>			
<p>74</p>			
<p>75</p>			

“Continuación” “Apéndice A”

76			
77			
78			
79			
80			

“Continuación” “Apéndice A”

81			
82			
83			
84			
85			

Apéndice B. Manual para la instalación y el mantenimiento de hidrantes

Índice

1. Introducción	1
2. Definición de hidrante y sus características principales	2
2.1 Tipos de hidrantes.....	4
2.1.1 Hidrantes de barril húmedo.....	4
2.1.2. Hidrantes de barril seco.....	5
3. Instalación de hidrantes	7
3.1 Descripción de los materiales	7
3.1.1 Tuberías y accesorios.....	7
3.1.2 Válvulas.....	9
3.1.3 Hidrantes.....	10
3.1.4 Tee.....	11
3.1.5 Accesorios.....	13
3.2 Proceso de instalación.....	14
3.2.1 Inspección antes de la instalación.....	15
3.2.2 Instalación.....	15
3.2.3 Instalación de la tee o tee partida sobre la tubería.....	16
3.2.4 Instalación de válvula de aislamiento y construcción de caja.....	16
3.2.5 Prueba hidrostática.....	18
3.2.6 Perforación.....	18
3.2.7 Instalación de niple de transición.....	18
3.2.8 Instalación de codo, barril e hidrante.....	19
3.3 Distancias mínimas requeridas en el montaje.....	19
3.4 Excavaciones y llenos.....	21
3.4.1 Excavaciones.....	22
3.4.2 Llenos.....	22
4. Actividades generales para la instalación del hidrante	24

5. Listado de materiales para la instalación del hidrante	25
6. Parámetros de diseño: presión y caudal	26
6.1 Área construida y caudal mínimo por hidrante.....	27
6.2 Color del hidrante según su caudal de descarga	28
6.3 Presión en los hidrantes	28
7. Mantenimiento de hidrantes.....	29
7.1 Operatividad.....	29
7.2 Gestión del mantenimiento periódico de los hidrantes	30
7.2.1 Inspección trimestral.	31
Inspección semestral	31
7.3 Otros aspectos a revisar	32
Referencias	33

Lista de Tablas

Tabla 1. Partes que componen un hidrante	3
--	---

Lista de Figuras

Figura 1. Partes de un hidrante	2
Figura 2. Hidrante de barril húmedo con dos salidas de 70mm.....	4
Figura 3. Hidrante de barril seco con dos salidas de 70mm	5
Figura 4. Tubería en PVC	7
Figura 5. Tubería en PEAD	7
Figura 6. Válvula con extremo bridado	8
Figura 7. Válvula con junta rápida para PVC	8
Figura 8. Hidrante Barril Húmedo	9
Figura 9. Tee Brida	10
Figura 10. Tee Junta Rápida	10
Figura 11. Niple de transición.....	12
Figura 12. Codo Brida.....	12
Figura 13. Esquema general de instalación de hidrante.....	13
Figura 14. Esquema general de instalación de hidrante.....	13
Figura 15. Esquema general de caja de aislamiento	15
Figura 16. Bloque de Anclaje	18
Figura 17. Bloque de Anclaje vista trasera	18
Figura 18. Bloque de Anclaje vista lateral.....	19
Figura 19. Dimensiones mínimas de excavación.....	20
Figura 20. Área construída y caudal mínimo por hidrante	25

1. Introducción

En los casos en que se presentan incendios de grandes magnitudes en viviendas familiares, oficinas, colegios, hospitales o cualquier edificación donde sea constante el flujo de personas, es necesario recurrir a la extinción con agua en cantidades suficientes para socorrer la emergencia y evitar la propagación del fuego, por esto se acude a las instalaciones de hidrantes en los exteriores de estas construcciones estructurales.

Existen dos aplicaciones diferentes, dadas a la instalación de los hidrantes:

La instalación privada, que por lo general la disponen las instalaciones de uso industrial o aquellas edificaciones que estén permanentemente ocupadas por gran cantidad de personas. Estas instalaciones se complementan con equipamiento auxiliar para poder conducir agua en los interiores y además pueden utilizarse por los cuerpos de bomberos para la extinción del fuego o como boca de abastecimiento de agua.

La instalación urbana o de uso público, son los hidrantes existentes en las áreas y vías de uso público, conectados a la red pública de agua y de los cuales se abastecen los cuerpos de bomberos.

2. Definición de hidrante y sus características principales

Según las Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P., (2009), “un hidrante es un elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas para la extinción de incendios”. (p. 33)

El Módulo OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO (1997) desarrollado por el Ministerio de Desarrollo Económico, lo define como “un tubo vertical que emerge de la superficie y está conectado a las tuberías de acueducto, es utilizado por los bomberos para la extinción de incendios, pues ellos conectan sus mangueras a las bocas de diámetro y rosca de diseño universal que tiene el hidrante, las cuales deben estar protegidas por sus tapas. Su uso debe estar restringido solamente a los bomberos y al personal del acueducto de la población, quienes en conjunto son responsables de su funcionamiento” (p.81)

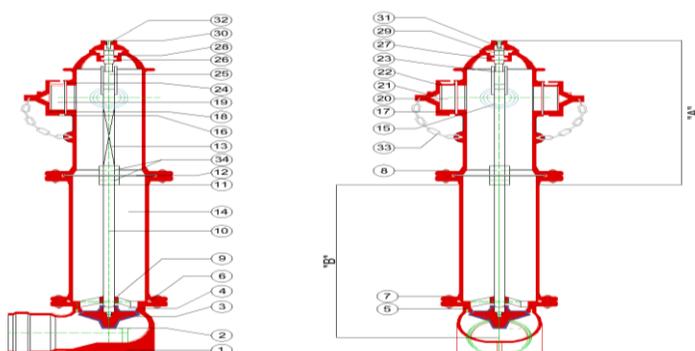


Figura 1. Partes de un hidrante. Guía para la instalación, uso y mantenimiento de los Sistemas de hidrantes exteriores contra incendios. (2015). Obtenido: https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/P1E16009-Gu%C3%ADa-Sistemas-de-hidrantes-exteriores-contra-incendios_Asepeyo.pdf

Tabla 6

Partes que componen un hidrante

Ítem	Denominación	Material
1	Codo de entrada	Hierro dúctil
2	Núcleo obturador	Hierro dúctil
3	Recubrimiento obturador	Neopreno
4	Asiento guía de cierre	Bronce
5	Empaque asiento - codo	Neopreno
6	Empaque cuerpo - codo	Neopreno
7	Tornillo hexagonal	Acero inoxidable
8	Tuerca hexagonal	Acero inoxidable
9	Cuerpo inferior	Hierro dúctil
10	Vástago inferior	Hr
11	Acople vástago	Hierro dúctil
12	Empaque entrecuerpos	Elástomero
13	Vástago intermedio	Hr
14	Cuerpo superior	Hierro dúctil
15	Pin	Acero al carbón
16	Tapa roscada 4 1/2"	Hierro dúctil
17	Tapa roscada 2 1/2"	Hierro dúctil
18	Empaque unión - tapa de 4 1/2"	Elástomero
19	Unión roscada de 4 1/2"	Bronce
20	Unión roscada de 2 1/2"	Bronce
21	Empaque cuerpo - unión roscada de 2 1/2"	Elástomero
22	Empaque tapa - unión roscada de 2 1/2"	Elástomero
23	Tuerca vástago	Bronce
24	Empaque cuerpo - unión roscada de 4 1/2"	Elástomero
25	Vástago superior	Acero inoxidable
26	Empaque sello trasero	Elástomero
27	Anillo roscado de retención	Hierro dúctil
28	Retenedor vástago	Bronce
29	O´ring	Elástomero
30	Dado pentagonal	Hierro dúctil
31	O´ring	Elástomero
32	Tornillo bristol	Acero inoxidable
33	Cadena	Acero
34	Pin	Acero

2.1 Tipos de hidrantes

Existen dos tipos de hidrantes:

2.1.1 Hidrantes de barril húmedo. Son hidrantes cuyo interior permanece en su totalidad con presión de agua, tienen una o más válvulas que regulan independientemente la salida de cada boca. Estos hidrantes tienen como ventaja, ser de bajo costo y fácil mantenimiento. Su desventaja es, no cerrar o sellar ante un accidente de tránsito, ocasionando grandes pérdidas de agua por fugas (AWWA C-503).

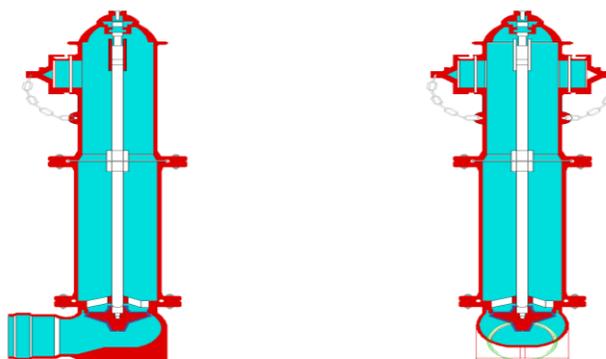


Figura2. Hidrante de barril húmedo con dos salidas de 70mm. Guía para la instalación, uso y mantenimiento de los Sistemas de hidrantes exteriores contra incendios. (2015). Obtenido: https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/PIE16009-Gu%C3%ADa-Sistemas-de-hidrantes-exteriores-contra-incendios_Asepeyo.pdf

2.1.2. Hidrantes de barril seco. En el caso de los hidrantes de columna seca la pieza denominada “carrete” une la cabeza o cuerpo, que es la parte superior del hidrante que emerge del suelo, con la válvula y su función es ajustar la distancia entre estos dos componentes, que viene condicionada tanto por las condiciones del terreno y la necesidad de instalación a una profundidad determinada como Guía para la Instalación, uso y mantenimiento de los sistemas de hidrantes exteriores contra incendios por el régimen de temperaturas de la zona donde se instala, para evitar su rotura por fuertes heladas. También son apropiados donde los hidrantes pueden ser golpeados por vehículos en movimiento, ya que la rotura de la columna produciría una fuga de agua y la inutilización de la instalación hasta su reparación.

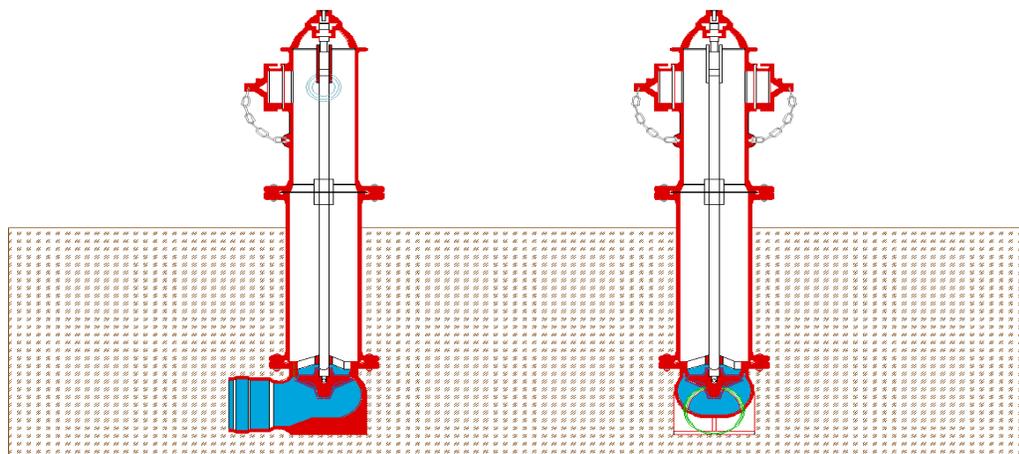


Figura3. Hidrante de barril seco con dos salidas de 70mm. Guía para la instalación, uso y mantenimiento de los Sistemas de hidrantes exteriores contra incendios. (2015). https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/P1E16009-Gu%C3%ADa-Sistemas-de-hidrantes-exteriores-contra-incendios_Asepeyo.pdf

Se clasifican según el diámetro nominal de la brida de conexión, en hidrantes de 80 mm, 100 mm y 150 mm. Las salidas disponibles en los hidrantes de 80 (3”) son 2 de 45 mm y 1 de 70 mm, mientras que en los hidrantes de 100 mm (4”) y 150 mm (6”) son 2 de 70 y 1 de 100 mm (AWWA C-502). (ASEPEYO, 2015, p. 8)

3. Instalación de hidrantes

Según la Norma de construcción de instalación e intercalado de hidrantes (2017), “la instalación de hidrantes se compone de varios elementos, los cuales pueden variar en tipo, dimensión y cantidad, dependiendo de las condiciones de presión, del diámetro de la red y del diámetro de la tubería de la red de acueducto”. (p. 5)

Los elementos mínimos necesarios para la instalación de la línea principal son los siguientes:

- Tubería
- Tee o Tee partida
- Válvulas de compuerta elástica
- Niples de conexión
- Codo, barril e hidrante
- Tuercas y tornillos

3.1 Descripción de los materiales

3.1.1 Tuberías y accesorios.

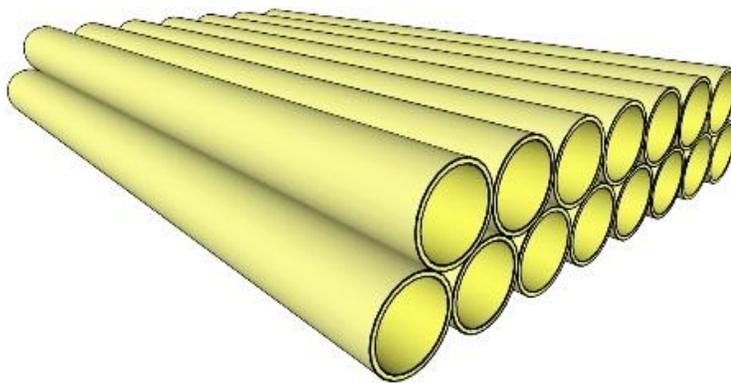


Figura 4. Tubería en PVC. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009).
Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

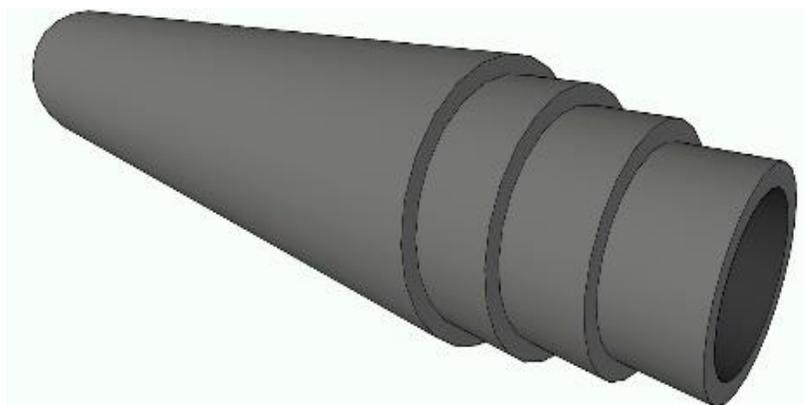


Figura5. Tubería en PEAD. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009).
Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

La tubería se debe construir en policloruro de vinilo (PVC) o polietileno de alta densidad (PEAD). Los accesorios necesarios para realizar cambios de dirección, reducciones, ampliaciones o derivaciones deben ser igualmente con este material y deben ser del mismo diámetro del hidrante a instalar. (Empresa de Servicios Públicos de Medellín, EPM, 2009, p. 5)

3.1.2 Válvulas.



Figura 6. Válvula con extremo bridado. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953



Figura 7. Válvula con junta rápida para PVC. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

Válvula de compuerta elástica: estas válvulas se instalan en la línea antes de la conexión del hidrante para permitir el aislamiento del mismo durante las actividades de operación y mantenimiento. Esta debe ser de tipo compuerta con sello elástico extremo bridado si la tubería de derivación hacia el hidrante es de PEAD o junta hidráulica si la tubería es de PVC, y operada con dado de operación, de igual forma como se operan las válvulas de aislamiento, y se deben construir la caja e instalar la válvula respectivamente. (EPM, 2009, p. 5)

3.1.3 Hidrantes.

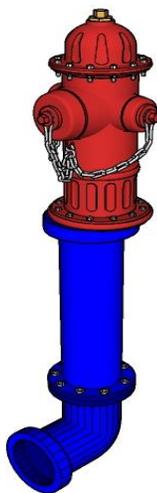


Figura 8. Hidrante Barril Húmedo. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

Los hidrantes que se instalen deben ser de 75 mm (3”), 100 mm (4”) o 150 mm (6”) de diámetro. Deben estar compuestos por tres cuerpos: cuerpo del hidrante (cuerpo superior), barril (cuerpo intermedio) y codo (cuerpo inferior). El tipo de conexión podrá ser bridada si la tubería de derivación hacia el hidrante es de

PEAD o junta hidráulica si la tubería es de PVC, de acuerdo al diseño específico de la red. (EPM, 2009, p. 5)

3.1.4 Tee



Figura 9. Tee Brida. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953



Figura 10. Tee Junta Rápida. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

Tee: La Tee varía según el diámetro de la tubería de la red y del diámetro de la tubería de derivación hacia el hidrante. La unión hacia el hidrante debe ser bridada cuando los niples de transición de la línea sean en PEAD o unión tipo campana

cuando la línea sea en PVC. La Tee debe ser de un material compatible con el de la red. Cuando se use Tee la válvula de aislamiento se debe ubicar lo más cerca posible del hidrante y preferiblemente en el mismo andén o zona verde donde se encuentre el hidrante. (EPM, 2009, p. 6)

Tee partida: Tee compuesta mínimo por dos partes unidas por medio de tornillos, las cuales se ajustan a la pared exterior de la tubería en operación sin afectarla en su funcionamiento, siendo la tubería de la red secundaria de cualquier tipo de material. La salida de la Tee al diámetro de la derivación es bridada o junta rápida, el cual puede ser igual o menor que el diámetro de la tubería en operación. La Tee debe estar provista de los empaques necesarios para producir estanqueidad en el contacto con la tubería de servicio.

Cuando se utilice Tee partida es necesario la colocación de una válvula de compuerta elástica que se instala después de ésta para permitir la posterior instalación del hidrante sin suspender el servicio. Salvo en los casos en los que por las condiciones del espacio la válvula colocada después de la Tee partida, esté a una distancia mayor de 1,5 m, que el hidrante este en una vía principal y no sea posible el cierre provisional de esta o que sea difícil evidenciar donde se encuentra la tapa válvula correspondiente al hidrante, se debe instalar otra válvula de compuerta a máximo 1,5 m del hidrante que sirva de aislamiento para la apertura y cierre del hidrante, y la válvula que se instaló en la Tee partida debe ser una válvula de sacrificio. (EPM, 2009, p. 6)

3.1.5 Accesorios.

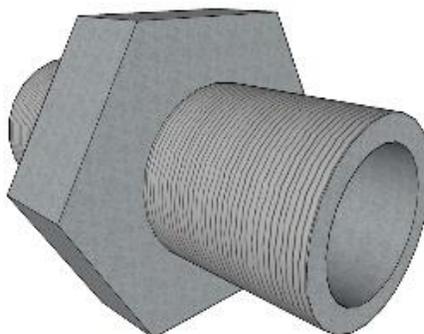


Figura 11. Niple de transición. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009).
Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

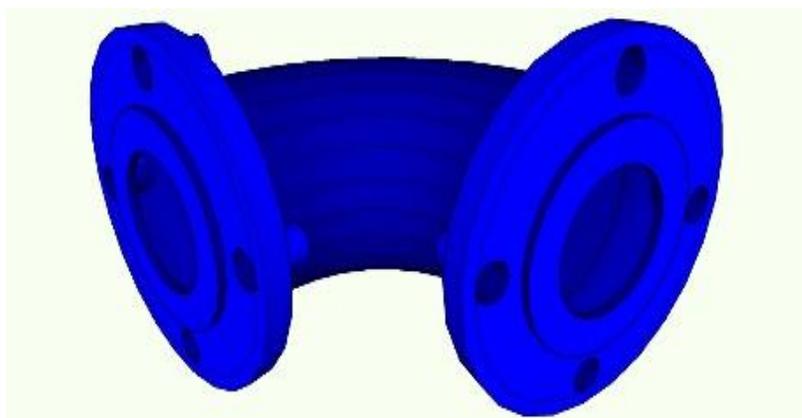


Figura 12. Codo Brida. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009).
Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

Niples de Transición: “Estos elementos permiten la conexión entre los elementos de la línea, como el hidrante y la válvula de compuerta. Dependiendo del tipo de material de la línea deben usarse niples de conexión bridada para PEAD o junta hidráulica para PVC”. (EPM, 2009, p. 6)

Codos: Según la Norma de construcción de instalación e intercalado de hidrantes (2017), “estos elementos se utilizan en caso de ser requeridos para aumentar el nivel de la línea de derivación que va hacia el hidrante. Normalmente se instalan dos codos a 45 o 90 grados, o una “s” de nivelación. (p. 5-6)

3.2 Proceso de instalación

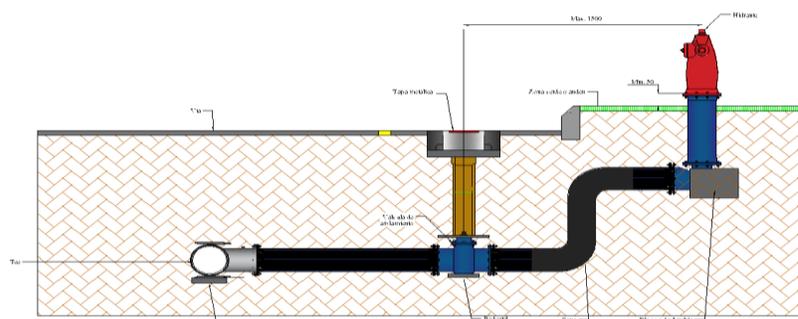


Figura 13. Esquema general de instalación de hidrante. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

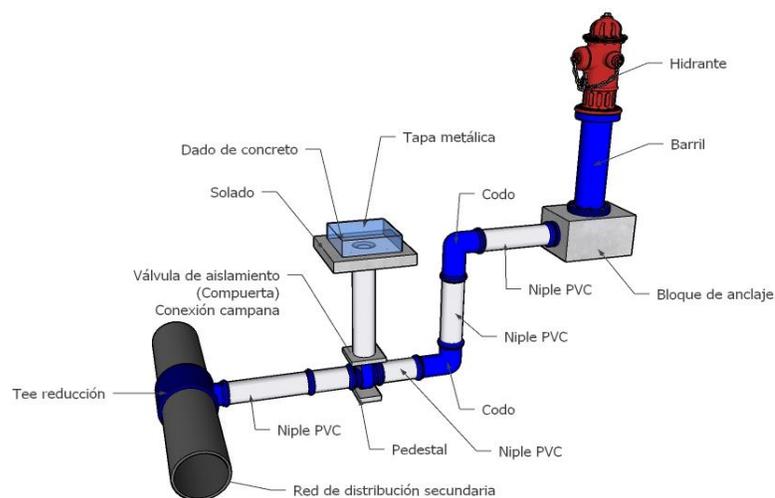


Figura 14. Esquema general de instalación de hidrante. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

3.2.1 Inspección antes de la instalación. Se deben inspeccionar los hidrantes, conexiones, tuberías y válvulas antes de la instalación y verificar posibles daños durante el envío. La verificación inicial se debe realizar con base en las especificaciones técnicas respectivas. Además el hidrante se debe probar en ciclo completo de apertura y cierre. Luego de la inspección la válvula del hidrante deberá ser cerrada y mantener así, para evitar que material externo entre al hidrante durante la instalación. (EPM, 2009, p. 7)

3.2.2 Instalación. El hidrante se debe instalar totalmente vertical en el andén, alejado de obstáculos que impidan su correcto uso en caso de incendio y que al ser utilizados como descarga no ocasionen problemas con los vecinos y no interfieran los accesos a viviendas.

Los hidrantes de dos (2) boquillas laterales se deben instalar de modo que, las boquillas queden paralelas al cordón o al andén, los hidrantes de tres (3) boquillas deben quedar con la boquilla mayor (4 1/2") hacia el cordón, es decir que la salida de la boquilla debe estar de cara a la calle para permitir una rápida conexión en caso de incendio y las boquillas laterales deben estar a la altura necesaria para permitir la conexión de mangueras y el funcionamiento de la llave del hidrante, además deben ser muy visibles tanto de día como de noche y sin obstrucciones en todo momento. (EPM, 2009, p. 7)

3.2.3 Instalación de la tee o tee partida sobre la tubería. Cuando se requiera realizar la instalación de hidrantes y las tuberías de acueducto se encuentren en operación, pero por las condiciones de la zona no se pueda suspender el servicio por periodos prolongados de tiempo;

debe emplearse una Tee partida y cuando se trate de una instalación en una red nueva que aún no está en servicio, debe instalarse con una Tee.

La Tee o Tee partida se debe colocar de forma horizontal y totalmente nivelada con el terreno. La Tee puede ser bridada de junta rápida de acuerdo al material de transición y debe tener la salida del mismo diámetro del hidrante. (EPM, 2009, p. 7)

3.2.4 Instalación de válvula de aislamiento y construcción de caja.

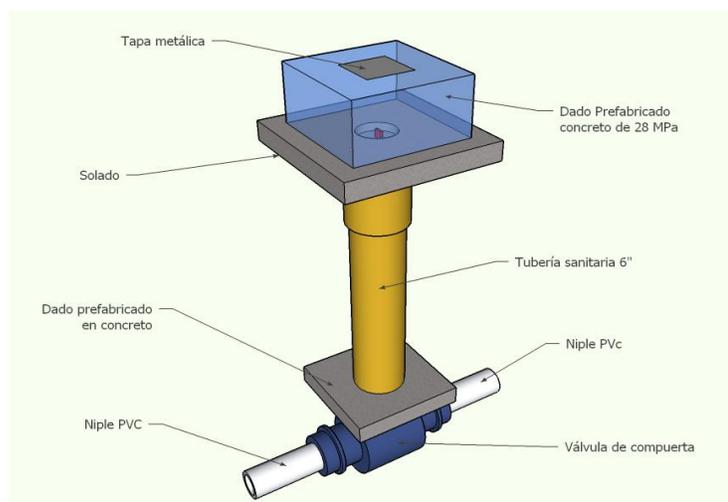


Figura 15. Esquema general de caja de aislamiento. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

“La válvula de aislamiento debe ser una válvula de compuerta elástica del mismo diámetro del hidrante, que se debe instalar en el ramal que quede libre de la Tee partida. La válvula se debe proteger por medio de una caja”. (EPM, 2009, p. 8)

La válvula de aislamiento debe quedar ubicada a máximo 1,5 m del hidrante, ya que es la que permite la apertura y el cierre del paso de agua del hidrante, la tapa de la caja debe ser visible y accesible tanto para el personal de bomberos como el

personal de operación y mantenimiento; esta tapa debe ser metálica y tener el mismo color del hidrante para facilitar su ubicación siguiendo con la “*ET-AS-ME08-03 Tapa metálica para caja de operación de válvulas de aislamiento para redes de acueducto*”. Salvo en casos que la tapa y la caja de aislamiento queden en un andén o zona verde se permite que la tapa sea polimérica de acuerdo a la “*ET-AS-ME08-04 Tapa polimérica para caja de operación de válvulas de aislamiento para redes de acueducto*”. En el numeral 4.2.4. se indican las distancias mínimas requeridas.

En caso de que la válvula instalada quede a una distancia mayor a 1,50 m del hidrante, que haga difícil la labor de identificar que válvula de aislamiento corresponde al hidrante, se debe instalar una válvula de aislamiento adicional lo más cerca posible del hidrante y la válvula conectada a la Tee partida quedará enterrada como válvula de sacrificio. (EPM, 2009, p. 8)

3.2.5 Prueba hidrostática. Se desmonta el tapón de la Tee y se le conecta una alimentación para realizar la prueba hidrostática a los elementos ensamblados, en el espacio entre la Tee partida y la válvula de aislamiento. La presión de prueba será 250 psi; se debe sostener esta presión por un espacio mínimo de 5 minutos sin admitir despresurización, y siguiendo la “*NC-AS-IL01-31 Prueba de presión hidrostática*”. Luego se procede al desmontaje de la prueba y reinstalación del tapón. (EPM, 2009, p. 9)

3.2.6 Perforación. Se hace el montaje del equipo de perforación en la brida libre de la válvula, dejando la broca de corte dentro de la válvula, la broca se debe escoger de acuerdo al material de la tubería a perforar. Luego se procede a la perforación del tubo que está en operación, cumpliendo con las normas de seguridad establecidas por el fabricante del equipo y teniendo especial cuidado con la longitud de penetración del perforador para que no se deteriore la pared del tubo, opuesta a la derivación. Después de perforar el tubo en servicio, se devuelve el equipo desplazando la broca hasta que deje libre la compuerta de la válvula. Luego se cierra la válvula y se desmonta el equipo de perforación. Se debe confirmar que el equipo extrajo el pedazo de tubo cortado. (EPM, 2009, p. 9)

3.2.7 Instalación de niple de transición. Se debe instalar un Niple de transición y todos los elementos como codos, “s” de nivelación y uniones necesarias para que la tubería quede al mismo nivel del codo del hidrante, estos elementos deben ir desde la válvula de compuerta hasta el codo del hidrante. (EPM, 2009, p. 9)

3.2.8 Instalación de codo, barril e hidrante. Se debe construir un apoyo o bloque de anclaje en el codo del hidrante, según lo establecido para las redes de distribución de acueducto, con el fin de dar estabilidad a los elementos y evitar que se asienten y tensionen las juntas de las bocas del hidrante. Las dimensiones de los bloques de anclaje se deben calcular siguiendo la “*NC-AS-IL01-19 Guía para el cálculo de bloques de anclaje en tuberías para redes secundarias de acueducto*”. (EPM, 2009, p. 9)

Se debe tener en cuenta que:

- El bloque macizo de anclaje de los accesorios debe sobresalir un mínimo de 0,10 m sobre la clave del accesorio.
- En los anclajes, las juntas de los accesorios con la tubería deben permanecer libres para facilitar labores de operación y mantenimiento, en caso de ser necesario retirar algún elemento.
- Los anclajes deben fundirse sobre terreno firme y no removido.

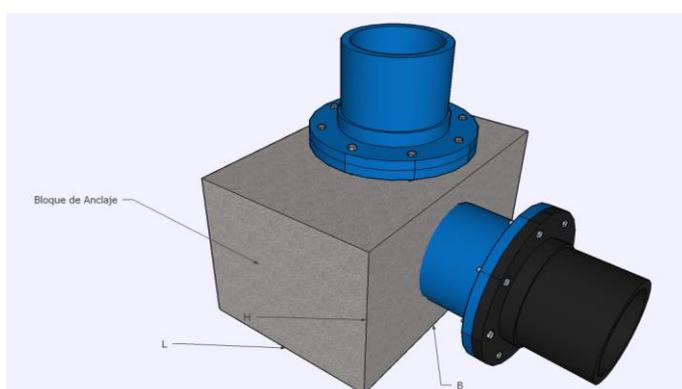


Figura 16. Bloque de Anclaje. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

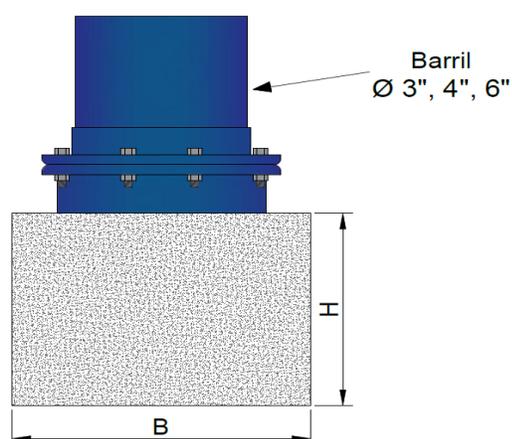


Figura 17. Bloque de Anclaje vista trasera. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

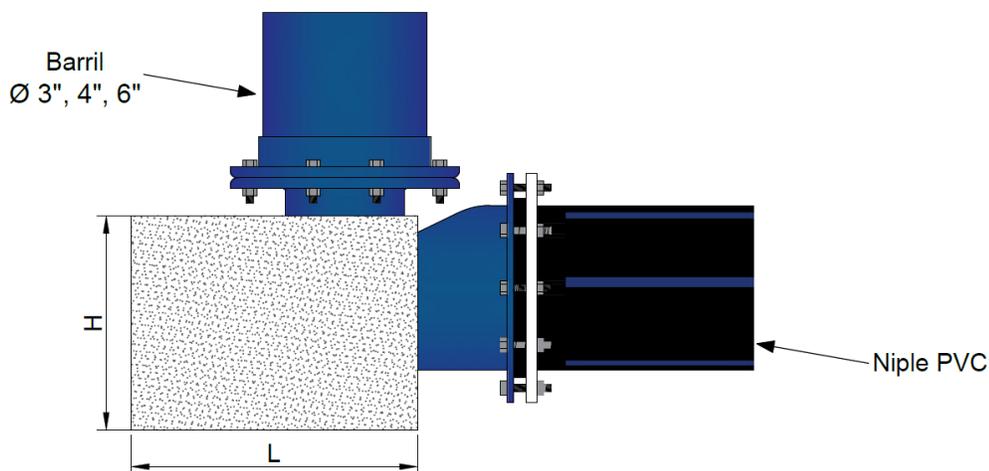


Figura 18. Bloque de Anclaje vista lateral. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

3.2 Distancias mínimas requeridas en el montaje.

Los hidrantes deben instalarse cada 200 m en zonas residenciales con una densidad poblacional menor a 150 hab/ha, en zonas con una densidad poblacional superior a 150 hab/ha cada 150 m y en zonas industriales y comerciales donde haya hospitales o escuelas deben ser cada 100 m. Los hidrantes deben quedar a una distancia mínima de 1,70 m entre la cara exterior de la tubería de la línea de conexión y el eje del hidrante. Cuando se coloquen en el andén no deben instalarse a una distancia mayor que 0,5 m del borde exterior hacia adentro.

Las boquillas del hidrante deben estar a 0,40 m del nivel del piso, como se muestra en las imágenes 13 y 19, y las bridas deben estar a mínimo 50,8 mm (2") del suelo para permitir el desmontaje en caso de mantenimiento. (EPM, 2009, p. 10)

3.4 Excavaciones y llenos

3.4.1 Excavaciones. Antes de iniciar la instalación del hidrante, se debe realizar la excavación del nicho de investigación para saber la profundidad de la red y el material de la tubería de la red secundaria, para verificar la ubicación de otras redes que puedan interferir en la instalación, el nicho debe hacerse de ancho y largo de 0,60 m x 0,60 m y máximo hasta 1,00 m x 1,00 m, con una profundidad tal que permita obtener el máximo de información sobre el material del subsuelo, y sobre las características y el estado de las redes, cumpliendo con lo establecido en la “*NC-MN-OC-03-03 Nichos de investigación*”.

Una vez determinada la profundidad y el material de la tubería, se realiza la excavación del nicho donde se debe ubicar la tee, la tubería y el hidrante. Este nicho debe tener un ancho de entre 0,60 m y 1,00 m y debe tener una longitud mínima de 1,70 m que permita el ingreso y operación del equipo de perforación, la profundidad del nicho debe ser la profundidad a la cual se encuentra la tubería de la red secundaria más 0,20 m de la cota batea para permitir la instalación de la tee y todos los demás elementos bridados. (EPM, 2009, p. 11)

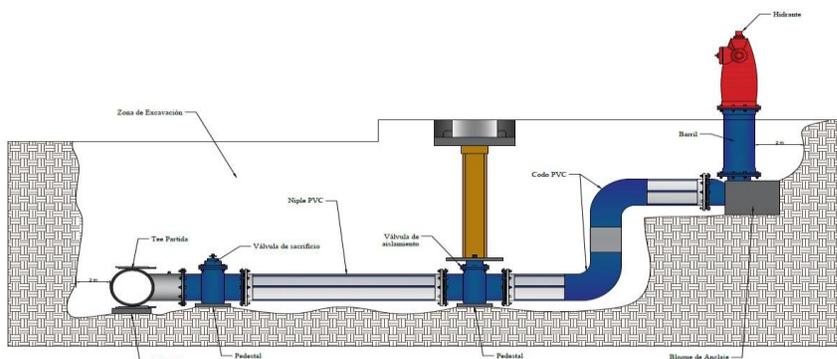


Figura 19. Dimensiones mínimas de excavación. Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes. (2009). Obtenido: https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953

3.4.2 Llenos. Se debe realizar un lleno con arenilla libre de piedras y elementos agudos desde el fondo de la excavación, hasta la ubicación de los bloques de concreto o bloque prefabricado donde se apoyará la tubería de PVC, este lleno se debe compactar mediante herramienta liviana de forma tal que no afecte la válvula y la tubería; por encima de esta capa se debe realizar un relleno bien sea con material proveniente de la excavación (siempre y cuando sea apto para tal fin, según los requerimientos de la “*NC-MN-OC03-01 Excavaciones*”) o con material granular de préstamo hasta llegar al nivel del solado de concreto donde se apoya la cara inferior del dado o cilindro de concreto. Este lleno y su compactación se deben hacer en capas de entre 0,30 m y 0,40 m y debe compactarse de forma mecánica. (EPM, 2009, p. 12)

4. Actividades generales para la instalación del hidrante

A continuación, se describen las actividades necesarias para la instalación del hidrante:

- Localización, trazado y replanteo
- Corte de pavimento
- Excavación del nicho donde se instalará el hidrante sobre la red existente
- Cargue, retiro y disposición del material
- Instalación de la Tee o la Tee partida sobre la tubería
- Instalación de la válvula de compuerta (si aplica)
- Prueba de presión hidrostática
- Montaje del equipo de perforación
- Perforación
- Desmonte del equipo de perforación

- Instalación del niple de transición
- Construcción de caja e instalación de válvula de aislamiento
- Construcción de bloque de anclaje para el codo, barril e hidrante
- Instalación de codo, barril e hidrante
- Llenos y compactación

5. Listado de materiales para la instalación del hidrante

A continuación, se relacionan los materiales necesarios para la instalación del hidrante:

- Válvula de compuerta elástica
- Niple de transición
- Codo, barril e hidrante
- Tee o Tee partida
- Bloque de anclaje
- Tornillos y tuercas
- Material de lleno
- Equipo de perforación (temporal)
- Cuatro (4) bloques macizos o un bloque prefabricado de concreto
- Tubería en PVC de uso sanitario de diámetro 150 mm (6")
- Tapón de limpieza
- Material de préstamo (en caso de ser necesario)
- Solado prefabricado
- Dado o cilindro de concreto de 28 MPa, para ubicación de tapa
- Tapa metálica o polimérica
- Pavimento rígido

6. Parámetros de diseño: presión y caudal

Según la Resolución 0330 del 08 de Junio de 2017 del RAS, en la Sección 3: Sistemas de transporte y distribución. Artículo 70 “Caudal de incendios”, manifiesta:

La demanda mínima contra incendios debe estimarse teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

Para municipios con poblaciones de más de 60 mil habitantes, los incendios que ocurran en zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales deben ser servidos mínimo por 3 hidrantes bajo uso simultáneo. Los incendios en las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidos mínimos por 2 hidrantes en uso simultáneo.
(ASEPEYO, 2015, p. 47)

“Los hidrantes se instalarán preferiblemente en las tuberías matrices y deberán descargar un caudal mínimo de 5 lt/seg” (RAS, Título A, 2010, p.49)

6.1 Área construida y caudal mínimo por hidrante

Debe instalarse, por lo menos, un hidrante para cada cantidad de área especificada en la siguiente tabla:

Tabla J.2.4-1
Área construida y caudal mínimo requerido por cada hidrante que debe instalarse

Edificación	Área / hidrante, m ²	Caudal / hidrante, L/s
Edificios cuya altura de evacuación descendente sea más de 28 metros o ascendente de más de 6 metros.	500	32
Cines, teatros, auditorios y discotecas.	500	63
Recintos deportivos.	500	63
Locales comerciales.	1 000	63
Estacionamientos.	1 000	63
Hospitales	500	63
Residencias	5 000	32
Atención al público	500	63
Educación	1 000	63
Almacenamiento	500	63

Figura 20. Área construida y caudal mínimo por hidrante

Cada hidrante debe tener suministro permanente de agua y debe tener, por lo menos, el caudal especificado en la anterior tabla. (Norma Sismo Resistente, NSR, 2010, p. 4)

Nota: para edificaciones no listadas en la tabla, debe proveerse con por lo menos un hidrante por cada 5000 m² de área construida.

Todos los hidrantes de Red pública deben cumplir este requerimiento.

6.2 Color del hidrante según su caudal de descarga

Según la NSR (2010), “la parte superior del hidrante debe pintarse de acuerdo con su caudal y siguiendo normas internacionales, tal como se establece a continuación:

- ✓ Rojo: caudales hasta de 32 lt/s
- ✓ Amarillo: caudales entre 32 lt/s y 63 lt/s
- ✓ Verde: caudales superiores a 63 lt/s” (p. 4)

6.3 Presión en los hidrantes

“El diseño de la red de distribución debe garantizar, que para las condiciones del Caudal Máximo Horario QMH, proyectado al periodo de diseño de la red de distribución, la **presión mínima** en los hidrantes debe ser 20 m.c.a (28 PSI)”. (EPM, 2009, p. 148)

Con respecto a las presiones de trabajo, “la **presión mínima de trabajo** de los hidrantes debe ser de 108 m.c.a (154 PSI) y deben soportar una **presión de prueba** de 216 m.c.a (307 PSI)”. (EPM, 2009, p. 148)

7. Mantenimiento de hidrantes

7.1 Operatividad

Una vez finalizada la construcción de la red de distribución de agua potable o una ampliación de ésta, debe verificarse la operación de los hidrantes. (RAS, 2000, p. 21)

Para cada uno de los hidrantes que forman parte de la red de distribución deben verificarse los siguientes aspectos:

- Caudal
- Presión en el hidrante para diferentes horas del día estando el hidrante cerrado
- Presión a la salida del hidrante cuando se encuentre operando a máximo caudal
- Color del hidrante establecido en el diseño

Las pruebas deben poner especial atención a que haya una correspondencia entre el color del hidrante y el caudal de salida.

El aforo de los hidrantes para definir su color se debe realizar en horas de mayor consumo. (Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM, 2013, p. 159).

Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de las Empresas Públicas de Medellín E.S.P (EPM). Capítulo 5: REDES DE DISTRIBUCIÓN. 5.11 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN. 5.11.5 Hidrantes.

7.2 Gestión del mantenimiento periódico de los hidrantes

“El mantenimiento de las instalaciones de protección contra incendios, es esencial para asegurar que funcionarán cuando se necesiten. En el caso de los hidrantes contra incendios, la gestión de las operaciones de mantenimiento es muy sencilla”. (ASEPEYO, 2015, p. 34)

Se contemplan dos tipos de revisiones: las que pueden ser revisadas por el propio usuario y las que, por su complejidad técnica, deben ser confiadas a empresas Mantenedoras habilitadas. En el caso de los hidrantes contra incendios, solamente se exigen con periodicidad trimestral y semestral y son operaciones que pueden ser realizadas por el titular de la instalación. Eso no impide que si el usuario no dispone de medios para llevarlas a cabo o prefiere que sean realizadas por un mantenedor habilitado pueda encargarle dichas revisiones.

Las actas de las revisiones realizadas, estarán a disposición de los servicios competentes, al menos durante cinco años a partir de la fecha de su expedición.

La constancia documental del cumplimiento del programa del mantenimiento preventivo, indicará como mínimo: las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas y la sustitución de elementos defectuosos que se hayan realizado. (ASEPEYO, 2015, p. 34)

7.2.1 Inspección trimestral.

- ✓ Comprobación de la buena accesibilidad de todos los hidrantes
- ✓ Quitar las tapas de salida, engrasar las roscas y comprobar el estado del vástago del hidrante
- ✓ Inspección de todos los componentes del equipo auxiliar (llave para manipular el hidrante y mangueras), comprobando su funcionamiento, montándolos en una salida de cada hidrante
- ✓ Comprobación de la presión con manómetro conectado a una salida del hidrante
- ✓ Limpieza general del hidrante y de por lo menos a 1m² de área alrededor de éste (si está ubicado en zonas verdes, se debe retirar los arbustos o vegetación que obstruyan la correcta manipulación del hidrante)

Inspección semestral

- ✓ Además de las comprobaciones de la inspección trimestral:
- ✓ Engrasar la tuerca de accionamiento o vástago del hidrante
- ✓ Abrir y cerrar el hidrante, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula principal y del sistema de drenaje

7.3 Otros aspectos a revisar

Se recomienda revisar, además, las siguientes condiciones:

- ✓ Que la válvula del hidrante se abre y se cierra fácilmente
- ✓ Que la tapa de la válvula se puede abrir con facilidad
- ✓ Que las tapas de las bocas de salida del hidrante se abren fácilmente con la llave para manipular hidrantes y que al cerrar las bocas de salida, éstas encajen correctamente
- ✓ Que la cadena del hidrante se encuentra completa y en óptimo estado
- ✓ Que la pintura del hidrante está en buenas condiciones (sin corroer)
- ✓ Que el vástago se encuentra en buen estado
- ✓ Que el hidrante no presenta fugas de agua

Referencias

- ASEPEYO. (2015). *Guía para la Instalación, uso y mantenimiento de los Sistemas de Hidrantes Exteriores contra Incendios*. Obtenido de Prevención de Riesgos Laborales:
https://prevencion.asepeyo.es/wp-content/uploads/PIE16009-Gu%C3%ADa-Sistemas-de-hidrantes-exteriores-contra-incendios_Asepeyo.pdf
- EPM. (2009). *Norma de Construcción de Instalación e Intercalado de Hidrantes*. Obtenido de
https://www.epm.com.co/site/Portals/2/Documentos/Aguas/NC_AS_IL01_18_Instalacion_e_intercalado_de_hidrantes.pdf?ver=2018-02-23-170125-953
- ESPO S.A. "E.S.P", E. (2018). *ESPO S.A.* Obtenido de Empresa de Servicios Públicos de Ocaña
ESPO S.A. "E.S.P": <http://www.espo.com.co>
- NSR. (2010). *Norma Sismo Resistente*. Obtenido de <https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/titulo-a-nsr-100.pdf>
- Ramirez Rincon, R. C. (2015). *REALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LAS REDES PRINCIPALES DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE LAS ZONAS DE ESTUDIO 6, 7, 8, 9 Y 10 DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE OCAÑA (NORTE DE SANTANDER)*. Ocaña, Norte de Santander, Colombia.
- RAS. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO%2030714.pdf>

Apéndice C. Cálculos para hallar caudal en los hidrantes

Descarga de agua a través de orificios

El método correcto para determinar el caudal que sale por una lanza es aplicando la teoría de descarga de fluidos por orificios.

Cuando un líquido sale de una tubería, conducto o recipiente a través de un orificio a la atmósfera, la presión normal o residual se convierte toda en presión de velocidad. El caudal del agua a través de un orificio puede expresarse en función de la velocidad y de la sección:

$$Q = \alpha \times v$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

α = sección (m²)

v = velocidad (m/s)

Siendo:

$$v = \sqrt{2gh}$$



$$h = 0,102P_v$$

Reemplazando nos queda:

$$Q = 0,066 \times d^2 \times \sqrt{P_v}$$

Donde:

Q = caudal (l/min)

d = diámetro interior (m)

P_v = presión de velocidad (KPa)

Las ecuaciones anteriores suponen que: (1) el chorro es continuo y del mismo diámetro que el orificio de salida y (2) que la totalidad de la altura se convierte en presión de velocidad, uniforme en toda la sección. Pero este es un caso teórico al que no se llega nunca, como se verá en la explicación siguiente.

Coefficiente de descarga. La fórmula anterior es ideal pues no considera la realidad de la descarga de un fluido por un orificio. En la realidad la velocidad y el diámetro sufren variaciones que son tenidas en cuenta por sendos coeficientes que se introducen en la fórmula para corregirla.

Coefficiente de velocidad. En condiciones reales con lanzas u orificios, la velocidad, considerada como velocidad media en toda la sección del chorro, a veces es algo inferior a la velocidad calculada a partir de la presión. Esta reducción se debe al rozamiento del agua contra la lanza u orificio y a la turbulencia dentro de la lanza u orificio y se expresa mediante un coeficiente de velocidad C_v . Los valores de C_v se calculan mediante pruebas de laboratorio. Cuando las lanzas están bien diseñadas, este coeficiente es casi constante y aproximadamente igual a 0,98.

Coefficiente de contracción. Al salir el agua por un orificio se contrae para formar un chorro cuya sección es inferior al del orificio. La contracción es completa en el plano a' , que está situado a una distancia del plano del orificio aproximadamente igual a la mitad del diámetro del chorro.

Esta diferencia se contempla mediante un coeficiente de contracción C_c . Para orificios con aristas vivas, su valor es aproximadamente 0,62.

Coefficiente de descarga. Los coeficientes de velocidad y contracción se combinan como un solo coeficiente de descarga denominado C_d :

$$C_d = C_v \times C_c$$

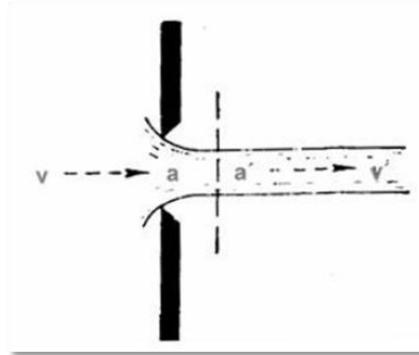


Figura 1. Caudal a través de un orificio normalizado

Por consiguiente, la ecuación básica del caudal se puede escribir así:

$$Q = 0,066 \times C_d \times d^2 \times \sqrt{P_v}$$

El coeficiente de descarga C_d se define como la relación entre la velocidad de descarga real y teórica. Para un orificio o lanza específica, los valores de C_d se calculan mediante procedimientos normalizados de ensayo a partir de esta definición. Existen coeficientes de descarga para la salida del agua a través de hidrantes, lanzas de mangueras, rociadores automáticos y otros orificios corrientes de protección contra incendios.

En la tabla 1, se incluyen los valores representativos de esos coeficientes de descarga. Como antes, estos coeficientes sólo se aplican cuando sale agua por todo el orificio o lanza con un perfil de velocidad razonablemente uniforme.

Tabla 1

Coefficientes de descarga típicos de lanzas de chorro compacto.

Tipo de orificio		Cd
Rociador normal medio (diámetro nominal 1/2")		0,75
Rociador normal medio (diámetro nominal 17/32")		0,95
Rociador normal medio (diámetro nominal 0,64") normalizado (aristas vivas)	Orificio	0,90 0,62
Lanzas de bordes lisos, en general ajustables Underwriter o similares	Tubos	0,96 0,98 0,97
Lanzas de diluvio o de divergencia		0,997
Tubería abierta lisa y bien redondeada abierta, abertura con rebabas	Tubería	0,90 0,80
Boca de hidrante con salida lisa y bien redondeada, a pleno caudal Boca de hidrante con aristas vivas		0,90 0,80
Boca de hidrante con salida cuadrada que se introduce en el cuerpo del hidrante		0,7

Fuente: Autor, 2019.

Con los datos de Presión de hidrantes obtenidos en campo, el coeficiente de descarga seleccionado de la Tabla 1 y la enumeración consecutiva de los hidrantes existentes en el municipio de Ocaña, se procede a calcular sus respectivos caudales:

Tabla 2

Zona de trabajo No. 4

Zona de trabajo	Número de hidrante	Diámetro interior (mm)	Presión tomada (psi)	Presión tomada (kpa)
Zona 4	1	12,7	86	592,949
	2	12,7	SR	SR
	3	12,7	80	551,581
	4	12,7	82	565,370
	5	12,7	72	496,423
	6	12,7	SR	SR
	7	12,7	59	406,791
	8	12,7	SR	SR
	9	12,7	48	330,948
	10	12,7	24	165,474
	11	12,7	52	358,528
	12	12,7	SR	SR
	13	12,7	90	620,528
	14	12,7	60	413,686
	15	12,7	52	358,528
	16	12,7	58	399,896
	17	12,7	96	661,897
	18	12,7	64	441,265
	19	12,7	60	413,686
	20	12,7	49	337,843
	21	12,7	40	275,790

SR: SIN REGISTRO

Tabla 3

Zona de trabajo No. 3

Zona de trabajo	Número de hidrante	Diámetro interior (mm)	Presión tomada (psi)	Presión tomada (kpa)
Zona 3	22	12,7	56	386,107
	23	12,7	47	324,054
	24	12,7	SR	SR
	25	12,7	54	372,317
	26	12,7	43	296,475
	27	12,7	94	648,107
	28	12,7	70	482,633
	29	12,7	86	592,949
	30	12,7	SR	SR
	31	12,7	77	530,897
	32	12,7	68	468,844
	33	12,7	72	496,423
	34	12,7	100	689,476
	SR: SIN REGISTRO			

Tabla 4

Zona de trabajo No. 2

Zona de trabajo	Número de hidrante	Diámetro interior (mm)	Presión tomada (psi)	Presión tomada (kpa)
Zona 2	35	12,7	67	461,949
	36	12,7	74	510,212
	37	12,7	94	648,107
	38	12,7	66	455,054
	39	12,7	43	296,475
	40	12,7	13	89,632
SR: SIN REGISTRO				

Tabla 5

Zona de trabajo No. 5

Zona de trabajo	Número de hidrante	Diámetro interior (mm)	Presión tomada (psi)	Presión tomada (kpa)
Zona 5	41	12,7	40	275,790
	42	12,7	23	158,579
	43	12,7	SR	SR
	44	12,7	SR	SR
	45	12,7	46	317,159
	46	12,7	78	537,791
	47	12,7	94	648,107
	48	12,7	49	337,843
	49	12,7	78	537,791
	50	12,7	65	448,159
	51	12,7	SR	SR
	52	12,7	55	379,212
	53	12,7	SR	SR
	54	12,7	65	448,159
	55	12,7	68	468,844
	56	12,7	SR	SR
	57	12,7	70	482,633
	58	12,7	56	386,107
	59	12,7	78	537,791
	60	12,7	45	310,264
	61	12,7	63	434,370
	62	12,7	55	379,212
	63	12,7	86	592,949
	64	12,7	78	537,791
	65	12,7	52	358,528
	66	12,7	42	289,580
	67	12,7	52	358,528
	68	12,7	56	386,107
	69	12,7	50	344,738
	70	12,7	20	137,895

SR: SIN REGISTRO

Tabla 6

Zona de trabajo No. 1

Zona de trabajo	Número de hidrante	Diámetro interior (mm)	Presión tomada (psi)	Presión tomada (kpa)
	70	12,7	SR	SR
	71	12,7	64	441,265
	72	12,7	84	579,160
	73	12,7	SR	SR
	74	12,7	SR	SR
	75	12,7	69	475,738
	76	12,7	46	317,159
Zona 1	77	12,7	SR	SR
	78	12,7	55	379,212
	79	12,7	38	262,001
	80	12,7	49	337,843
	81	12,7	15	103,421
	82	12,7	80	551,581
	83	12,7	38	262,001
	84	12,7	66	455,054
SR: SIN REGISTRO				

Tabla 7

Coefficientes de descarga típicos de lanzas de chorro compacto

Tipo de orificio		Cd
Rociador normal medio (diámetro nominal 1/2")		0,75
Rociador normal medio (diámetro nominal 17/32")		0,95
Rociador normal medio (diámetro nominal 0,64") normalizado (aristas vivas)	Orificio	0,90 0,62
Lanzas de bordes lisos, en general ajustables Underwriter o similares	Tubos	0,96 0,98 0,97
Lanzas de diluvio o de divergencia		0,997
Tubería abierta lisa y bien redondeada abierta, abertura con rebabas	Tubería	0,90 0,80
Boca de hidrante con salida lisa y bien redondeada, a pleno caudal con aristas vivas	Boca de hidrante	0,90 0,80
Boca de hidrante con salida cuadrada que se introduce en el cuerpo del hidrante		0,7

Los datos de presión de cada hidrante, el diámetro interior y el coeficiente de descarga seleccionado, se reemplazaron en la siguiente ecuación y se obtuvo los resultados

de caudales mostrados en la siguiente tabla: $Q = 0,066 \times C_d \times d^2 \times \sqrt{P_v}$

Q = caudal (l/min)

C_d = coeficiente de descarga

d = diámetro interior (m)

P_v = presión de velocidad (KPa)

Tabla 8

Zona de trabajo No. 4

	Número de hidrante	Presión (psi)	Presión (kpa)	Diámetro de descarga (mm)	Coefficiente de descarga	Caudal (l/min)	Caudal (l/s)
Zona 4	1	86	592,949	12,7	0,9	233,294	3,888
	2	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	3	80	551,581	12,7	0,9	225,008	3,750
	4	82	565,370	12,7	0,9	227,803	3,797
	5	72	496,423	12,7	0,9	213,462	3,558
	6	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	7	59	406,791	12,7	0,9	193,232	3,221
	8	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	9	48	330,948	12,7	0,9	174,291	2,905
	10	24	165,474	12,7	0,9	123,242	2,054
	11	52	358,528	12,7	0,9	181,407	3,023
	12	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	13	90	620,528	12,7	0,9	238,657	3,978
	14	60	413,686	12,7	0,9	194,863	3,248
	15	52	358,528	12,7	0,9	181,407	3,023
	16	58	399,896	12,7	0,9	191,588	3,193
	17	96	661,897	12,7	0,9	246,484	4,108
	18	64	441,265	12,7	0,9	201,254	3,354
	19	60	413,686	12,7	0,9	194,863	3,248
	20	49	337,843	12,7	0,9	176,097	2,935
	21	40	275,790	12,7	0,9	159,105	2,652

SR: SIN REGISTRO

Tabla 9

Zona de trabajo No. 3

	Número de hidrante	Presión (psi)	Presión (kpa)	Diámetro de descarga (mm)	Coefficiente de descarga	Caudal (l/min)	Caudal (l/s)
Zona 3	22	56	386,107	12,7	0,9	188,255	3,138
	23	47	324,054	12,7	0,9	172,466	2,874
	24	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	25	54	372,317	12,7	0,9	184,863	3,081
	26	43	296,475	12,7	0,9	164,963	2,749
	27	94	648,107	12,7	0,9	243,903	4,065
	28	70	482,633	12,7	0,9	210,476	3,508
	29	86	592,949	12,7	0,9	233,294	3,888
	30	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	31	77	530,897	12,7	0,9	220,749	3,679
	32	68	468,844	12,7	0,9	207,447	3,457
	33	72	496,423	12,7	0,9	213,462	3,558
	34	100	689,476	12,7	0,9	251,567	4,193
	SR: SIN REGISTRO						

Tabla 10

Zona de trabajo No. 2

	Número de hidrante	Presión (psi)	Presión (kpa)	Diámetro de descarga (mm)	Coefficiente de descarga	Caudal (l/min)	Caudal (l/s)
Zona 2	35	67	461,949	12,7	0,9	205,916	3,432
	36	74	510,212	12,7	0,9	216,406	3,607
	37	94	648,107	12,7	0,9	243,903	4,065
	38	66	455,054	12,7	0,9	204,374	3,406
	39	43	296,475	12,7	0,9	164,963	2,749
	40	13	89,632	12,7	0,9	90,704	1,512
	SR: SIN REGISTRO						

Tabla 11

Zona de trabajo No. 5

	Número de hidrante	Presión (psi)	Presión (kpa)	Diámetro de descarga (mm)	Coefficiente de descarga	Caudal (l/min)	Caudal (l/s)
	41	40	275,790	12,7	0,9	159,105	2,652
	42	23	158,579	12,7	0,9	120,647	2,011
	43	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	44	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	45	46	317,159	12,7	0,9	170,621	2,844
	46	78	537,791	12,7	0,9	222,178	3,703
	47	94	648,107	12,7	0,9	243,903	4,065
	48	49	337,843	12,7	0,9	176,097	2,935
	49	78	537,791	12,7	0,9	222,178	3,703
	50	65	448,159	12,7	0,9	202,820	3,380
	51	SR	SR	SR	SR	SR	SR
Zona 5	52	55	379,212	12,7	0,9	186,567	3,109
	53	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	54	65	448,159	12,7	0,9	202,820	3,380
	55	68	468,844	12,7	0,9	207,447	3,457
	56	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	57	70	482,633	12,7	0,9	210,476	3,508
	58	56	386,107	12,7	0,9	188,255	3,138
	59	78	537,791	12,7	0,9	222,178	3,703
	60	45	310,264	12,7	0,9	168,756	2,813
	61	63	434,370	12,7	0,9	199,675	3,328
	62	55	379,212	12,7	0,9	186,567	3,109
	63	86	592,949	12,7	0,9	233,294	3,888
	64	78	537,791	12,7	0,9	222,178	3,703
	65	52	358,528	12,7	0,9	181,407	3,023
	66	42	289,580	12,7	0,9	163,034	2,717
	67	52	358,528	12,7	0,9	181,407	3,023
	68	56	386,107	12,7	0,9	188,255	3,138
	69	50	344,738	12,7	0,9	177,885	2,965
	70	20	137,895	12,7	0,9	112,504	1,875

SR: SIN REGISTRO

Tabla 12

Zona de trabajo No. 1

	Número de hidrante	Presión (psi)	Presión (kpa)	Diámetro de descarga (mm)	Coefficiente de descarga	Caudal (l/min)	Caudal (l/s)
Zona 1	71	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	72	64	441,265	12,7	0,9	201,254	3,354
	73	84	579,160	12,7	0,9	230,565	3,843
	74	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	75	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	76	69	475,738	12,7	0,9	208,967	3,483
	77	46	317,159	12,7	0,9	170,621	2,844
	78	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	79	55	379,212	12,7	0,9	186,567	3,109
	80	38	262,001	12,7	0,9	155,076	2,585
	81	49	337,843	12,7	0,9	176,097	2,935
	82	15	103,421	12,7	0,9	97,431	1,624
	83	80	551,581	12,7	0,9	225,008	3,750
	84	38	262,001	12,7	0,9	155,076	2,585
	85	66	455,054	12,7	0,9	204,374	3,406
SR: SIN REGISTRO							

Apéndice D. Cálculo de caudal: método volumétrico

Con el fin de contrastar los resultados de caudales obtenidos en el Apéndice A, se realizó el cálculo de caudal mediante el método volumétrico, a dos hidrantes escogidos aleatoriamente, dentro de los hidrantes existentes en el casco urbano del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

Para el desarrollo de esta prueba se empleó un cronómetro y un recipiente con las siguientes medidas:

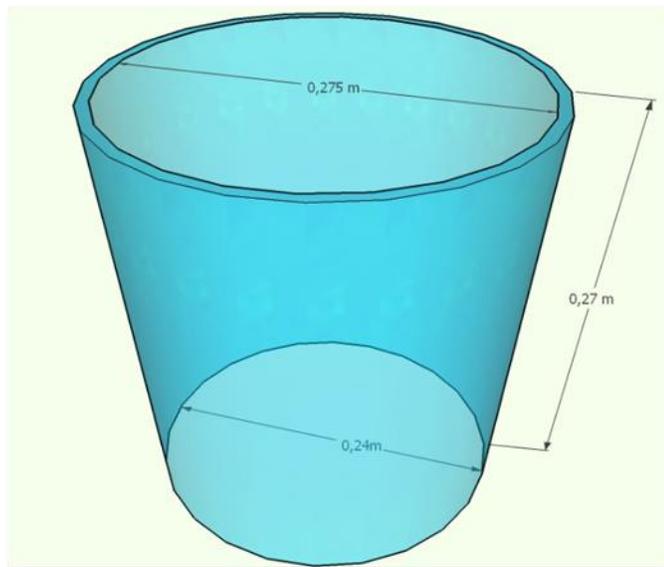


Figura 36. Teniendo en cuenta la siguiente ecuación de caudal:

$$Q = \frac{V}{t} \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde:

Q = caudal

V = volumen del recipiente

t = tiempo

Se realiza el cálculo del volumen del recipiente de acuerdo a la forma del recipiente, como un volumen de cono truncado, donde se empleó la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1}{3} \times \pi \times h \times (d1^2 + d2^2 + d1 \times d2) \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

V = volumen de cono truncado

h = altura del recipiente

$d1$ = diámetro menor

$d2$ = diámetro mayor

Los hidrantes escogidos para esta prueba fueron: el hidrante N° 76 y el hidrante N° 77, en los cuales se llevó a cabo la prueba del método volumétrico para caudal, tomando 3 alturas de cantidad de agua en el recipiente y 3 tiempos para cada una, de la siguiente manera:

Hidrante N° 76



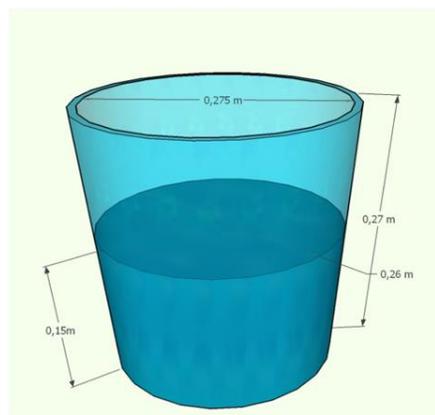


Prueba 1.

Datos tomados:

$$h_1 = 0,15\text{m}$$

$$t_1 = 3,17\text{ s}$$



Reemplazando:

$$h1 = 0,15\text{m}$$

$$d1 = 0,24\text{m}$$

$$d2 = 0,26\text{m}$$

En la ecuación 2, se obtiene:

$$V1 = 0,0295 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la ecuación 1 resulta:

$$Q1 = \frac{V1}{t1}$$

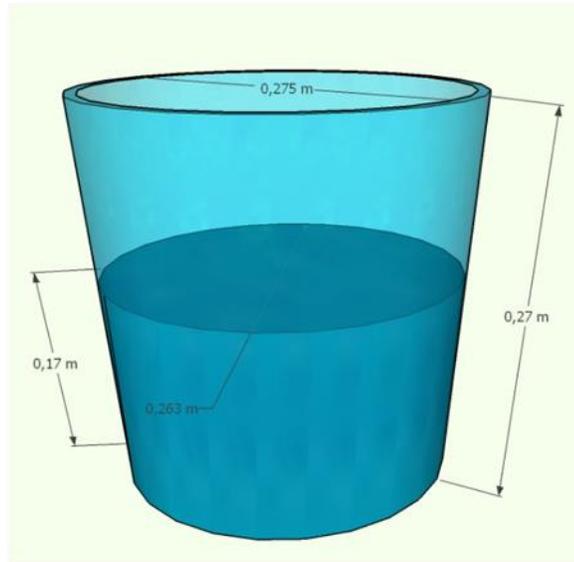
$$Q1 = \frac{0,0295 \text{ m}^3}{3,17 \text{ s}} = 0,00930 \text{ m}^3/\text{s} = 9,3 \text{ l/s}$$

Prueba 2.

Datos tomados:

$$h2 = 0,17\text{m}$$

$$t2 = 3,34 \text{ s}$$



Reemplazando:

$$h_2 = 0,17\text{m}$$

$$d_1 = 0,24\text{m}$$

$$d_2 = 0,263\text{m}$$

En la ecuación 2, se obtiene:

$$V_2 = 0,0338 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la ecuación 1 resulta:

$$Q_2 = \frac{V_2}{t_2}$$

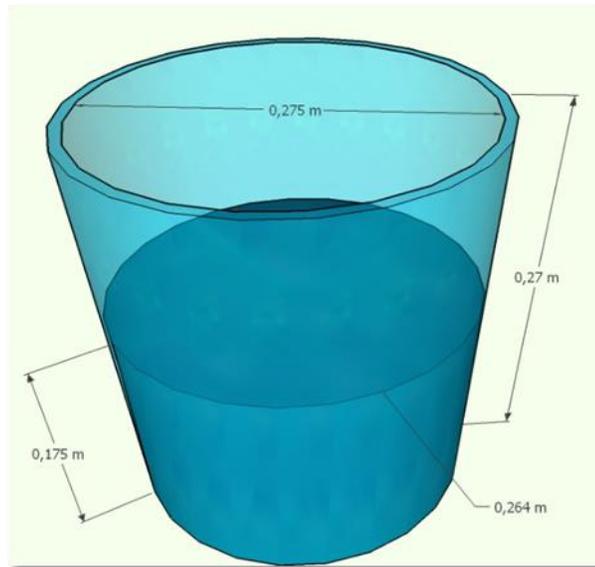
$$Q_2 = \frac{0,0338 \text{ m}^3}{3,34 \text{ s}} = 0,0101 \text{ m}^3/\text{s} = 10,121 \text{ l/s}$$

Prueba 3.

Datos tomados:

$$h_3 = 0,175\text{m}$$

$$t_3 = 3,33 \text{ s}$$



Reemplazando:

$$h_3 = 0,175\text{m}$$

$$d_1 = 0,24\text{m}$$

$$d_2 = 0,264\text{m}$$

En la ecuación 2, se obtiene:

$$V_3 = 0,0349 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la ecuación 1 resulta:

$$Q3 = \frac{V3}{t3}$$

$$Q3 = \frac{0,0349 \text{ m}^3}{3,33 \text{ s}} = 0,0104 \text{ m}^3/\text{s} = 10,492 \text{ l/s}$$

Caudal promedio de descarga en el hidrante N° 76:

$$Qp = \frac{Q1 + Q2 + Q3}{3}$$

$$Qp = \frac{9,3 \text{ l/s} + 10,121 \text{ l/s} + 10,492 \text{ l/s}}{3} = 9,969 \text{ l/s}$$

Hidrante N° 77



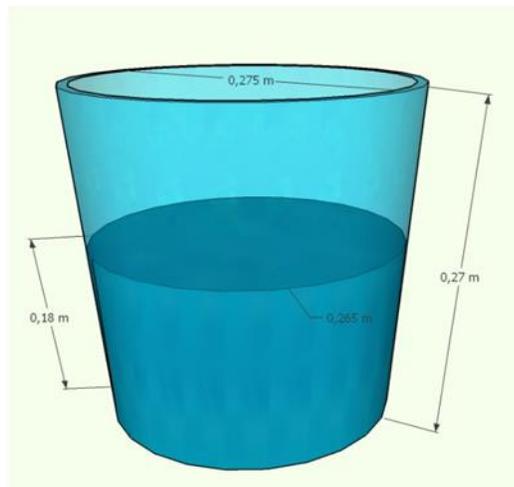


Prueba 1.

Datos tomados:

$$h_1 = 0,18\text{m}$$

$$t_1 = 3,27\text{ s}$$



Reemplazando:

$$h1 = 0,18\text{m}$$

$$d1 = 0,24\text{m}$$

$$d2 = 0,265\text{m}$$

En la ecuación 2, se obtiene:

$$V1 = 0,0361 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la ecuación 1 resulta:

$$Q1 = \frac{V1}{t1}$$

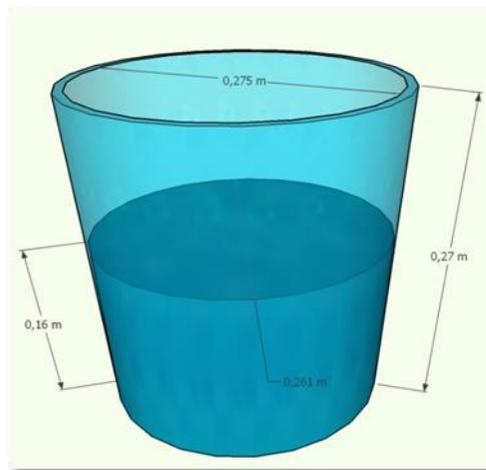
$$Q1 = \frac{0,0361 \text{ m}^3}{3,27 \text{ s}} = 0,0110 \text{ m}^3/\text{s} = 11,034 \text{ l/s}$$

Prueba 2.

Datos tomados:

$$h2 = 0,16\text{m}$$

$$t2 = 3,09 \text{ s}$$



Reemplazando:

$$h_2 = 0,16\text{m}$$

$$d_1 = 0,24\text{m}$$

$$d_2 = 0,261\text{m}$$

En la ecuación 2, se obtiene:

$$V_2 = 0,0316 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la ecuación 1 resulta:

$$Q_2 = \frac{V_2}{t_2}$$

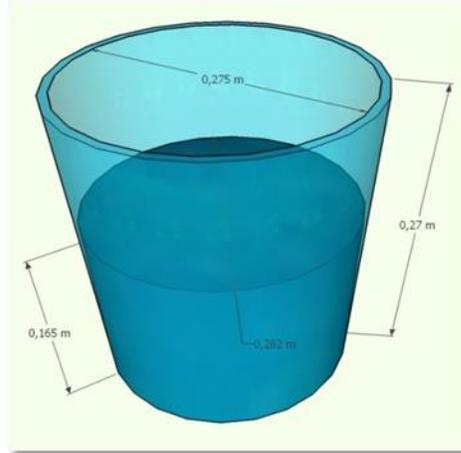
$$Q_2 = \frac{0,0316 \text{ m}^3}{3,09 \text{ s}} = 0,0102 \text{ m}^3/\text{s} = 10,213 \text{ l/s}$$

Prueba 3.

Datos tomados:

$$h_3 = 0,165\text{m}$$

$$t_3 = 3,22 \text{ s}$$



Reemplazando:

$$h_3 = 0,165\text{m}$$

$$d_1 = 0,24\text{m}$$

$$d_2 = 0,262\text{m}$$

En la ecuación 2, se obtiene:

$$V_3 = 0,0327 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, la ecuación 1 resulta:

$$Q_3 = \frac{V_3}{t_3}$$

$$Q_3 = \frac{0,0327 \text{ m}^3}{3,22 \text{ s}} = 0,0101 \text{ m}^3/\text{s} = 10,148 \text{ l/s}$$

Caudal promedio de descarga en el hidrante N° 76:

$$Qp = \frac{Q1 + Q2 + Q3}{3}$$

$$Qp = \frac{11,034 \text{ l/s} + 10,213 \text{ l/s} + 10,148 \text{ l/s}}{3} = 10,465 \text{ l/s}$$