

**CONSTRUCCIÓN Y DOTACION DE LA INSTITUCION EDUCATIVA LA LEONA
UBICADA EN LA VEREDA LA LEONA DEL MUNICIPIO DE CAJAMARCA-TOLIMA**

DISEÑO SISTEMA RED CONTRA INCENDIO

DISEÑADOR

**Ing. CRISTIAN CAMILO ARCINIEGAS
SERRATO M.P. 68202 285793 STD**

BUCARAMANGA

OCTUBRE 2018

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. LOCALIZACIÓN DEL SECTOR	5
4. NORMATVA	6
5. RED CONTRA INCENDIO	6
5.1.1. FUENTE DE ABASTECIMIENTO	6
5.1.2. CÁLCULO DE CONSUMOS	6
5.1.3.CÁLCULO VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	8
5.1.4.CÁLCULO DE ACOMETIDA DOMICILIARIA Y PÉRDIDAS POR MEDIDOR.	8
5.1.5. CÁLCULO DE REDES	10
5.1.6.DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO PARA CONSUMO	12
5.1.6.1. Caudal de bombeo	12
5.1.6.2.Pérdidas unitarias en la succión y en la impulsión	13
5.1.6.3. NSPH Disponible	16
5.1.6.4. Sumergencia	16
5.1.6.5. Potencia de bombeo	16
5.1.6.6. Diseño Equipo hidroneumático	18
6. ESPECIFICACIONES DE TUBERÍA	21
7 RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Consumo diario de la población del proyecto	7
Tabla 2. Evaluación del consumo	7
Tabla 3. Distribución del volumen de consumo	8
Tabla 4. Dimensiones del tanque de almacenamiento	8
Tabla 5. Diseño de acometida	9
Tabla 6. Longitud equivalente de accesorios de la acometida al tanque	9
Tabla 7. Unidades de consumo de aparatos sanitarios	10
Tabla 8. Unidades de consumo y cantidad de aparatos sanitarios	11
Tabla 9. Factores de mayoración de la potencia de las bombas	17
Tabla 10. Especificaciones de la bomba	17
Tabla 11. Especificaciones del tanque hidroneumático	20

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto construcción y dotación de la institución educativa la leona, vereda la leona, municipio de Cajamarca-Tolima, consiste en la construcción de un colegio de un solo piso donde se concentrarán desde los grados de preescolar, primaria y secundaria su uso principalmente es institucional para atender la población de 500 estudiantes en un área construida de 2631.91 M2.

El estudio y diseño del sistema de red contraincendios se realizó a fin de proveer salvaguardar la vida de todo el personal que habita esta institución.

Se entrega memorias de cálculo, planos a escala en planta y planos de detalles, en los cuales se plantea el trazado redes de distribución de agua y se justifican los diámetros y presiones necesarios para la demanda del proyecto.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Este estudio tiene como objetivo general el diseño del sistema de red contra incendio que permita garantizar el suministro de agua para los puntos de emergencias, gabinetes tipo 2 que serán ubicados dentro institución educativa la leona, cuyos criterios de diseño fueron definidos de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC 1669.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las condiciones físicas actuales del terreno y la ubicación de los gabinetes contra incendios.
- Dimensionar el tamaño de la acometida y el tanque de almacenamiento.
- Evaluar los caudales adecuados para los diferentes gabinetes contra incendios.
- Diseñar las redes de distribución de agua constante y la presión requerida.
- Determinar el sistema de bombeo.
- Elaborar memorias de cálculo.
- Dibujar los detalles y diseños de sistema de red contra incendio, entregando en medio físico y digital para el fácil manejo, reconocimiento y entendimiento durante la implementación del proyecto en el sector.

3. LOCALIZACIÓN DEL SECTOR

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de Cajamarca, vereda la leona en el departamento de Tolima.



Figura 1 Localización del proyecto.

4. NORMATVA

Las normas utilizadas son las siguientes:

1. Norma para la instalación de conexiones de manqeras contra incendio. NORMA ICONTEC NTC 1669.
2. Resolución 330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

5. RED CONTRA INCENDIO

5.1.1. FUENTE DE ABASTECIMIENTO

El abastecimiento de agua se hará desde la parte posterior de la quebrada la leona con una tubería de 1-1/2" PVC, hasta una PTAP Compacta.

La distribución para la red de contra incendio será mediante un sistema de presión constante el cual garantizará la presión requerida para este tipo de red.

El agua suministrada por la red general de abastecimiento entra a un tanque de almacenamiento, donde por medio de un sistema hidroneumático se abastecerá la red contra incendio. Las tuberías son en acero galvanizado y en diámetros comerciales, garantizando el suministro en los puntos críticos de la edificación.

5.1.2. CÁLCULO DE RIESGO

Se estableció que el tipo de riesgo, correspondiente a usuarios de una institución educativa, se presenta en la siguiente tabla según las NTC 1669, NTC-10 Título J y NTC-10 Título K.

Tabla 1. Consumo diario de la población del proyecto

PARAMETROS RED CONTRA INCENDIO	
Clasificacion de la estructura	I-3
Categoria de riestgo de efificacion	II
Presion minima m.c.a.	45
Caudal min. Lts/min	379
Tiempo de duracion de bombeo min.	30
Volumen del tanque lt	11370
Volumen del tanque m3	11,37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Grupos y subgrupos de ocupación

Tabla J.1.1-1
Grupos y subgrupos de ocupación

Grupos y Subgrupos de ocupación	Clasificación	Sección del Reglamento
A	ALMACENAMIENTO	K.2.2
A-1	Riesgo moderado	
A-2	Riesgo bajo	
C	COMERCIAL	K.2.3
C-1	Servicios	
C-2	Bienes	
E	ESPECIALES	K.2.4
F	FABRIL E INDUSTRIAL	K.2.5
F-1	Riesgo moderado	
F-2	Riesgo bajo	
I	INSTITUCIONAL	K.2.6
I-1	Reclusión	
I-2	Salud o incapacidad	
I-3	Educación	
I-4	Seguridad pública	
I-5	Servicio público	

Fuente: Tomado de Tabla J.1.1-1. Grupos y subgrupos de ocupación. NRS-10. Título J

Tabla 3. Categorías de las edificaciones

Tabla J.3.3-1
Categorización de las edificaciones para efectos de resistencia contra el fuego de acuerdo con su uso, área construida, y número de pisos.

Grupos y subgrupos de ocupación	Área total construida, A_T m ²	Número de pisos						
		1	2	3	4	5	6	≥ 7
(C-1)	$A_T > 1500$	III	III	II	II	II	I	I
	$A_T < 1500$	III	III	III	II	II	II	I
(C-2)	$A_T > 500$	II	I	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$			II	I	I	I	I
(E)	Sin límite	III	III	III	II	II	II	I
(I-2), (I-4)	$A_T > 1000$	III	II	II	I	I	I	I
	$500 < A_T < 1000$	III	III	II	II	I	I	I
	$A_T < 500$	III	III	III	II	II	II	I
(I-3)	$A_T > 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 1000$		III	II	II	I	I	I
(L-1), (L-2), (L-3), (L-4)	$A_T > 1000$	II	I	I	I	I	I	I
(L-5), (I-1), (I-5)	$500 < A_T < 1000$	II	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 500$	III	III	II	II	I	I	I
(R-1), (R-2)	Unidades > 140 m ²				II	I	I	I
	Unidades ≤ 140 m ²				III	II	II	I
(R-3)	$A_T > 5000$	III	II	I	I	I	I	I
	$A_T < 5000$	III	II	II	II	I	I	I

Fuente: Tomado de Tabla J.3.3-1. Grupos y subgrupos de ocupación. NRS-10. Título J

5.1.3. CÁLCULO VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Para la determinación del volumen del tanque de almacenamiento se tuvo en cuenta garantizar una cantidad suficiente para satisfacer las demandas en un día como mínimo.

Tabla 4. Distribución del volumen

Consumo	%	Volumen (m ³)
Agua potable	100%	11.37
Total		11.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Dimensiones del tanque de almacenamiento

Borde libre	0.30	m
Altura del tanque	4.30	m
Base	3.0	m
Ancho	3.0	m
Volumen	36.6	m ³

Altura Agua Potable	1.3	m
----------------------------	-----	---

Fuente: Elaboración propia

5.1.4. CÁLCULO DE ACOMETIDA.

El diámetro de la acometida se estimó con base a no superar un tiempo de 12 horas de llenado del tanque de almacenamiento y no generar grandes pérdidas en la acometida, considerando la gran longitud necesaria desde la conexión a la red general hasta la ubicación al tanque de almacenamiento.

La acometida será la misma de la red de agua potable debido a que el tanque de almacenamiento será uno solo para las dos redes (Red de agua potable y red contra incendio).

5.1.5. CÁLCULO DE REDES

El sistema de suministro planteado se diseñó garantizando la presión para cada uno de los gabinetes a instalar, buscándose la conducción de la energía disponible que suministra la red.

De acuerdo a la NTC 1669 se obtuvieron los siguientes parámetros de diseño.

Tabla 6. *Parametros de diseño*

PARAMETROS DE DISEÑO		
CAUDAL MIN.	379	LPM
PRESION MIN.	100	PSI

Fuente: Elaboracion propia.

5.1.6. DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO PARA LA RED CONTRA INCENDIO

5.1.6.1. Caudal de bombeo

Considerando las unidades de consumo totales del proyecto, y según la curva de Hunter, el caudal máximo para el proyecto será:

Presion min	Qmin
100	6.32

Donde:

Qmin: se obtiene del numeral 7.10.2.1 de la NTC 1669

Qbomb= 6.32 Lts/s

5.1.6.2. Pérdidas unitarias en la succión y en la impulsión

A partir de la consideración del “Diámetro económico” y los valores de velocidades máximas y mínimas dadas por el decreto 330 de 2017, se hallaron por medio de la ecuación de Hazen Williams, las pérdidas generadas en la succión e impulsión del agua en el tanque de almacenamiento.

La suma de estas pérdidas, incluyendo la presión necesaria para la operación de los

aparatos y la cabeza de velocidad del flujo de agua, permite obtener la altura dinámica total (HDT)

IMPULSION

Altura estática

HSimp= 1 m

Diámetro propuesto para la impulsión=

D más económico [m]	D [Pulg]	D [pulg] com.
Dimp= 0.076	3	3

Elaboración propia

Perdidas por impulsión=

Vimp calc.	1.39	m/s	
Vmax=	1,5	m/s	ok
Vmin=	1	m/s	ok

Elaboración propia

Coeficiente de rugosidad según Hazen-Williams

C=	120	PVC
----	-----	-----

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1669 (Segunda actualización)

Tabla 8. Valores C Hazen-Williams

Tubería o Tubo	Valor C
Hierro fundido o dúctil sin revestimiento interior	100
Acero negro(sistemas secos, incluyendo pre-acción)	100
Acero negro (sistemas húmedos, incluyendo inundación)	120
Galvanizado (todos)	120
Plástico (listados - todos)	150
Hierro fundido o dúctil con revestimiento interior de cemento	140
Tubo de cobre o acero inoxidable	150

Fuente tabla 8 valores de Hazen-Williams NTC 1669

Pendiente de la línea piezométrica=

$$J = 0,03962273$$

Según la formula $J=H(F+ACC)/(Lon+lonequ)$

Longitud equivalente de accesorios=

Accesorio	Lequi	Cant
Ampliación	0.76	1
Válvula de retención (Cheque)	5.20	1
Válvula de compuerta	0.40	1
Codos corto 90°	4.00	3
Tee de paso directo	1.30	1
Longitud tramo recto=	2.3	
Total=		18.21

Perdidas por fricción=

$$H_{imp} = 0,722 \text{ m.c.a}$$

$$H_{imp} : J \cdot LEQUI$$

Altura dinámica de impulsión

$$H_{Dimp} = H_{Simp} + H_{imp} + V_{imp}^2 / 2g$$

$$H_{DTimp} = 1.819 \text{ m.c.a}$$

SUCCION

Altura estática total=

$$HS_{succ} = 4.3 \text{ m}$$

Diámetro propuesto para la succión=

D [pulg] com.
4

Perdidas por succión=

$$\begin{aligned} V_{succ} &= 0.779 \text{ m/s} \\ V_{max} &= 1.45 \text{ m/s} \quad \text{OK} \\ V_{min} &= 0.45 \text{ m/s} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Coeficiente de rugosidad según Hazen-Williams

C=	120	PVC
----	-----	-----

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 1669 (Segunda actualización)

Tabla 8. Valores C Hazen-Williams

Tubería o Tubo	Valor C
Hierro fundido o dúctil sin revestimiento interior	100
Acero negro (sistemas secos, incluyendo pre-acción)	100
Acero negro (sistemas húmedos, incluyendo inundación)	120
Galvanizado (todos)	120
Plástico (listados - todos)	150
Hierro fundido o dúctil con revestimiento interior de cemento	140
Tubo de cobre o acero inoxidable	150

Fuente tabla 8 valores de Hazen-Williams NTC 1669

Pendiente de la línea piezométrica=

$$J = 0,00976096$$

Longitud equivalente de accesorios=

Accesorio	Lequi	Cant
Válvula de pie con coladera=	20.00	1
Codos corto 90°=	2.50	1
Reducción=	0.61	1
Entrada de borda=	2.20	1
Longitud tramo recto=	5,60	
	Total=	30.91

Perdidas por fricción=

$$H_{succ} = 0.30 \text{ M.C.A}$$

$$H_{succ} : J \cdot LEQUI$$

Altura dinámica de succión=

$$HD_{succ} = HS_{succ} + H_{succ} + \frac{V^2}{2g} \quad HD_{succ} = 4.633 \text{ M.C.} \quad succ$$

Altura dinámica total=

$$HDT = HD_{succ} + HDT_{imp}$$

$$HDT = 6.452 \text{ m.c.a}$$

5.1.6.3. NSPH Disponible

La cabeza de succión neta positiva (Net Positive Suction Head, por sus siglas en inglés) es un parámetro de suma importancia en el funcionamiento de una bomba. Si la presión en la succión es inferior a la presión de vapor del líquido, se presenta el fenómeno de cavitación. Por tanto, se debe garantizar que el NPSH disponible sea menor al NPSH requerido.

$$NPSH_{Disp} = 10,333 - (1,2/c1000 \text{ m.s.n.m}) - PV - H_{dsucc}$$

Donde=

$$\text{m.s.n.m (CAJAMARCA)} = 1814 \text{ m.s.n.m}$$

$$\text{Temperatura del agua en la leona } 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$PV = 0.174 \text{ M.C.A}$$

$$NPSH_{Disp} = 7.584 \quad \text{m.c.a}$$

5.1.6.4. Sumergencia

Se debe verificar, que el tubo de succión se encuentre lo suficientemente sumergido para que no exista posibilidad de entrada de aire hasta la bomba, lo cual podría generar problemas de sobrecalentamiento y daños en el equipo.

La sugerencia debe ser aproximadamente dos veces el diámetro del tubo de succión,

manteniendo un mínimo de 0.5 m

Sumergencia	S=	0.15	m
	Smin=	0.50	m

5.1.6.5. Potencia de bombeo

NOTA: La potencia calculada corresponde a una bomba de referencia utilizada para la realización de un estimativo. Se debe analizar la relación real de eficiencia de la bomba puesta por el constructor en el proyecto.

$$POT = Q_{dis} \cdot HDT \cdot r / (76 \cdot e)$$

Donde=

r=	1	Kg/lit
e=	65%	
POT=	8.439	HP

Tabla 9. Factores de mayoración de la potencia de las bombas

POT	F
0-2HP	1,5
2-5HP	1,3
5-10HP	1,2
10-20HP	1,15
>20	1

Fuente: Elaboración propia

POTrequerida= 10.127 HP
POTcom= 11.00 HP

Tabla 10. Especificaciones de la bomba

ESPECIFICACIONES BOMBAS CENTRIFUGAS		
Q=	6.32	Lts/s
Q=	379	L/min
Q=	100	gpm
H _D =	4.452	m.c.a
NPSH _{Disp} =	7.584	m.c.a
f _{succ} =	0.30	Pulg
f _{imp} =	0.72	Pulg
Pot=	11	HP
Cant=	1 principal	

Fuente: Elaboración propia

5.1.6.6. Diseño Equipo hidroneumático

El sistema hidroneumático es un sistema de distribución ascendente, el cual surge principalmente como solución alternativa a la presencia de tanques elevados, y los problemas que esa solución conlleva (problemas desde el punto de vista sísmico y recargo de la estructura) por la existencia de un volumen de agua en la parte superior de la estructura.

Los componentes del sistema hidroneumático son principalmente:

Un tanque subterráneo

Sistema de Bombeo formado por bombas, tuberías de succión, tuberías de impulsión y accesorios.

Tanque hidroneumático propiamente dicho.

El sistema se rige por la Ley de Boyle-Mariotte, el equipo trabaja succionando agua del tanque con una bomba y la inyecta a presión a un tanque hermético que contiene aire generando presiones desde una mínima (P2), hasta una máxima (P1), por tal motivo al abrir una llave se libera presión y el agua asciende.

Para el desarrollo del sistema hidroneumático propuesto se ejecutaron los siguientes pasos:

1. Cálculo de la capacidad del tanque para hidroneumático o para sistema de presión continua.
2. Determinación de la demanda máxima del sistema
3. Determinación de la presión mínima en el tanque hidroneumático.
4. Capacidad del volumen del tanque del hidroneumático.

Las ventajas de un sistema hidroneumático frente a los equipos de presión, es que mantiene presurizada la red y ofrecen un menor consumo de energía, debido a que apagan los equipos cuando hay bajas demandas.

Presión de arranque requerida:

Parranque=	66	M.C.A
Parranque=	94	PSI

Presión de parada:

Pparada=	114	PSI
----------	-----	-----

Rango comercial para el presostato:

90-120 PSI

Volumen del tanque

Ciclos por hora:

U= 30 ciclos/hora

T= 2 min 1 ciclo

Presión atmosférica 14.7 PSI

Volumen útil

$V_a = q_{max} \cdot T / 4$

Va= 1068 Lt

ESPECIFICACIONES TANQUE		
Tabla 11. Especificaciones del tanque hidroneumático		
Vol=	1068	Lt
Vol=	1.068	m3
Parranque=	90	PSI
Pparada=	120	PSI
Volumen comercial	1200	Lt
Cantidad	1	UN

Fuente: Elaboración propia

6. ESPECIFICACIONES DE TUBERÍA



Redes Internas

Usar tubería Grado I Tipo 1.

Uso Tubería	DIAMETRO	MATERIAL
Agua fría	$\frac{1}{2}$ "	PVC- Presión RDE 9
	$\frac{3}{4}$ "	PVC-Presión RDE 11
	≥ 1 "	PVC-Presión RDE 21
Agua Caliente	$\geq 1\frac{1}{2}$ "	CPVC-Presión RDE 11



Redes Acometidas

Uso Tubería	DIAMETRO	MATERIAL
Acometida	$\frac{1}{2}$ "	PVC-Presión RDE 9
	$\frac{3}{4}$ "	PVC-Presión RDE 11
	≥ 1 "	PVC-Presión RDE 21



Redes Externas

Uso Tubería	DIAMETRO	MATERIAL
Externas	$1" \leq D \leq 2"$	PVC-Presión RDE 21
	$D > 2"$	PVC-Unión mecánica RDE 21



Accesorios en HG

Uso Tubería	DIÁMETRO	MATERIAL
Válvulas	$D \leq 4"$	Bronce tipo pesado o H. Dúctil. Norma NTC 2079, AWWA C 515
	$D \geq 6"$	H. Dúctil. Clase 150. Norma NTC 2079, AWWA C 515

En el cuarto de bombas y todas las tuberías al descubierto serán en (HG) acero galvanizado.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se han tenido en cuenta los componentes necesarios para desarrollar el diseño de la red de sistema contra incendios , que consideré la normatividad, aspectos teóricos, herramientas informáticas y criterios de diseño.
- El trazado de la red de distribución es un paso muy importante durante el diseño, y un buen planteamiento garantiza su funcionabilidad, la disminución de costos y la eficiencia en la red.
- Se deduce que para el diseño de redes de suministro de agua en edificaciones la normatividad vigente en el ámbito nacional (NTC 1500) es básica en cuanto a especificaciones particulares, como tipos de edificación, tipos de suministro, equipos de bombeo, tipos de registro, tipos de tubería, acometidas, tanques de almacenamiento, trazado de la red, entre otros.
- Se concluye que para la red de distribución del sistema de la red de contraincendios se ejecutara con un diseño de tanque subterráneo con sistema hidroneumático con el fin de mantener la presión constante en cada uno de los gabinetes utilizados.
- Se recomienda que el sistema de hidroneumático tenga una bomba trabajando alternadamente para garantizar un mejor funcionamiento y posterior mantenimiento de las mismas.
- Se instalará 3 gabinetes tipo dos en los puntos estratégicos según el diseño para el momento de una emergencia.
- Se recomienda utilizar materiales de primera calidad y respetando todas las redes de distribución dadas en el presente diseño, como son toda la tubería y accesorios en material HG.

ANEXO No 01
CUADROS DE CÁLCULO DE
UNIDADES GASTO Y EL DISEÑO DE
LA RED CONTRA INCENIDOS.

DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION										
TRAMO		Q	Diametro	V	L	J	Hf PARCIALES	ACUMULAD	RESION MIN	RESION DISP
DE	A	LPS	Plg	m/s	TOTAL	mm	m.c.a.	m.c.a.	m.c.a	m.c.a
	T									49,5166958
T	A	6,31666667	2 1/2"	1,99457618	34,62	0,04197673	1,45323428	1,45323428		48,0634615
A	G1	6,31666667	2 1/2"	1,99457618	2,36	0,04197673	0,09906507	1,55229935	45	47,9643964
A	B	6,31666667	2 1/2"	1,99457618	17,5	0,04197673	0,73459272	2,18782699		47,3288688
B	G2	6,31666667	2 1/2"	1,99457618	43,24	0,04197673	1,81507366	4,00290065	45	46,1493228
B	G3	6,31666667	2 1/2"	1,99457618	55,48	0,04197673	2,32886879	4,51669579	45	45