





























### 3 MODELO Y SECTORIZACIÓN

#### 3.1 Caracterización de la demanda

Para el caso de la aldea de Santiago, casi el 100% de la demanda se va a considerar de tipo doméstico con un consumo continuado durante el período de la simulación, que será de 24 horas, a excepción de escuelas, institutos, kínder, etc. que serán categorizados como tipo edificio público:

##### Tipo doméstico

Dado que el consumo a lo largo del día no es el mismo, se utilizará la siguiente curva de modulación horaria:

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Coefficiente	0.65	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80	1.20	1.20	0.70	0.70	1.40	1.50

Período	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Coefficiente	1.40	1.20	1.10	0.70	0.70	0.80	1.50	1.50	1.20	0.80	0.70	0.60

Tabla 7. Curva de modulación horaria Tipo doméstico

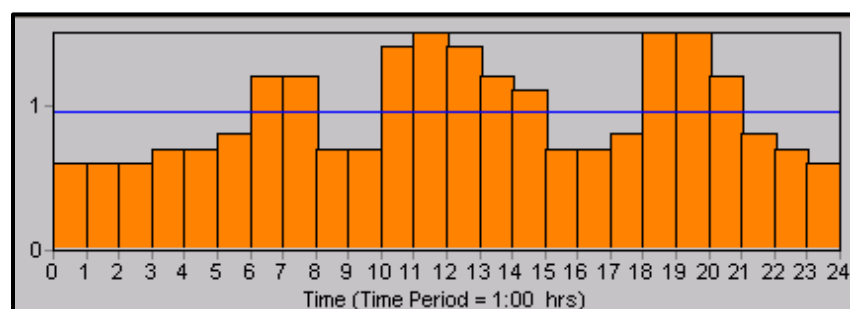


Figura 7. Curva modulación horaria

En la gráfica puede observarse como el coeficiente punta asignado es de 1,5 y el valle de 0,6.

Tipo edificio público

Este tipo de demanda será aplicada para los colegios, municipalidad, iglesias, usuarios o valores del catastro superiores a 30 personas. etc. En el caso de aldea Santiago los edificios a considerar y sus equivalentes de personas serán los siguientes:

Nudo modelo	Institución	N° personas	Equivalente
J178	Inst. Jose Alfonso Hernandez Cordoba	240	30
J53	Iglesia Betel de las Asambleas	200	30
J125	Iglesia Catolica Santiago Apostol	150	30
J80	Escuela V.I.E.P.H ( Javier Dubon Merlo )	136	30
J180	Iglesia Evangelica Asamblea de Dios	90	30
J209	Lucila Franco Dubon	82	30

Tabla 8. Usuarios de tipo público: escuelas, institutos, iglesias, etc.

Es importante considerar este tipo de consumos, ya que son consumos altos debido al alto número de personas que lo integran durante un período determinado el cual se considerará a efectos de simulación entre 6 am - 2 pm

La curva de modulación que se empleará será la siguiente:

Período	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Coefficiente	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

Período	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Coefficiente	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 9. Curva de modulación horaria Tipo Edificio Público

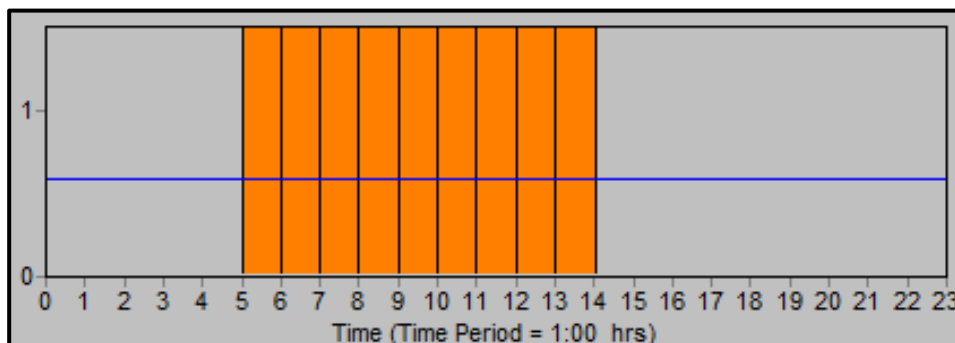


Figura 8. Curva modulación horaria Tipo Edificio Público

### 3.2 Determinación de la demanda. Simulación

Tal y como se menciona en el Apartado 3.1 para el cálculo de la demanda se ha tenido en cuenta el catastro de usuarios de aldea Santiago y una estimación del consumo medio por habitante/día.

La metodología empleada fue mediante la elaboración de polígonos de Thiessen a partir de los nudos del modelo de EPANET.

Posteriormente se hizo un recuento del número de personas integradas en cada polígono el cual se multiplicó por el consumo medio estimado por habitante y día.

De esta forma ya tenemos el consumo total en litros para cada uno de los nodos del modelo, de manera que si lo dividimos entre los 86.400 segundos que tiene un día obtenemos la demanda por nudo, en litros/segundo (l/s).

- Escenario 1.- Se considera la demanda supuesta actual, de 300 litros/persona/día
- Escenario 2.- Se considera un aumento de la población a futuro, por lo que se incrementa la demanda en cada nudo un 20%.



### 3.3 Sectorización.

La sectorización de una red de abastecimiento es un proceso cuyo diseño no tiene solución única. Existen numerosos criterios para establecer los límites de los sectores en función del tipo de red en que nos encontremos y según la topografía del terreno, tipo de abonados, distribución de la red de transporte, etc. Todas estas variables hacen que dicho proceso de división de la red en sectores se haya de llevar a cabo con gran delicadeza.

Debido al número de variables existentes en el diseño, normalmente la sectorización definitiva no es obtenida de manera directa, sino que se trata de un proceso que inicia con el diseño de los sectores y finaliza con la implementación definitiva de los elementos necesarios que permitan la sectorización, tales como válvulas, tapones, etc.

Actualmente la red de aldea Santiago está funcionando sin sectorización alguna de manera que en muchos de los casos el agua proveniente de diferentes tanques se mezcla dentro de la red, no pudiendo tener así un control del origen de la misma.

Tras analizar el sistema actual de funcionamiento se propone hacer algunos cambios con el fin de tener un mayor control de la red y un aumento del número de horas de servicio.

### Propuesta sectorización

A continuación se muestra una figura de los sectores propuestos y el tanque nuevo a construir:

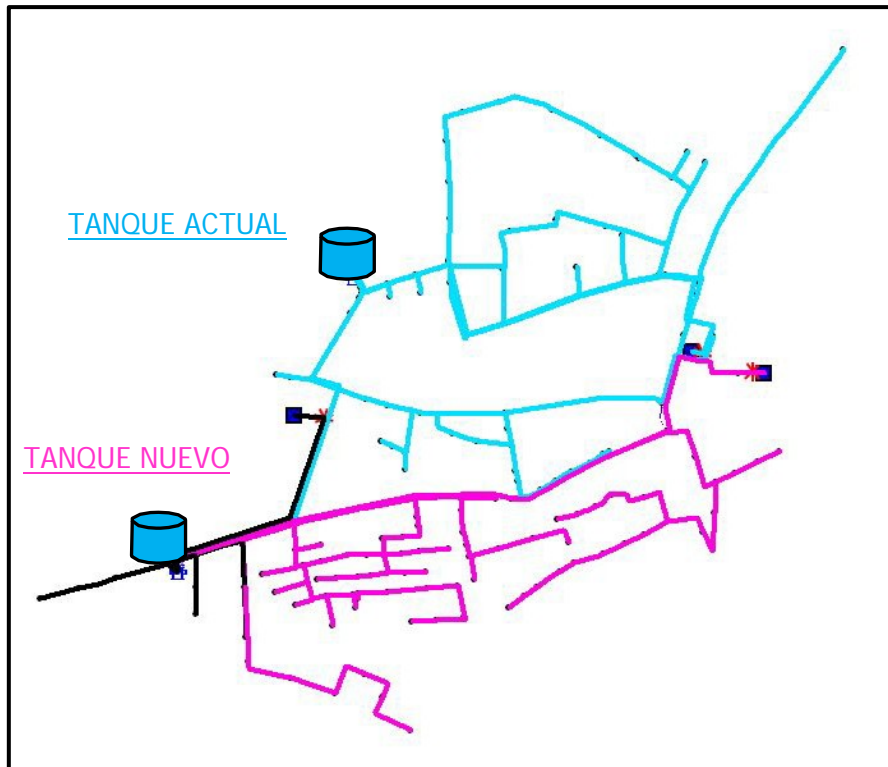


Figura 9. Propuesta sectorización aldea Santiago

Con la forma de operación propuesta el 100% del agua de los pozos es impulsada directamente a tanques y sin inyecciones a la red.

Para ello se hace necesaria la construcción de un tanque nuevo de 50.000 galones que abastecerá al Barrio las Flores, Barrio de Abajo, Barrio Palenque y parte de Barrio El Centro y será abastecido por el actual pozo proyecto nuevo, que en la actualidad bombea directamente contra la red.

También se eliminará la inyección a red desde el Pozo 2. Se reforzarán algunos tramos de tuberías que por tener diámetros muy pequeños generan excesivas pérdidas de carga.

El volumen del nuevo tanque ha sido calculado teniendo en cuenta el número de usuarios abastecidos por cada uno de los sectores en la actualidad y el volumen del tanque actual.

Así, aplicando el 35% respecto de la demanda se obtiene el volumen mínimo para dicho sector, de manera que conocido el volumen actual del tanque se calcula el volumen para el nuevo:

La tabla siguiente muestra el cálculo anteriormente descrito:

SECTOR	N° personas	Vol. Consumido (gal)	Vol. Tanque Actual (gal)	Vol. Mínimo Norma (gal)	Déficit	NUEVO TANQUE (gal)
Tanque 50.000 gal.	1,325	136,504	50,000	47,776	2,224	---
Tanque Nuevo	1,311	135,062	---	47,272	----	<b>50,000</b>
Tanque Centro Salud	130	13,393	5,000	4,688	No hay déficit	---

*Tabla 10. Cálculo de volumen de los nuevos tanques*

El actual tanque del centro de salud tras la sectorización se dejará funcionando tal y como lo hace en la actualidad.

A continuación se muestra un listado de las actuaciones necesarias para la sectorización de la red, las cuales serán descritas con mayor detalle en el Anexo 1

- Construcción de nuevo tanque de 50.000 galones próximo al Centro de Salud
- Eliminación del Pozo 2
- Actuaciones en Barrio la Zona para delimitar el sector del Tanque actual de 50.000 galones.
- Construcción de nueva tubería de impulsión y distribución desde el Pozo Nuevo proyecto hacia el Nuevo Tanque de 50.000 galones.
- Revisión electromecánica, limpieza de rejillas y revisión del funcionamiento actual de los pozos.
- Instalación de caudalímetros en las salidas de los tanques

### 3.4 Comportamiento hidráulico

El presente apartado tiene como objetivo analizar el comportamiento hidráulico del sistema para la propuesta de sectorización anteriormente descrita.

Dicho análisis se hace suponiendo que serán construidos los tanques anteriormente propuestos y que se revisarán los pozos de manera que funcionen de la siguiente forma:

Pozo	Caudal EPANET (l/s)	Caudal actual (l/s)	Horas funcionamiento
Pozo Nuevo Proyecto	9.4	9.2	14 horas (6 am-8 pm)
Pozo 1	7.2	6.68	16 horas (6 am-10 pm)
Pozo 3	1.0	0.87	12 horas (6 am - 6 pm)

Tabla 11. Características bombeos tras la sectorización:

#### Análisis de las pérdidas de carga

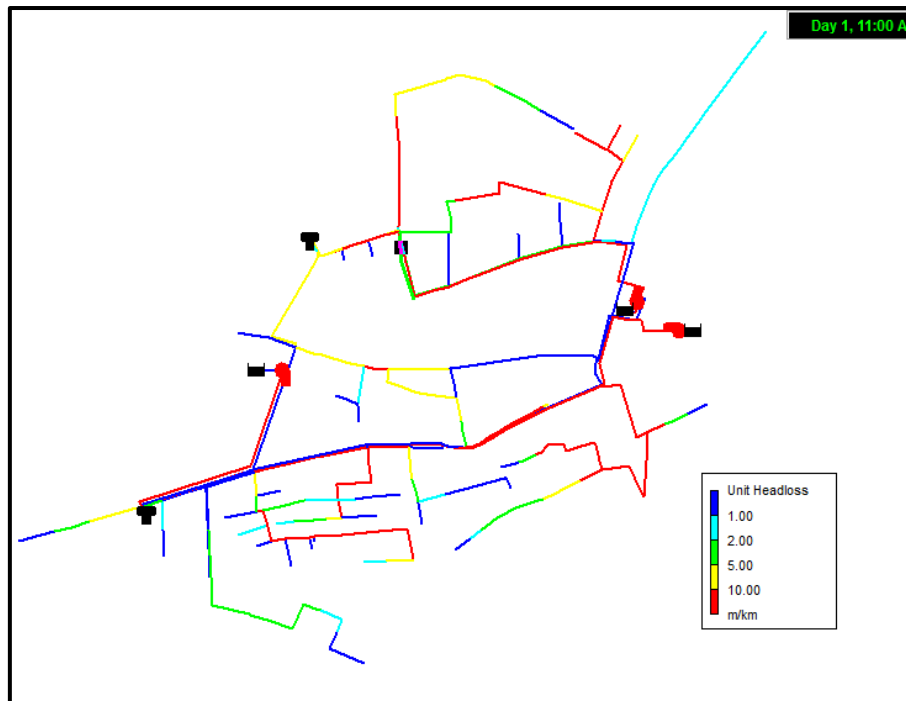


Figura 10. Pérdidas de carga unitarias

La gráfica anterior muestra las pérdidas unitarias. Se aprecia como en la mayoría de las tuberías se mantiene una pérdida superior a los 2 m/km, existiendo muchos tramos con pérdidas superiores a los 10 m/km.

A pesar de ser tramos de pequeña distancia, es importante tenerlos localizados ya que constituyen “cuellos de botella” en la red, de manera que ante un aumento de la demanda las pérdidas de estos tramos aumentarán considerablemente pudiendo originar zonas con presiones insuficientes y por tanto una disminución de la calidad del servicio.

Es conveniente diferenciar las pérdidas de carga originadas en las tuberías de transporte y en las tuberías de distribución, ya que los límites que se consideran como admisibles varían entre ellas. Para el caso de las tuberías de distribución, el límite se encuentra en 1-2 m/km, mientras que para las de transporte se admiten pérdidas de 5-20 m/km, dependiendo del diámetro de dichas tuberías.

Otra forma de observar las pérdidas unitarias del sistema es mediante la curva de distribución. Podemos observar como alrededor del 50% de las líneas tienen pérdidas de carga superiores a los 5m/Km.

Se trata de un índice demasiado elevado, el cual es debido a los bajos diámetros existentes en la red.

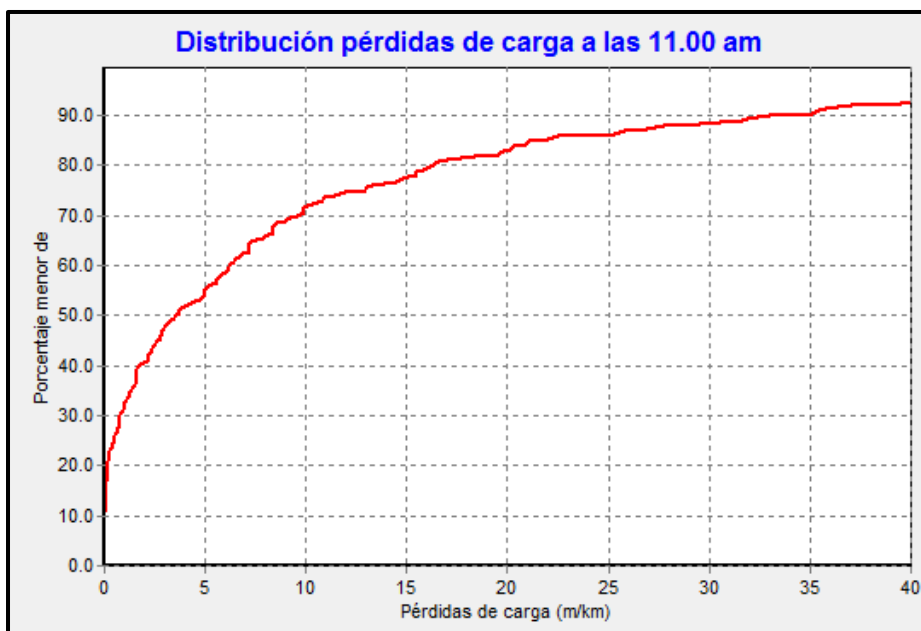


Figura 11. Distribución de pérdidas de carga

### Análisis de los caudales circulantes

Otra de las variables a analizar cuando se pretende proporcionar un diagnóstico del funcionamiento de la red es el caudal circulante por las principales arterias del sistema, y más en concreto de la distribución espacial de dichos caudales y su trayectoria. De este modo quedará de manifiesto qué tuberías son las que transportan mayor cantidad de agua y cuáles son los principales caminos que recorre el agua a lo largo del sistema.

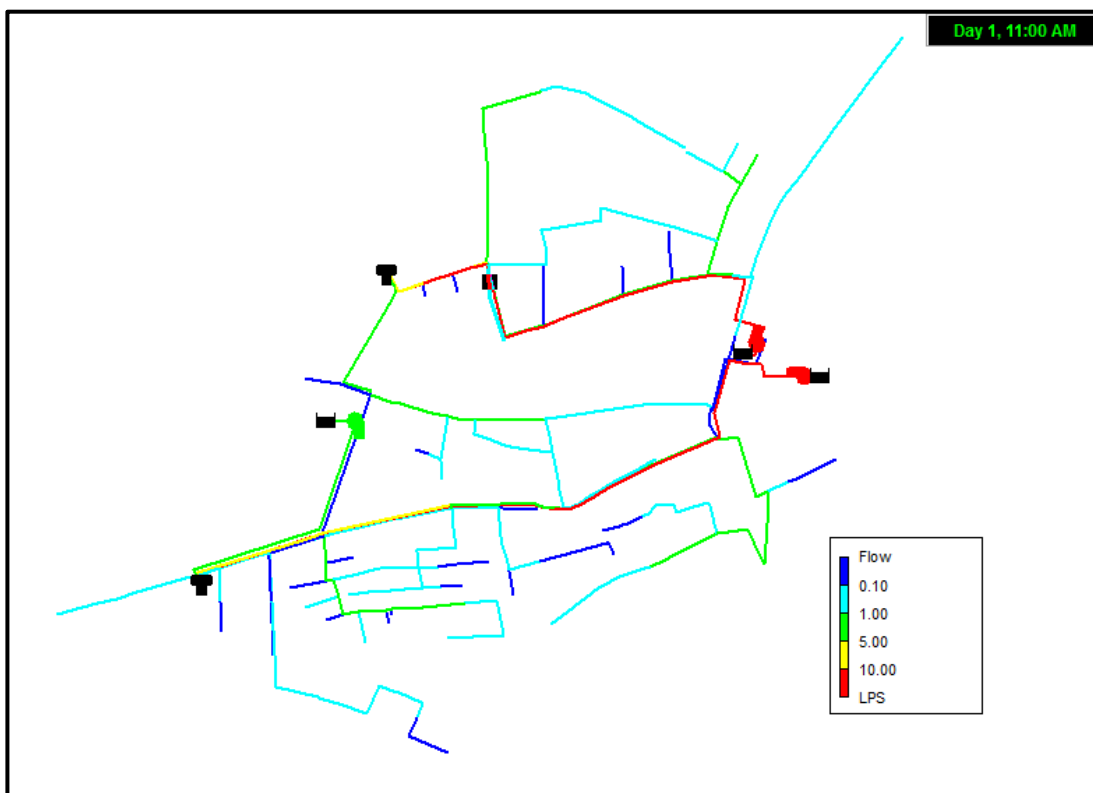


Figura 12. Caudales circulantes en la red de aldea Santiago

En la imagen se puede observar como la mayor parte de los caudales se encuentra entre 1 - 5 l/s. En general se trata de caudales bajos debido al tamaño de municipio.

Si observamos el gráfico de distribución de caudales en la hora de mayor consumo comprobamos que el 90% de los caudales circulantes es inferior a 3 l/s.

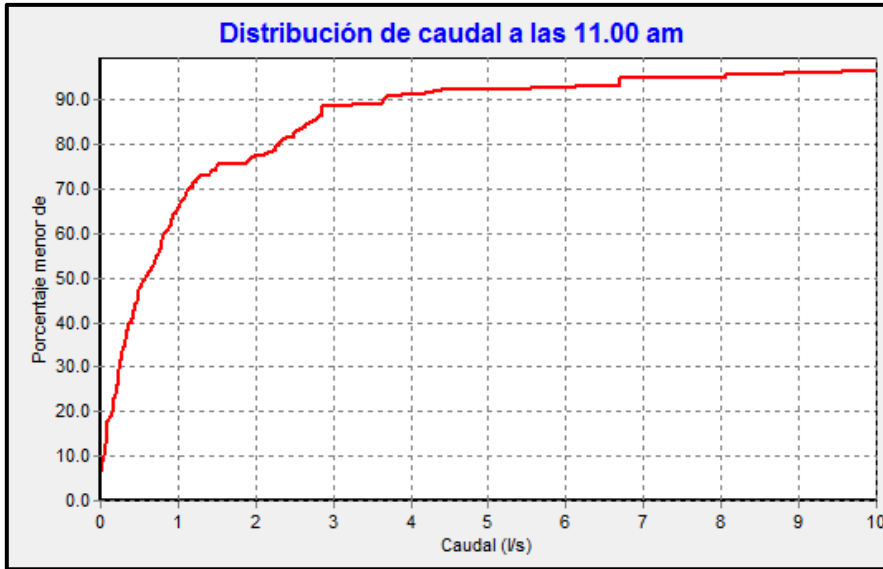


Figura 13. Distribución de caudales

Análisis de velocidades

Tras el análisis del modelo para la sectorización de aldea Santiago, se muestran las velocidades en las tuberías para la hora de mayor demanda:

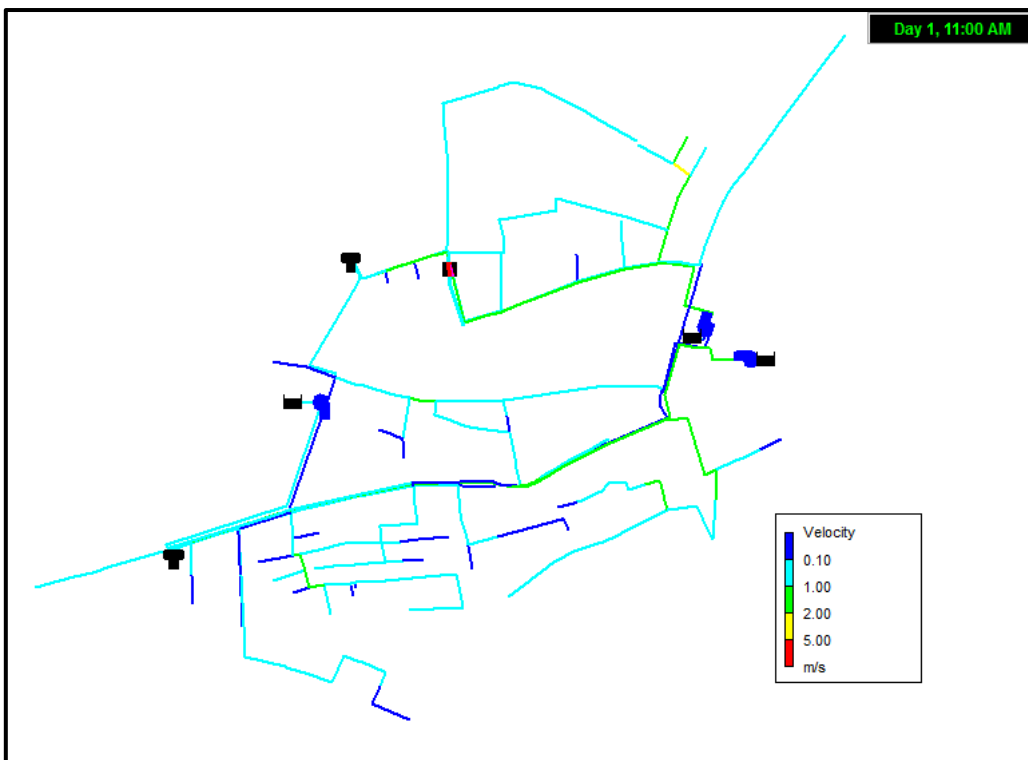


Figura 14. Velocidades en las tuberías de aldea Santiago

A la vista de los resultados se puede observar como en muchos tramos las velocidades son bastante bajas, inferiores a 0.1 m/s. Esto se debe principalmente a que se trata de tramos finales de tuberías con poco consumo.

En la mayor parte de la red la velocidad se encuentra en valores aceptables para tuberías de distribución, es decir entre los 0.1-2 m/s.

Así, la curva de distribución indica que el 60% de las tuberías de la red tienen velocidades inferiores a 0.5 m/s.

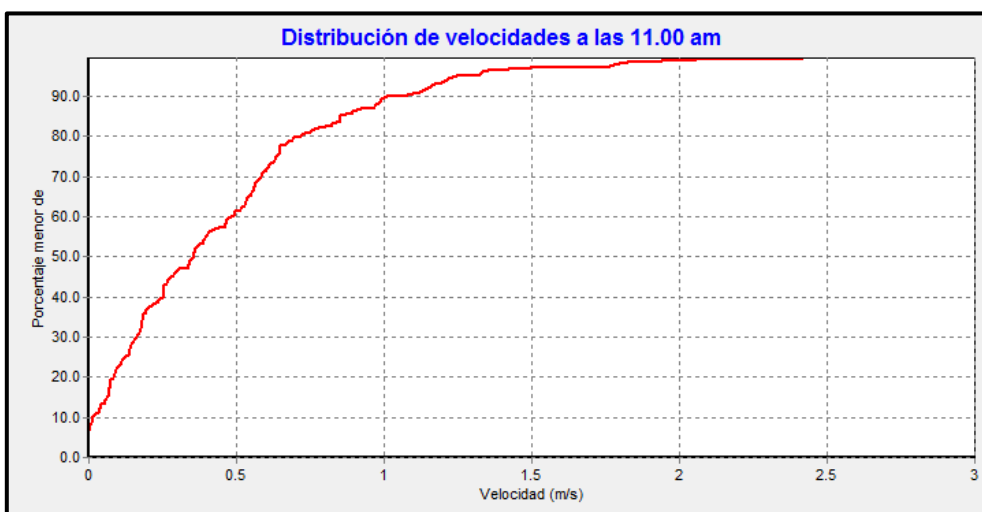


Figura 15. Distribución de velocidades

Sólo para el caso de tuberías de impulsión o transporte se admiten valores superiores a los 2 m/s. Habrá que tener en cuenta que estas altas velocidades son las que nos originarán altas pérdidas de carga.

En definitiva, las velocidades obtenidas a partir del modelo son bajas, llegando a ser excesivamente bajas en algunas tuberías ramificadas. En estos casos, lo que ocurre es que el extremo de la tubería tiene un bajo consumo asignado.

### Análisis de presiones

Por último, aunque no menos importante, otra de las variables principales a analizar cuando se pretende proporcionar un diagnóstico del funcionamiento de la red es el nivel de presiones. En este caso, va a estar fuertemente ligado a la orografía del



terreno, de manera que a medida que disminuye la cota del terreno los nudos de la red estarán sometidos a mayores presiones. Esto se debe a que son las zonas más bajas y puesto que el agua transportada por gravedad desde los depósitos de regulación, entonces alcanzará los mayores valores.

La siguiente gráfica se corresponde con el mapa de presiones de la red de distribución de aldea Santiago en la hora de mayor consumo:

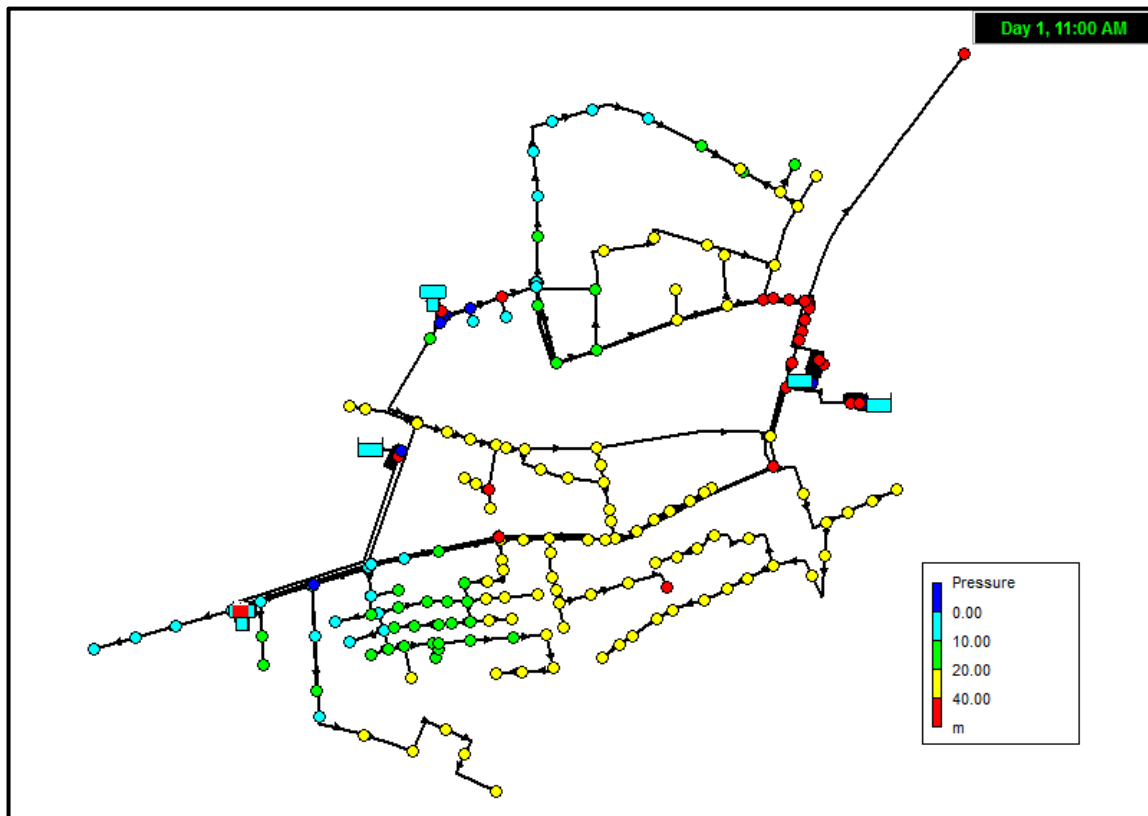


Figura 16. Presiones hora mayor consumo

Al analizar la distribución de presiones en la red, se puede afirmar que el sistema de aldea Santiago presenta niveles de presión altos siendo en la mayor parte de los puntos entre 20 y 40 mca. Esto es debido a la orografía de la zona y a la ubicación de los tanques en los puntos más altos de la aldea.

En la hora de mayor consumo podemos observar como la zona abastecida por el actual tanque del centro de salud tiene presiones inferiores a los 10 mca. Se trata de una zona muy reducida y no supone ningún inconveniente, ya que tras la sectorización continuará funcionando tal y como lo hace en la actualidad.

En la siguiente imagen se muestra, el gráfico de presiones para la hora de menor consumo. Es en este momento cuando mayores presiones tendrá el sistema de manera que permitirá determinar la necesidad de instalación de válvulas reductoras de presión.

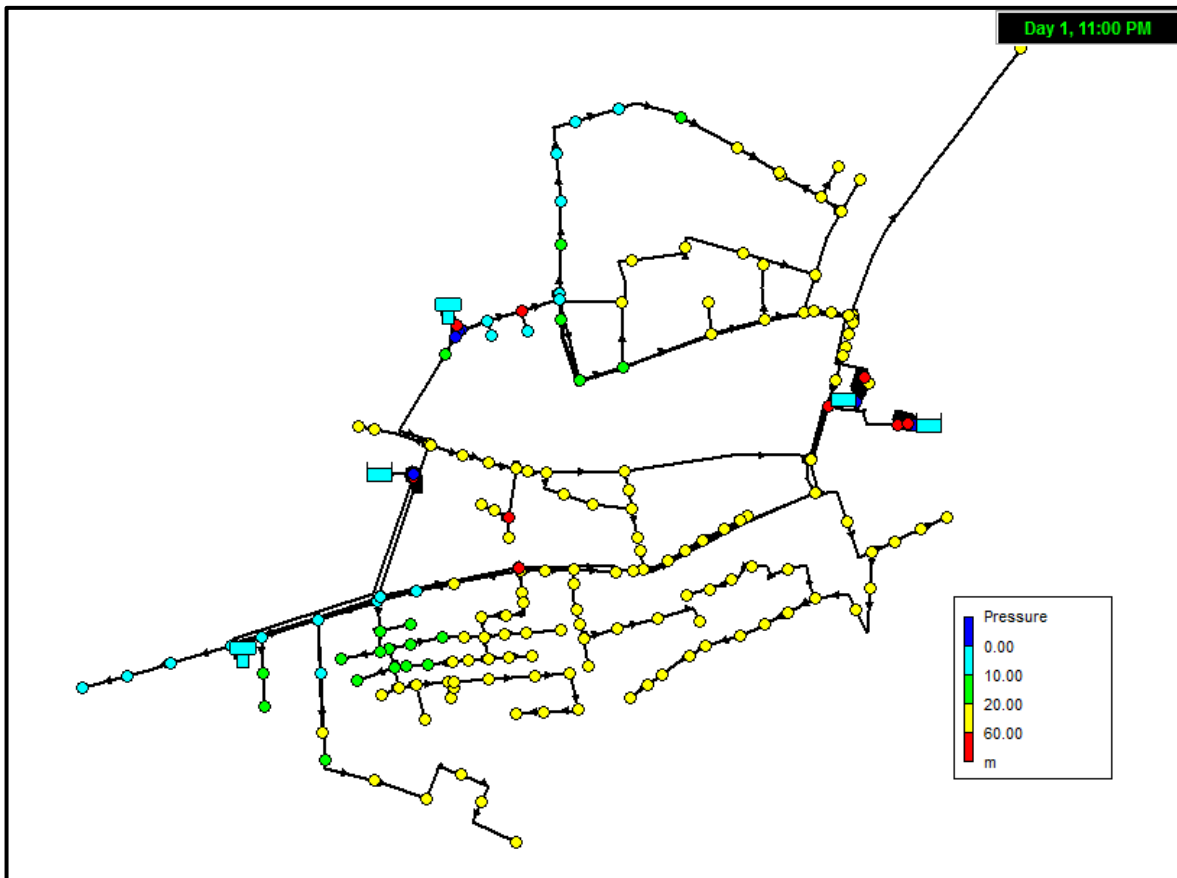




Figura 17. Presiones hora menor consumo

No se tienen zonas con presiones mayores de 60 mca, de manera que no será necesaria la instalación de válvulas reductoras de presión.

## 4 PRESUPUESTO

A continuación se muestra el presupuesto de las obras a realizar para la correcta la implementación de la sectorización propuesta:

 					
INTERVENCIONES SANTIAGO, PIMIENTA					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
1	CONSTRUCCION TANQUE 50,000 GAL	UNIDAD	1.00	\$ 36,000.00	\$ 36,000.00
2	EXCAVACION MATERIAL TIPO I	M <sup>3</sup>	734.94	\$ 10.34	\$ 7,598.48
3	CAMA DE MATERIAL SELECTO COMPACTADO e= 10 cm (INCLUIDO ACARREO)	M <sup>3</sup>	73.48	\$ 18.49	\$ 1,358.95
4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL CERNIDO DE SITIO	M <sup>3</sup>	290.87	\$ 3.40	\$ 990.09
5	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE SITIO	M <sup>3</sup>	370.91	\$ 1.89	\$ 701.55
6	BOTADO DE MATERIAL EXCEDENTE DE LA EXCAVACION	M <sup>3</sup>	40.41	\$ 4.51	\$ 182.27
7	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SDR-26 2"	ML	276.64	\$ 3.75	\$ 1,038.10
8	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SDR-26 3"	ML	769.07	\$ 7.48	\$ 5,751.31
9	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC SDR-26 4"	ML	948.28	\$ 12.02	\$ 11,397.10
10	RECONEXIONES DOMICILIARIAS DESDE TUBO PVC SDR- 26 2"	UNIDAD	13.00	\$ 11.74	\$ 152.58
11	DESINSTALACION DE TUBERIA PVC 2"	UNIDAD	2.00	\$ 14.17	\$ 28.33
12	DESINSTALACION DE TUBERIA PVC 3"	UNIDAD	1.00	\$ 15.05	\$ 15.05
	DESINSTALACION DE TUBERIA PVC 4"	UNIDAD	1.00	\$ 16.77	\$ 16.77
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 65,230.58</b>
MEDICION					
1	SUMINISTRO E INSTALACION DE CAUDALIMETRO DE 1 1/2"	UNIDAD	2.00	\$ 2,050.54	\$ 4,101.08
2	SUMINISTRO E INSTALACION DE CAUDALIMETRO DE 3"	UNIDAD	1.00	\$ 4,437.67	\$ 4,437.67
3	SUMINISTRO E INSTALACION DE CAUDALIMETRO DE 4"	UNIDAD	1.00	\$ 4,642.81	\$ 4,642.81
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 13,181.57</b>
INTERVENCIONES EN POZOS					

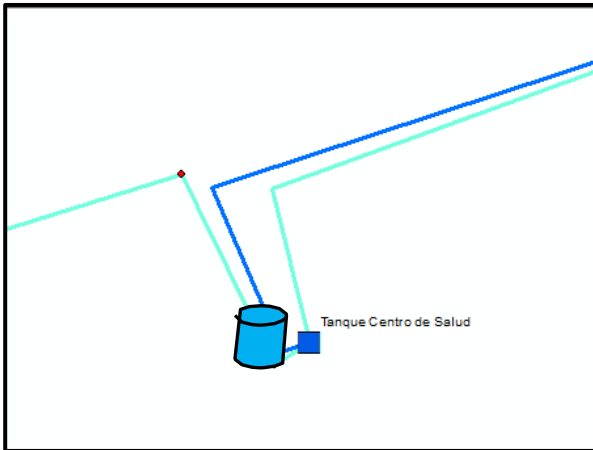
POZO #1					
1	REVISION ELECTROMECANICA DEL CONJUNTO BOMBA-MOTOR	GLOBAL	1.00	\$ 879.91	\$ 879.91
POZO NUEVO PROYECTO					
1	REVISION ELECTROMECANICA DEL CONJUNTO BOMBA-MOTOR	GLOBAL	1.00	\$ 879.91	\$ 879.91
<b>SUBTOTAL</b>					<b>\$ 1,759.81</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 80,171.96</b>

## ANEXO 1.-

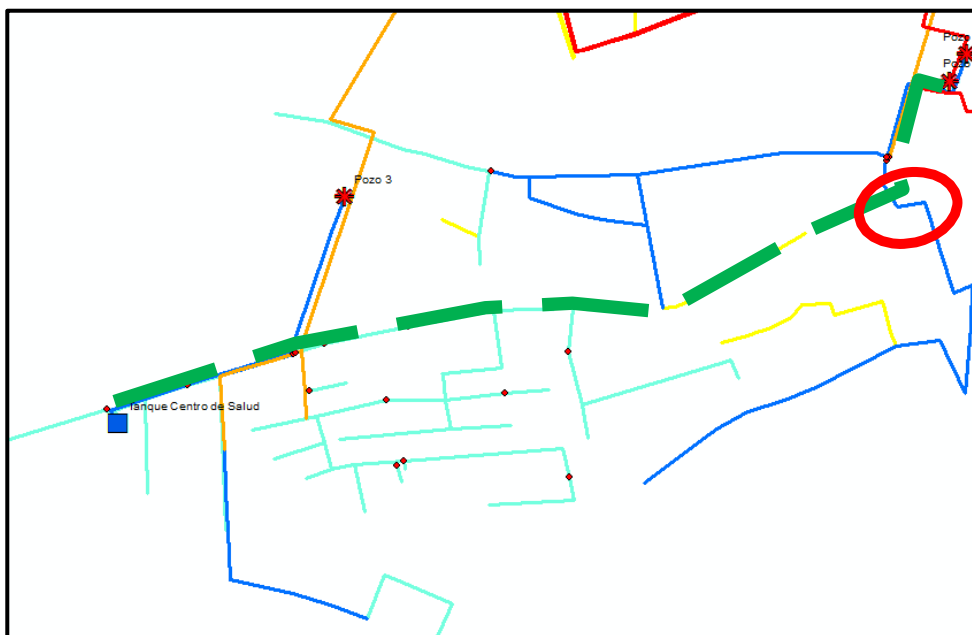
# ACCIONES PARA IMPLEMENTACIÓN DE SECTORES

**1.- Sector Tanque Centro de Salud**

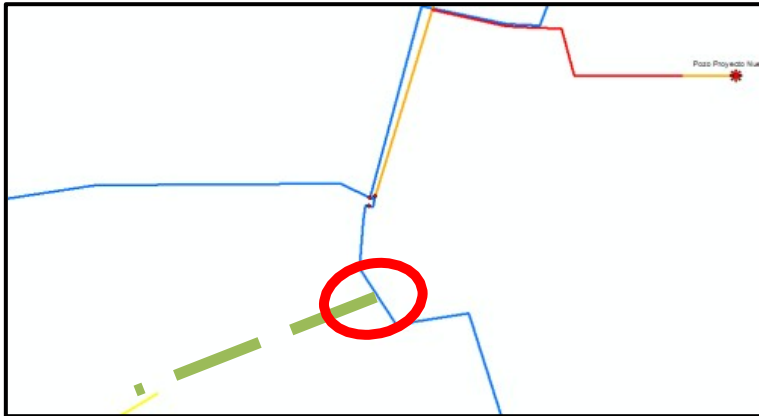
1.1.- Construcción tanque de 50.000 galones en zona próxima al actual Tanque del Centro de salud.



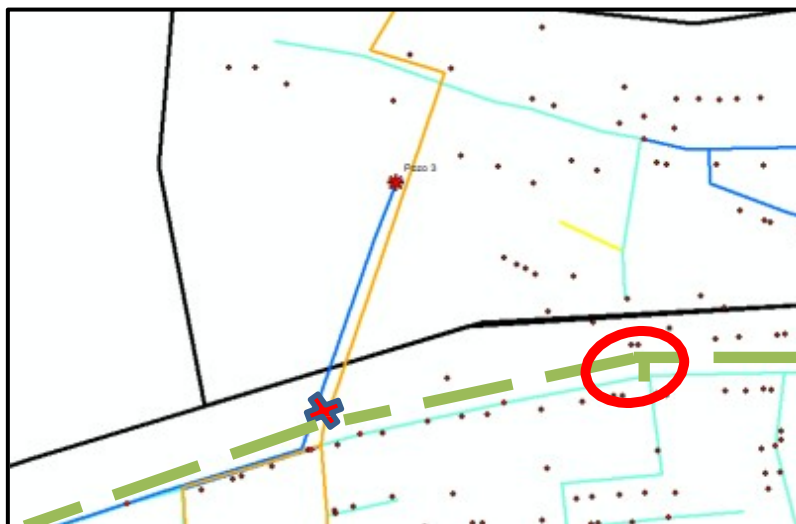
1.2.- Nueva tubería impulsión (700 m. y 4") y nueva de distribución (650 m. y 4") sobre la misma zanja



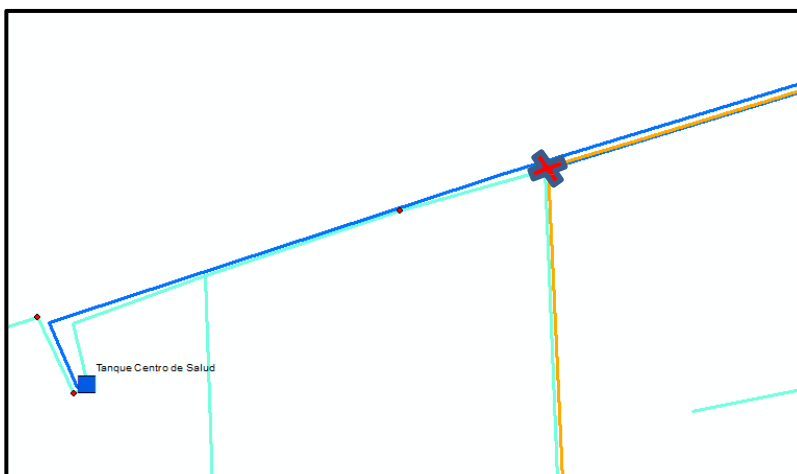
1.3.- Conexión de la de distribución de 4" con la actual de 2"



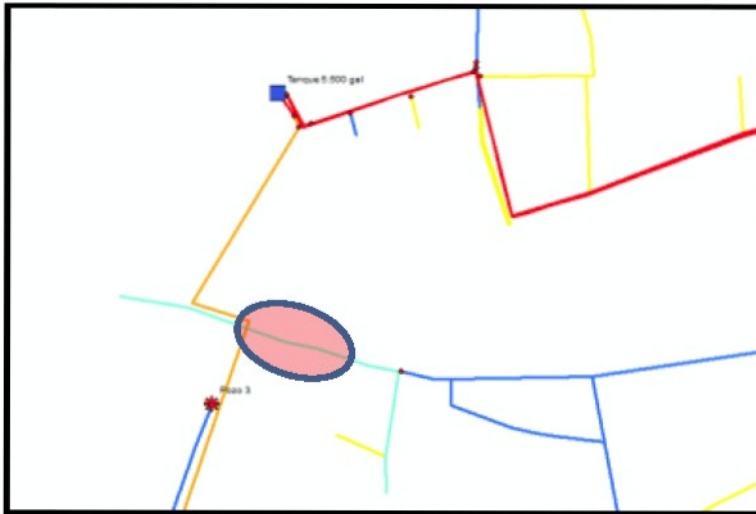
1.4.- Tapón en línea de 3" que viene del Tanque  
Conectar la nueva de distribución (3") después del tapón  
Conectar con línea existente (círculo rojo)



1.5.- Colocar tapón para dejar que la tubería 1.5" se quede con el tanque pequeño



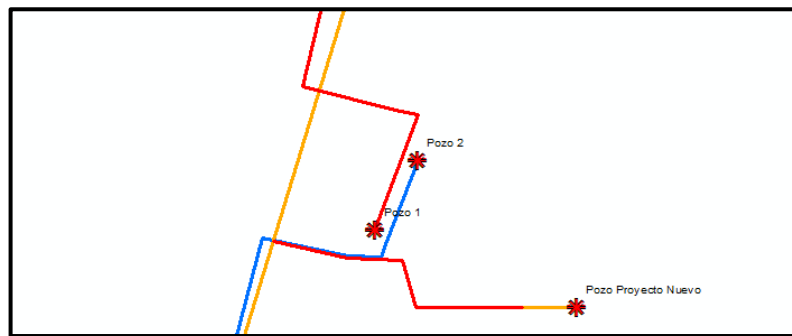
1.6.- Reforzar tubería de 2" a 3" y conectar con tubería de 3" que viene del pozo



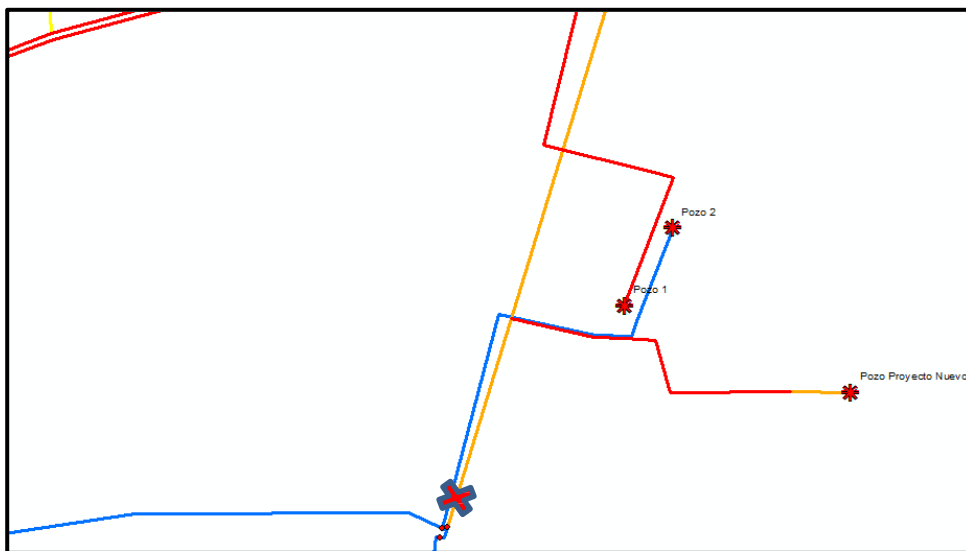


2.- Sector Tanque 50.000 galones

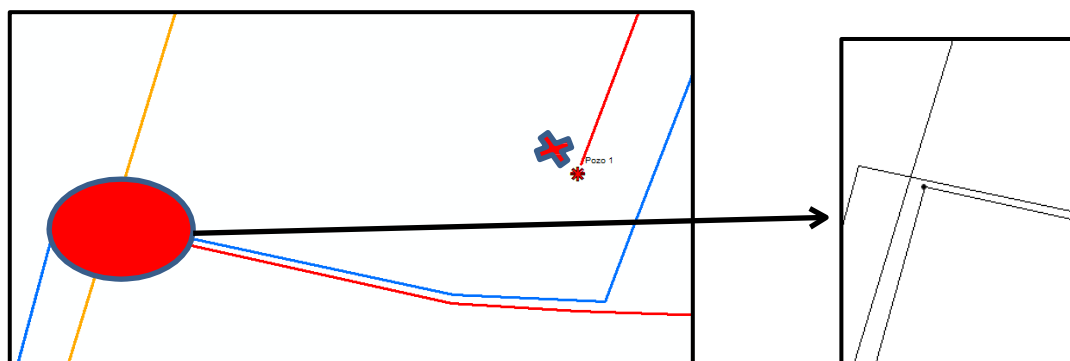
2.1.- Taponar el Pozo 2



2.2- Poner tapón en tubería de 3"



2.3.- Desconectar la impulsión de 3" y conectar la nueva de 4".



2.4.- Sustituir tramo de 1" a 2" (300 m.)

