



Comisión Estatal del Agua
Gobierno de Baja California Sur

COMISIÓN ESTATAL DEL AGUA GOBIERNO DE BAJA CALIFORNIA

“Catastro de Redes Hidráulicas de Todos Santos”

TOMO II:

"Sectorización de Redes"

LOCALIDAD:

TODOS SANTOS



Contrato No: LO-903017989-E39-2022

CONTENIDO

I RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE Y EXISTENTE, PARA INTEGRACIÓN Y ACTUALIZACIÓN REPTA

I.1 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE Y EXISTENTE, PARA INTEGRACIÓN Y ACTUALIZACIÓN REPTA

II RECORRIDOS PRELIMINARES

II.1 RECORRIDOS PRELIMINARES

III ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA RED HIDRAULICA DE AGUA POTABLE.

III.1 AUDITORÍA CON DIFERENTES DEPARTAMENTOS Y DEPENDENCIAS PARA LA REVISIÓN DEL CATASTRO DE LA RED HIDRÁULICA EXISTENTE.

III.2 UBICACIÓN DE CAJAS DE VÁLVULAS Y ESTRUCTURAS ESPECIALES.

III.3 NIVELACIÓN DE TAPAS Y ESTRUCTURAS ESPECIALES.

III.4 ACTUALIZACIÓN DE PLANIMETRÍA.

III.5 INSPECCIÓN Y REFERENCIACIÓN DE CAJAS DE VÁLVULAS.

III.6 UBICACIÓN Y REFERENCIACIÓN DE ESTRUCTURAS ESPECIALES.

III.7 DETECCIÓN Y UBICACIÓN DE CAJAS OCULTAS.

III.8 DESASFALTADO DE TAPAS.

III.9 APERTURA DE TAPAS SELLADAS.

III.10 DESAZOLVE O ACHIQUE DE CAJAS.

III.11 SONDEO PARA VERIFICAR CARACTERÍSTICAS DE TUBERÍA EXISTENTE.

III.12 REVISIÓN Y ANÁLISIS DE CONGRUENCIA HIDRÁULICA.

III.13 ELABORACIÓN DE PLANOS DIGITALIZADOS DEL CATASTRO.

III.14 GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA EL SIG.

IV PROYECTO EJECUTIVO DE LA SECTORIZACIÓN DE REDES

IV.1 MEDICIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE GASTO, PARA ALIMENTAR EL MODELO MATEMÁTICO.

IV.2 ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED, PARA GENERAR SECTORES EN DIFERENTES ESCENARIOS.

IV.3 MEJORA DE EFICIENCIA DE SECTORES, MEDIANTE DETECCIÓN DE FUGAS BÁSICO, EN RED Y TOMAS DE AGUA POTABLE.

IV.4 MEDICIÓN EN ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS TANQUES PARA ALIMENTACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED.

IV.5 CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE VARIABLES DE CAUDAL Y PRESIÓN EN CAMPO, CON REGISTRADORES DE PRESIÓN.

IV.6 CALIBRACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED HIDRÁULICA PARA LA GENERACIÓN DE MACRO SECTORES.

IV.7 SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL ESTADO INICIAL DE LA RED HIDRÁULICA Y DE DOS ESCENARIOS DE SECTORIZACIÓN.

IV.8 DISEÑO DE SECTORIZACIÓN, YA CALIBRADO EL MODELO PARA GARANTIZAR QUE TODOS TENGAN CAUDAL Y PRESIÓN, CON UNA SOLA ENTRADA PARA REALIZAR BALANCE VOLUMÉTRICO.

IV.9 GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA EL SIG.

V ELABORACIÓN DE CATASTRO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

- V.1 UBICACIÓN DE POZOS DE VISITA Y ESTRUCTURAS ESPECIALES.
- V.2 NIVELACIÓN DE BROCALES Y ESTRUCTURAS ESPECIALES.
- V.3 ACTUALIZACIÓN DE PLANIMETRÍA.
- V.4 INSPECCIÓN Y REFERENCIACIÓN DE POZOS DE VISITA.
- V.5 UBICACIÓN Y REFERENCIACIÓN DE ESTRUCTURAS ESPECIALES.
- V.6 DETECCIÓN Y UBICACIÓN DE POZOS DE VISITA OCULTOS.
- V.7 DESASFALTADO DE BROCALES.
- V.8 APERTURA DE BROCALES SELLADOS.
- V.9 DESAZOLVE O ACHIQUE DE POZOS DE VISITA.
- V.10 SONDEO PARA VERIFICAR CARACTERÍSTICAS DE TUBERÍA EXISTENTE.
- V.11 REVISIÓN Y ANÁLISIS DE CONGRUENCIA SANITARIA DE LAS REDES.
- V.12 ELABORACIÓN DE PLANOS DIGITALIZADOS DEL CATASTRO.
- V.13 GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA EL SIG.

TOMO I : "Catastro de la Red Hidráulica del Agua Potable"

TOMO II: "Sectorización de Redes"

TOMO III: "Catastro de la Red de Alcantarillado Sanitario"

IV. PROYECTO EJECUTIVO DE LA SECTORIZACIÓN DE REDES.

El propósito de sectorizar la red de distribución de agua potable de Todos Santos es el de incrementar la eficiencia hidráulica y ejercer un mayor control operativo de parámetros básicos como lo es la regulación en presiones y la cantidad de agua suministrada en los diferentes sectores

El término sectorización es conocido como la formación de zonas de suministro autónomas dentro de una red de distribución; es la división o partición de la red en muchas pequeñas redes con el fin de facilitar su operación. De este modo, es mucho más sencillo controlar los caudales de entrada en cada sector, las presiones internas de la tubería, la demanda y el consumo, así como las pérdidas de agua, tanto en fugas como en usos no autorizados.

Un distrito hidrométrico es un sector o una sección de la red de distribución de agua potable, delimitada por medio de válvulas de seccionamiento, con el propósito de aforar el caudal de entrada, así como medir y controlar la presión de operación a fin de brindar la misma calidad de servicio de suministro a la totalidad de los usuarios. Son subsistemas que se aíslan hidráulicamente con movimientos de válvulas en forma temporal para realizar pruebas de consumos, detectar fugas y evaluar la eficiencia física.

La sectorización de redes de agua potable tiene otra connotación en su diseño, ya que se trata de formar elementos separados físicamente unos de otros, interconectados hidráulicamente, es así como el diseño de cada sector obedece más a la topografía, a la ubicación y capacidad hidráulica de las captaciones, rebombes, tanques y a los valores de demanda de agua de los usuarios. Los sectores deben analizarse y diseñarse hidráulicamente en forma integrada, considerando el mínimo de cortes, conexiones, movimientos de válvulas e instalaciones de tuberías. Los sectores tienen forma irregular y el número de usuarios dentro de él depende de la disponibilidad de agua y de la infraestructura existente.

Un distrito hidrométrico se basa en especificaciones concretas, para que las pruebas de campo resulten confiables, así por ejemplo, se maneja un número de usuarios, con la idea de que en la medición de los caudales registrados en la entrada del distrito no se tengan errores significativos; o bien, el distrito puede tener una o varias entradas o salidas y puede estar abasteciendo a varios distritos, puesto que no se altera de ningún modo la prueba en turno.

IV.1 MEDICIÓN DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE GASTO, PARA ALIMENTAR EL MODELO MATEMÁTICO.

La macromedición en un sistema de abastecimiento de agua potable tiene como objetivo cuantificar los caudales captados, distribuidos y conducidos a lo largo de todo el sistema. Resulta fundamental la planificación y ubicación de este tipo de elementos, ya que con esto se podrán llevar a cabo acciones que permitan tener el control y obtener datos de caudales, presiones y el nivel de agua en los principales puntos de interés, así como de conocer el suministro de agua y presiones en los diferentes sectores, establecer el volumen de agua no facturados y saber los componentes de pérdida en la distribución.

Todos Santos cuenta con tres fuentes de abastecimiento las cuales tratan de pozos profundos los cuales bombean directamente a la red de distribución. Dentro de estas estructuras se cuenta actualmente con medidores electromagnéticos los cuales están ubicados en los trenes de descarga de las obras de captación.

Resulta fundamental para el proyecto de sectorización conocer y realizar la verificación del caudal proporcionado por las fuentes de abastecimiento, además de monitorear las posibles variaciones de presión que puedan existir a lo largo de un periodo de bombeo constante, como es el caso actualmente.

Para ello se llevó a cabo la medición en las tres las fuentes de abastecimiento, utilizando un medidor de flujo ultrasónico, en donde de manera no invasiva, se determina el caudal de cada uno de los aprovechamientos.

Con respecto a la metodología utilizada para utilizar este tipo de equipos, se tomó en cuenta el diámetro, material y espesor de la tubería, para calcular la distancia, alineación y la superficie para colocar los rieles de los transductores. Al estar estos conectados al equipo se inició el proceso de medición del caudal que pasa por la tubería, obteniendo así el gasto medio y registrando estos datos en el dispositivo.

Se tomaron registros durante 2 horas en intervalos de 60 segundos, con la finalidad de monitorear los posibles transitorios de presión. A continuación, se muestran los reportes de los estudios realizados en las tres fuentes de abastecimiento existentes en Todos Santos.

➤ **POZO EL MANGUITO.**

Este pozo cuenta con una bomba sumergible que opera con energía eléctrica durante las 24 horas del día bombeando directamente a la red de distribución.

La tubería de salida de la bomba es de 6” al igual que el tren de descarga el cual cuenta con un manómetro en funcionamiento a 30 cm del pozo, a 60 cm aproximadamente una válvula de admisión y expulsión de aire y a 1.2 m cuenta con un medidor de flujo electromagnético.



Se muestra vista general del pozo El Manguito en donde se realizó la medición con el caudalímetro ultrasónico.



En la imagen se muestra la ubicación de los transductores del caudalímetro ultrasónico en el tren de descarga de la obra de captación.

➤ **POZO LAS QUINTAS.**

Cuenta con una bomba sumergible que opera con energía eléctrica durante las 24 horas del día bombeando directamente a la red de distribución.

La descarga es de 4” de diámetro y cuenta con un manómetro a 50 cm aproximadamente del pozo, un medidor de flujo electromagnético a 1 m del manómetro junto a una válvula sin maneral y a un metro aproximadamente una válvula de expulsión de aire. Consecuentemente hay una derivación que se utiliza para el llenado de pipas, así como la derivación que dota directamente a la red de distribución igualmente de 4 pulgadas.



Vista general del pozo Las Quintas en donde se realizó la medición.



Se muestra la colocación de los transductores y vista de la carátula del equipo utilizado.

➤ **POZO SAN IGNACIO.**

Este pozo cuenta con una bomba sumergible que opera con energía eléctrica durante las 24 horas del día bombeando directamente a la red de distribución.

La tubería de salida de la bomba es de 4” al igual que el tren de descarga el cual cuenta con una válvula de admisión y expulsión de aire a 40 cm del pozo, un carrete con un manómetro en funcionamiento y a 0.5 m cuenta con un medidor de flujo electromagnético.

Con respecto a la fontanería del tren de descarga se encuentra esta se muestra con oxido haciendo requiriendo un recubrimiento primario y pintura, no se presenta alguna fuga.



Vista general del pozo San Ignacio.



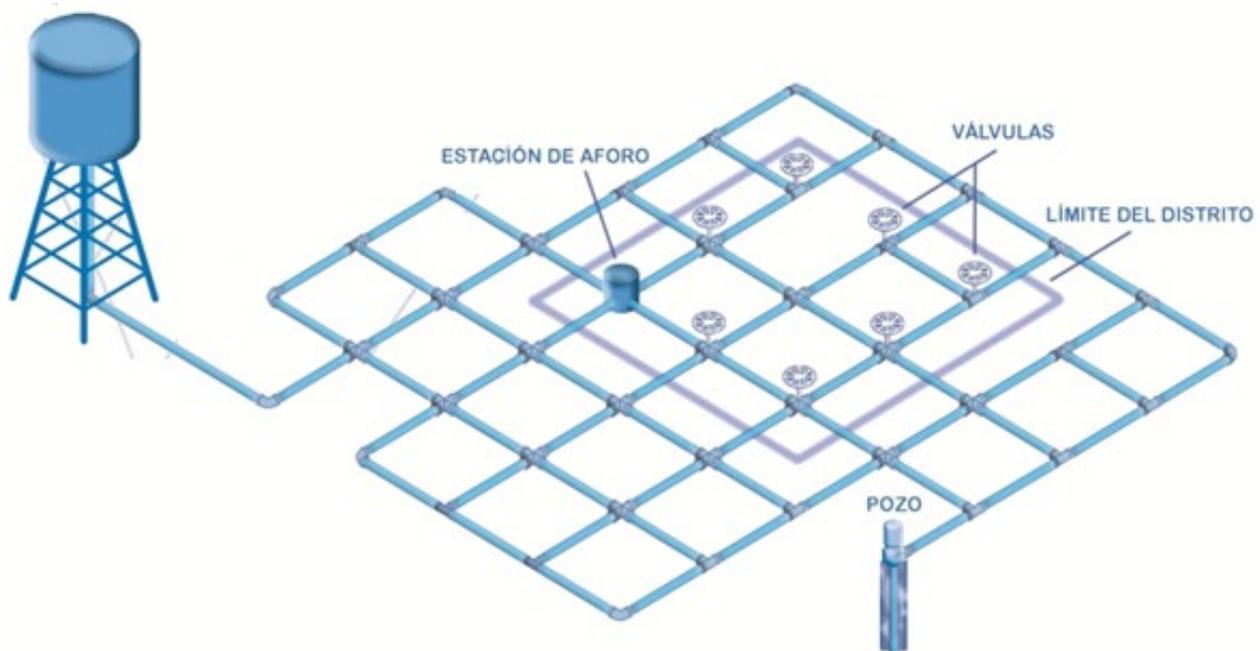
En la imagen se muestra la ubicación de los transductores del caudalímetro ultrasónico en el tren de descarga de la obra de captación.

IV.2 ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED, PARA GENERAR SECTORES EN DIFERENTES ESCENARIOS.

Los criterios a seguir para llevar a cabo la división en sectores, parten de la infraestructura existente, para ello es de suma importancia contar con un catastro de infraestructura hidráulica actualizado y confiable.

Para el caso de Todos Santos, la sectorización partió en función de su infraestructura existente, considerando muchos factores para la delimitación como lo es la aportación al sistema de cada uno de los abastecimientos, la capacidad de los tanques, las condiciones topográficas y las demandas de los usuarios al sistema.

Se trata de dividir el sistema y ajustarse a la geometría de la red, con el objetivo principal de minimizar las variaciones de presión de servicio al interior del sector; esto es, mantener una cierta uniformidad de presiones entre los 15 y 50 metros columna de agua, cuidando las velocidades mínimas y máximas permisibles cumpliendo con las especificaciones y normatividad vigentes.



En la imagen se representan los componentes principales para la sectorización de un sistema de agua potable como el de Todos Santos.

Para la elaboración de la simulación hidráulica, es necesario contar con todos los datos de proyecto que servirán de base para alimentar el sistema, para ello es necesario contar con un catastro actualizado y confiable; a continuación, se enumeran los datos a ser considerados para la alimentación del modelo matemático y que servirá de base para realizar la sectorización del sistema de agua potable.

✓ **FUENTES DE ABASTECIMIENTO**

Pozo El Manguito.	Q = 43 l/seg
Pozo Las Quintas.	Q = 12 l/seg
Pozo San Ignacio.	Q = 12 l/seg

✓ **TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

Tanque San Juan	Capacidad = 50 m ³
Tanque Las Brisas	Capacidad = 100 m ³
Tanque Colegio Militar	Capacidad = 200 m ³

✓ **DATOS DE PROYECTO**

DATOS DE PROYECTO		
POBLACIÓN ÚLTIMO CENSO OFICIAL INEGI 2020	Hab.	7,185
POBLACIÓN ACTUAL (2022)	Hab.	7,550
POBLACIÓN DE PROYECTO (2042)	Hab.	12,568
DOTACIÓN	lt/hab/día	275
COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA		1.40
COEFICIENTE DE VARIACION HORARIA		1.55
GASTOS DE DISEÑO		
GASTO MEDIO	lps.	40.00
GASTO MÁXIMO DIARIO	lps.	56.00
GASTO MÁXIMO HORARIO	lps.	86.80
FUENTES ACTUALES DE ABASTECIMIENTO	pozos	3

Se utilizó el programa EPANET el cual permite realizar simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la evolución de la calidad del agua en redes de suministro a presión.

EPANET es un software de uso libre, desarrollado por el Laboratorio Nacional de Investigación para la Prevención de Riesgos de los Estados Unidos. Este programa ha sido creado para analizar el comportamiento y calidad en la distribución de agua potable.

Tomando en cuenta el catastro actualizado del sistema de agua potable, utilizando el plano general de congruencia hidráulica, se diseñó y complementó el resto de la red de agua dando cobertura a la totalidad de las viviendas.

Se procede entonces a la selección de los elementos de control, que son los medios para operar el sistema, para aislar alguna zona de la red, reducir o mantener la presión del agua y/o permitir el flujo entre sectores.

De igual manera, se mantiene la interconexión entre sectores y entre fuentes de suministro, de modo que puedan derivarse caudales en casos extraordinarios. La selección del esquema de sectorización idóneo será aquél que mejor se adapte a las necesidades propias de cada sistema de distribución, pero ante todo, evaluar el costo en la construcción de nuevas líneas de conducción y tanques de regulación, cortes, instalación de válvulas, etc.

Con ello se establecieron los parámetros de diseño definiendo diámetros y material en tuberías; con la colocación de válvulas de seccionamiento se configuró la red general de agua potable de Todos Santos tomando en cuenta la infraestructura existente.

Probado y elegido el esquema general del sistema por sectorizar, se generó el diagrama del sistema, del cual parte la construcción del modelo matemático de la red de agua potable junto con la actualización del catastro para nutrir el modelo matemático.

Del plano generado en AutoCAD formato .dwg, se llevó a cabo la exportación de datos (tuberías, tanques, estaciones de bombeo, válvulas de seccionamiento, etc.) al EPANET con la finalidad de respetar en todo sentido el levantamiento físico.

IV.3 MEJORA DE EFICIENCIA DE SECTORES, MEDIANTE DETECCIÓN DE FUGAS BÁSICO, EN RED Y TOMAS DE AGUA POTABLE.

Con el propósito de mejorar la eficiencia física en la red de distribución de agua de Todos Santos, se analizan las opciones para la elección del mejor método para realizar la detección de fugas tanto a lo largo de toda la red de distribución como en la toma domiciliaria de cada uno de los usuarios.

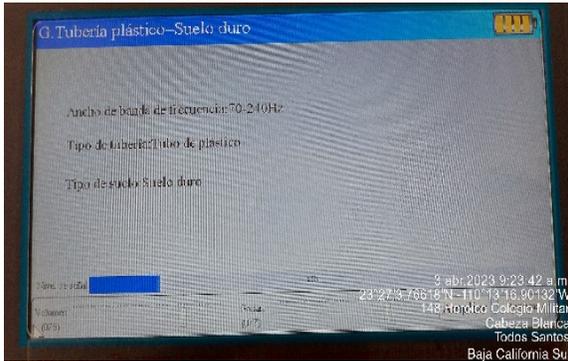
Existen varios métodos para detectar la pérdida de agua no contabilizada ya sea por fugas o por tomas clandestinas dentro de la red de distribución. Para aplicar efectivamente algún método que conlleve la sectorización del sistema, como puede ser por balance hidráulico o por distritos hidrométricos, se debe disponer del diseño y ubicación correcta de válvulas de seccionamiento, así como los puntos de control para la colocación de medidores.

El sistema de agua potable de Todos Santos no cuenta con alguna sectorización actualmente de la cual se pueda valer para realizar estudios de detección de fugas por el método de balance hidráulico, ni tampoco cuenta con distritos hidrométricos definidos en la red de distribución; por lo que con el fin de mejorar la eficiencia y conocer la totalidad del alcance del sistema actual, se llevó a cabo un programa de detección de fugas de agua en tuberías de servicio primario y secundario.

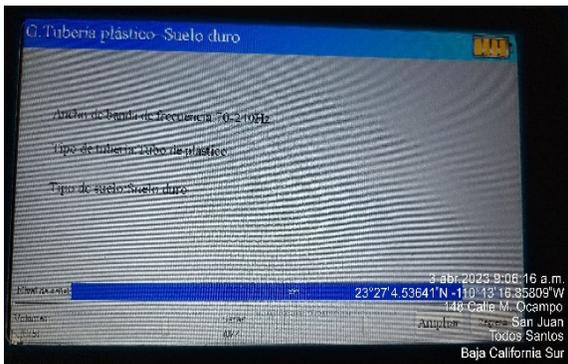
Utilizando geófonos, se realizaron inspecciones a lo largo de la red de distribución y líneas primarias, fueron de utilidad los resultados del levantamiento del catastro previamente elaborado, fue así, y en coordinación con personal encargado en la operación del sistema de agua potable, se realizaron las inspecciones para de manera acústica y no invasiva, se detectaran las posibles fugas existentes en la red.

La información recabada se registró en fichas técnicas las cuales contienen la ubicación de cada sitio donde se realizó la inspección así como imágenes del proceso, los resultados y observaciones.

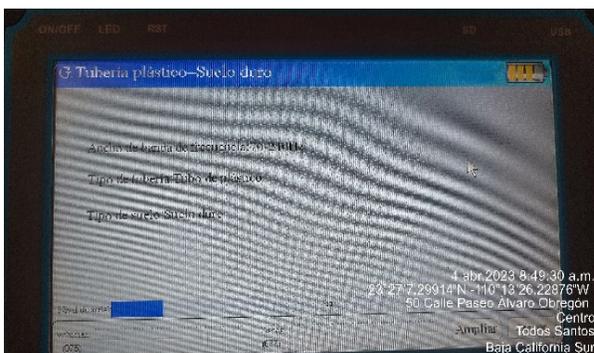
A continuación se presentan algunas imágenes del proceso del presente estudio, así mismo anexo al presente informe se presentan las fichas generadas.



Se muestra inspección en red de distribución utilizando geófono mediante micrófono pata de elefante, Se determina que no hay fuga.



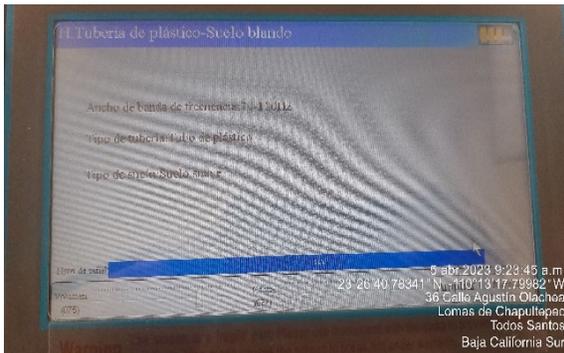
Se muestra detección de fuga. A la izquierda carátula del equipo donde indica el sitio mediante la frecuencia acústica y a la derecha panorama.



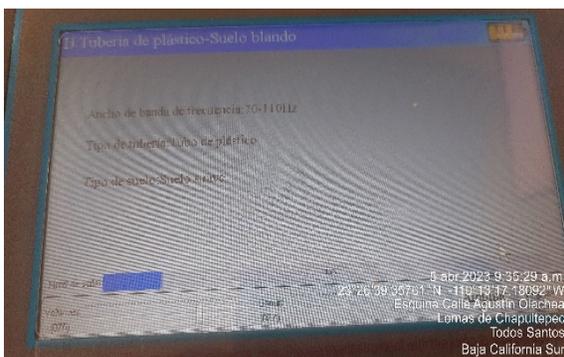
Se muestra inspección en red de distribución utilizando geófono mediante micrófono pata de elefante. Con la medición obtenida del computador y con lo observado se determinó que no existe fuga.



En la imagen se muestra la revisión de toma domiciliar con ayuda de un geófono mediante micrófono "pata de elefante".



Se muestra detección de fuga, a la izquierda la carátula del equipo y a la derecha sitio preciso de la ubicación de la fuga.



En la imagen de la izquierda carátula del equipo y a la derecha panorama de la zona donde no se encontró fuga.

Como ya se mencionó, se llevaron a cabo 1000 (mil) sondeos de forma acústica, para detectar y localizar la ubicación de las fugas existentes, de los cuales en treinta y ocho de ellos se halló dicho problema.

Como también se mencionó anteriormente por cada sondeo se elaboró la ficha correspondiente, en cada una de ellas se encuentran las observaciones pertinentes.

En el siguiente recuadro se enlistan el número de ficha que arrojan los resultados con fugas existentes; dentro de cada ficha se presentan las coordenadas y ubicación de las mismas.

SONDEOS DONDE SE OBTUVO INDICIO DE FUGA EXISTENTE	
7	346
13	347
80	365
86	425
98	431
99	437
152	475
155	681
160	684
179	694
207	707
233	708
255	765
264	775
266	813
281	850
295	895
324	908
343	916

IV.4 MEDICIÓN EN ENTRADAS Y SALIDAS DE LOS TANQUES PARA ALIMENTACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED.

La macromedición en un sistema de abastecimiento de agua potable tiene como objetivo cuantificar los caudales captados, distribuidos y conducidos a lo largo de todo el sistema. Resulta fundamental la planificación y ubicación de este tipo de elementos, ya que con esto se podrán llevar a cabo acciones que permitan tener el control y obtener datos de caudales, presiones y el nivel de agua en los principales puntos de interés, así como de conocer el suministro de agua y presiones en los diferentes sectores, establecer el volumen de agua no facturados y saber los componentes de pérdida en la distribución.

En el caso de Todos Santos como ya se describió en el capítulo correspondiente, cuenta con tres fuentes de abastecimiento las cuales tratan de pozos profundos y bombean directamente a la red de distribución por lo que los tanques existentes no se encuentran en uso.

El almacenamiento para un sistema de agua potable resulta fundamental, dentro de Todos Santos existen cuatro tanques los cuales no se encuentran en operación, debido a ello no fue posible realizar mediciones en entradas y salidas en tanques.

Resulta fundamental para el proyecto de sectorización conocer y tomar en cuenta la infraestructura existente que pueda ser utilizada para incorporarla al sistema, por lo que tres de los tanques serán tomados en cuenta para el proyecto de sectorización.

IV.5 CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE VARIABLES DE CAUDAL Y PRESIÓN EN CAMPO, CON REGISTRADORES DE PRESIÓN.

Se llevó a cabo una campaña de medición de presiones en tomas domiciliarias distribuidas en toda la red existente de Todos Santos, incluyendo puntos de presión máxima, media y mínima considerando la topografía.

Para la elaboración de la campaña se coordinó el levantamiento conjuntamente con personal del OOMSAPAS de La Paz para considerar en la planeación las zonas donde existe tandeo así como aquellas con especial interés para considerar en el estudio.

Una vez seleccionados los sitios donde se realizarán las mediciones, se informó al usuario el procedimiento a ejecutar y se procedió a medir la presión y el caudal en la toma seleccionada.

Los resultados fueron plasmados en fichas previamente elaboradas las cuales contienen la ubicación del sitio donde se realizó la medición, así como imágenes del proceso, los resultados y observaciones.



En las imágenes se muestran las mediciones de presión en tomas domiciliarias.



La medición de presión en tomó domiciliaria se realizó mediante un manómetro y en esta prueba obtuvimos una lectura de 0.75 Bar.

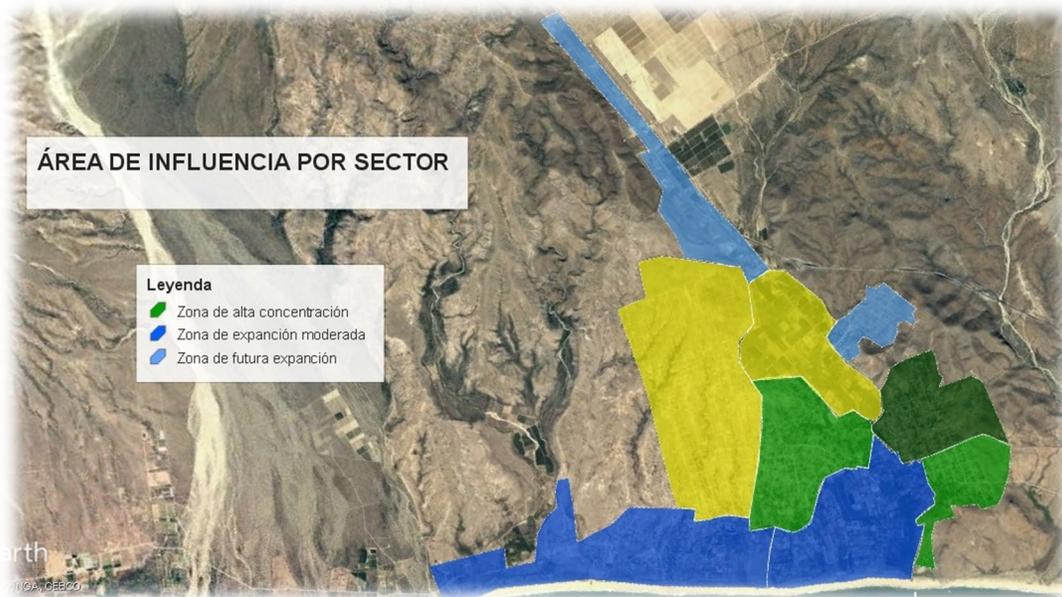


En las imágenes se muestran las mediciones de presión en tomas domiciliarias.

IV.6 CALIBRACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO DE LA RED HIDRÁULICA PARA LA GENERACIÓN DE MACRO SECTORES.

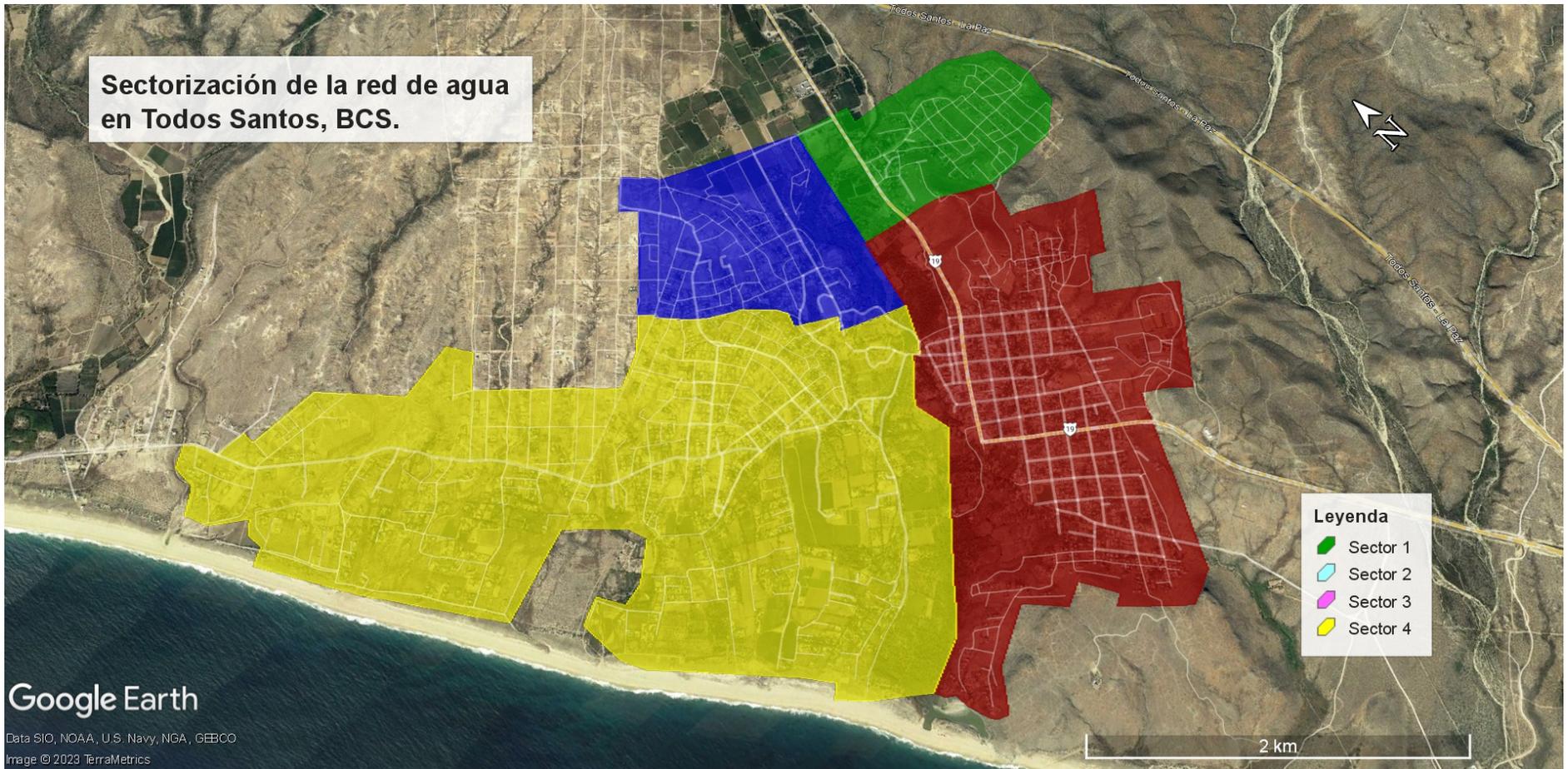
En base en la recopilación y análisis de información sobre la delimitación del área de estudio, tomando en cuenta las características de la región, como los aspectos socioeconómicos, las necesidades y demanda de agua, la infraestructura existente, las condiciones topográficas, áreas de crecimiento urbano, etc. Se definieron las diferentes zonas de influencia para el sistema hidráulico en Todos Santos; es así y de acuerdo a los recorridos preliminares, que se identificaron las zonas de futuro crecimiento urbano, así como las zonas donde se concentra gran parte de la población y donde la actividad turística y la población flotante predominan en la localidad.

En el esquema que se muestra a continuación, se puede observar de color amarillo las zonas de expansión y donde la urbanización y planeación demográfica tiende a crecer. Así mismo de verde se enmarca la zona donde actualmente predomina la actividad turística y con ello las necesidades de producción y abastecimiento aumentan y finalmente con azul se señalan las zonas con un crecimiento moderado.



En la imagen se muestran las diferentes áreas de influencia por sector.

Tomando esto en cuenta, y con el resultado del catastro de infraestructura hidráulica, es posible realizar la sectorización considerando principalmente las estructuras de abastecimiento. En general se contarán con 4 sectores que trabajarán hidráulicamente independientes ya que cada uno tendrá su propio almacenamiento.



De acuerdo al sistema de agua potable existente, tomando en cuenta la infraestructura existente y estructuras especiales como obras de captación y tanques de almacenamiento, se presenta en la imagen la sectorización hidráulica la cual consta de 4 macro sectores. Estos fueron propuestos con el fin de garantizar el abasto a la totalidad de usuarios.

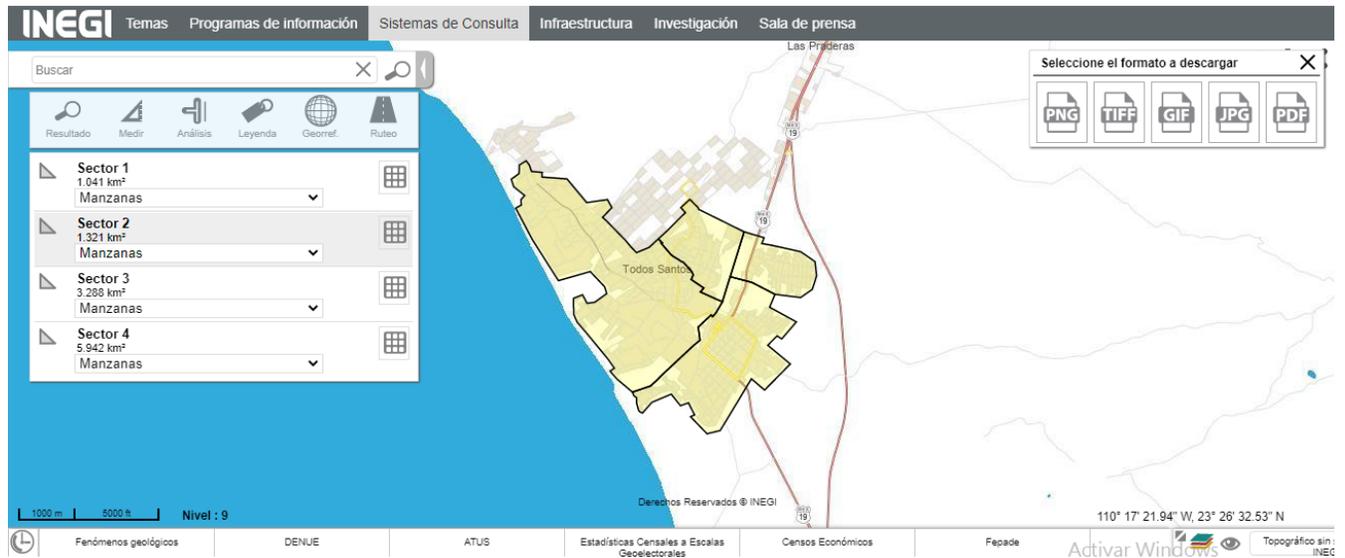
Para la determinación de los gastos de cada uno de los cuatro sectores en los que se ha dividido la red de distribución de Todos Santos, se apoyará del Mapa Digital del México elaborado por el INEGI, con el cual se determinará el número de viviendas existente en cada uno de los sectores, pudiendo de esta forma determinar el caudal que requiere cada sector.

Para lo anterior, con el apoyo del Mapa Digital de México se trazará cada uno de los sectores en los que se ha dividido el área de estudio.



Trazo de sectores en Mapa Digital de México del INEGI.

Una vez trazados los sectores de la red de distribución, se procederá a usar las herramientas de cálculo con las que cuenta el mapa digital de México, pudiendo determinar de esta forma el número de viviendas con las que cuenta cada sector.



En la imagen se muestra el trazo de la sectorización dentro del Mapa Digital de México del INEGI.



Sector 1

En la imagen se muestra la consulta del Sector 1 dentro del Mapa Digital de México donde se observa el número total de viviendas dentro del sector.



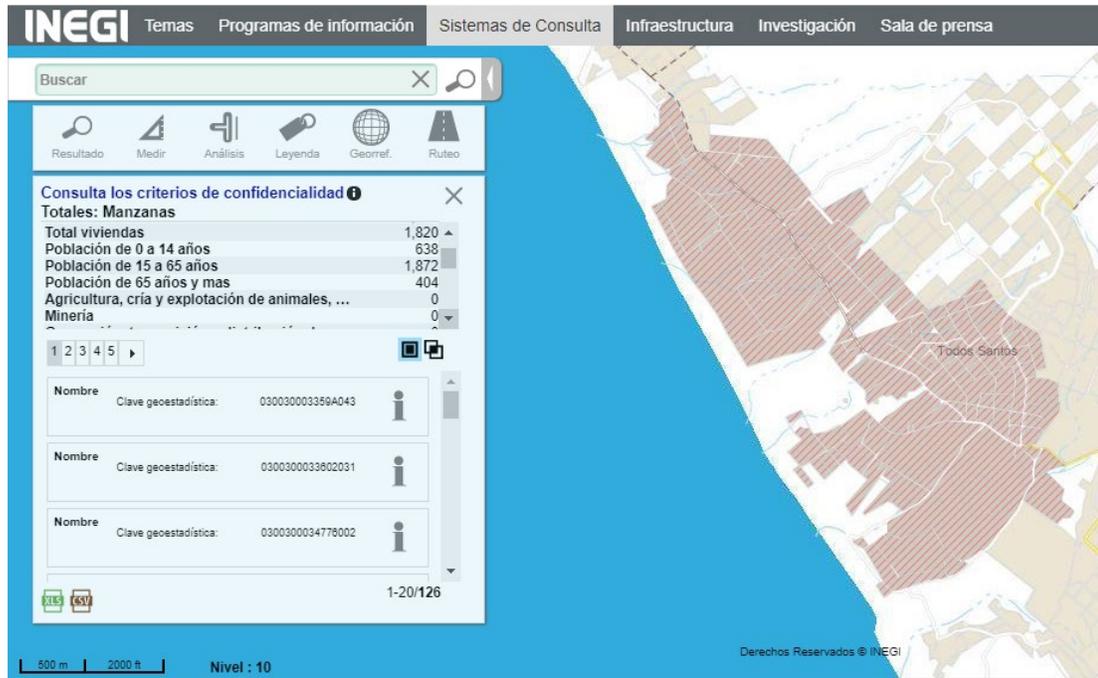
Sector 2

En la imagen se muestra la consulta del Sector 2 dentro del Mapa Digital de México donde se observa el número total de viviendas dentro del sector.



Sector 3

En la imagen se muestra la consulta del Sector 3 dentro del Mapa Digital de México donde se observa el número total de viviendas dentro del sector.



Sector 4

En la imagen se muestra la consulta del Sector 4 dentro del Mapa Digital de México donde se observa el número total de viviendas dentro del sector.

- Sector 1 = 550 viviendas
- Sector 2 = 434 viviendas
- Sector 3 = 2,410 viviendas
- Sector 4 = 1,820 viviendas

Tomando en cuenta el cálculo de los datos de proyecto para el horizonte de proyecto al año 2042, se cuenta con un gasto máximo horario de 86.80 l/seg. Con estos datos se establece el caudal que requiere para cada uno de los sectores y con ello realizar la calibración del modelo matemático para el cálculo de capacidades y suministros. A continuación se presenta el caudal requerido para cada sector.

Sector	Viviendas	%	Caudal requerido (l.p.s.)
1	550	10.55%	9.16
2	434	8.32%	7.23
3	2,410	46.22%	40.12
4	1,820	34.91%	30.29
TOTALES	5,214	100.00%	86.80

Con el objetivo de realizar el proyecto de sectorización y de asignar el gasto unitario que se verá distribuido en cada sector, se pondera este de manera unitaria por vivienda, es decir, se asignará un consumo para cada vivienda de los sectores.

$$\text{Sector 1} \quad Q_{UV} = \frac{Q_{sec-1}}{V_T} = \frac{9.16}{550} = 0.0166545454545455 \text{ lps}/v$$

$$\text{Sector 2} \quad Q_{UV} = \frac{Q_{sec-2}}{V_T} = \frac{7.23}{434} = 0.0166589861751152 \text{ lps}/v$$

$$\text{Sector 3} \quad Q_{UV} = \frac{Q_{sec-3}}{V_T} = \frac{40.12}{2,410} = 0.0166473029045643 \text{ lps}/v$$

$$\text{Sector 4} \quad Q_{UV} = \frac{Q_{sec-4}}{V_T} = \frac{30.29}{1,820} = 0.0166428571428571 \text{ lps}/v$$

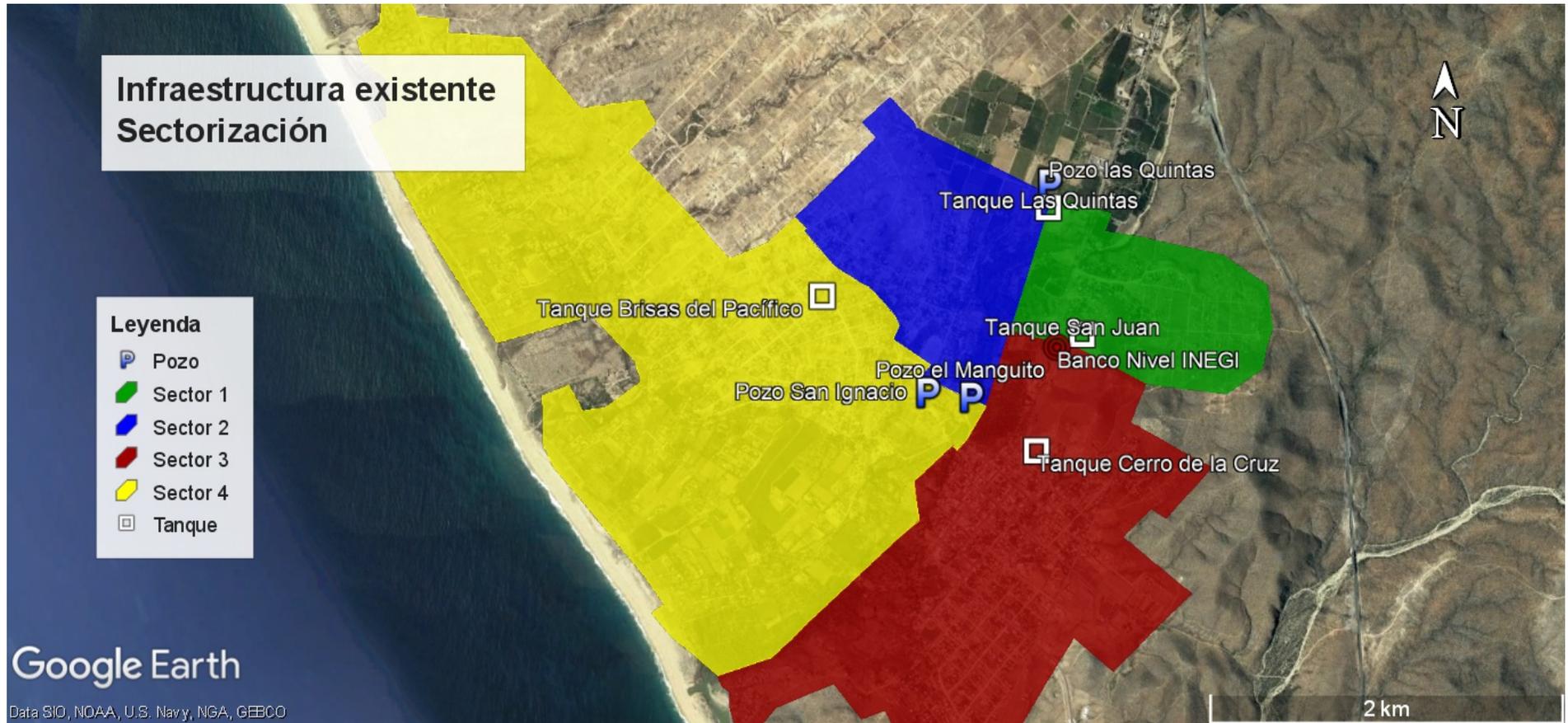
Como se aprecia, los valores son muy parecidos, por lo que se establece que el gasto unitario por vivienda será de:

$$Q_{UV} = 0.1666 \text{ lps}$$

Con el modelo listo y calibrado se podrán generar diferentes escenarios para la sectorización, con diferentes técnicas de operación y determinar cuál de ellos es más práctico en campo y con mejores resultados.

ESTRUCTURA ESPECIAL	CARÁCTERÍSTICAS GENERALES
POZO EL MANGUITO	-Gasto promedio de 43 l/seg.
POZO LAS QUINTAS	-Gasto promedio de 12 l/seg.
POZO SAN IGNACIO	-Gasto promedio de 12 l/seg.
TANQUE SAN JUAN	-Capacidad aproximada de 50 m3
TANQUE LAS BRISAS	-Capacidad aproximada de 100 m3.
TANQUE CAMPO MILITAR	-Capacidad aproximada de 200 m3.
TANQUE LAS QUINTAS	-Capacidad aproximada de 25 m3.

Esto permite tener un programa alimentado con todas las variables en la operación, teniendo certeza y tomando como base el catastro y levantamiento de información en general. Con todo esto el programa establecerá cual escenario es el más práctico para ser realizado y tomar acciones para cualquier eventualidad.



De acuerdo al sistema de agua potable existente, tomando en cuenta la infraestructura existente y estructuras especiales como obras de captación y tanques de almacenamiento, se presenta en la imagen la sectorización hidráulica la cual consta de 4 macro sectores. Estos fueron propuestos con el fin de garantizar el abasto a la totalidad de usuarios.

IV.7 SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL ESTADO INICIAL DE LA RED HIDRÁULICA Y DE DOS ESCENARIOS DE SECTORIZACIÓN.

Una vez actualizado y digitalizado el catastro de redes y obtenida la información en campo de presiones y caudales, se llevó a cabo la primera simulación hidráulica para mostrar el estado inicial de la red de agua potable.

La simulación de la red e infraestructura permitió verificar la situación del funcionamiento actual ante las variaciones de abastecimiento de la zona en estudio, fijando las zonas más desfavorables en la demanda actual como futura.

Las simulaciones se realizaron de forma integral, considerando su máxima demanda, tomando la demanda media obtenida y convirtiéndola en demanda y gasto máximo suministrado, para este fin se utilizaron los cargos reportados en los medidores instalados en los sectores de entrada y salida de las tuberías principales.

El software de simulación permite simular la red para diferentes valores y demanda, y pueden ser utilizados en zonas diferentes.

Se proponen dos alternativas de sectorización a partir del modelo de sectorización que simulan su comportamiento hidráulico.

En la modelación hidráulica se consideró el crecimiento futuro en donde se identificará las necesidades de la zona en crecimiento tomando en cuenta si la tubería y tanques de abastecimiento son las adecuadas.

En la propuesta operativa con relación a la sectorización se trabaja para que la dotación de cada sector disminuya y en consecuencia el gasto se modifique.

Los planos se ingresaron al software de simulación además de la localización de las válvulas, las cotas topográficas a cada nodo, información técnica de las fuentes de abastecimiento, tanques de abastecimiento y regulación, material y antigüedad media de la tubería, sus longitudes y diámetros, curvas de las bombas, etc.

IV.8 DISEÑO DE SECTORIZACIÓN, YA CALIBRADO EL MODELO PARA GARANTIZAR QUE TODOS TENGAN CAUDAL Y PRESIÓN, CON UNA SOLA ENTRADA PARA REALIZAR BALANCE VOLUMÉTRICO.

El diseño de sectorización fue confeccionado para obtener mayor beneficio y menor costo. El diseño del proyecto ejecutivo se conformará para la creación y equipamiento adecuado para los distritos hidrométricos. Se diseñó la obra civil para conformar y aislar los sectores y las condiciones indispensables para instrumentar al distrito para su medición, control de presiones y mejoramiento en el servicio.

En el proyecto ejecutivo se establece la ubicación y especificaciones de instalación de macro medidores en las entradas y salidas de cada uno de los distritos, se consideró la mejor alternativa para la distribución del agua, con válvulas de control hidrométricos y/o variadores de velocidad, se estableció la ampliación de redes y la sustitución o reparación de válvulas limítrofes que no funcionen.

De igual manera el proyecto incluye la selección de los equipos, incluye el dibujo de instalación, el catálogo de conceptos y presupuestos.

Como parte del proyecto se entrega la memoria descriptiva del proyecto, la memoria de cálculo, base de datos y resultado del cálculo, planos digitalizados en software AutoCad e impresos, catálogo de conceptos, presupuesto base y especificaciones de construcción.

IV.9 GENERACIÓN DE LA INFORMACIÓN PARA EL SIG.

Los sistemas de información geográfica GIS Geographic Information System por sus siglas en inglés, son una herramienta para trabajar con diferentes tipos de datos ya sean textos, numéricos, alfanuméricos, fotografías, etc. los cuales tengan una posición geográfica.

Como ya se observó, para el caso del presente estudio, la información generada en el SIG contiene todos los elementos de las redes hidráulicas de Todos Santos, dentro de este modelado se pueden consultar datos a través del gráfico georeferenciado y viceversa según la necesidad del usuario.

El software QGIS permite la creación de mapas con numerosas capas que pueden ser ensambladas bajo diferentes formatos, dependiendo de la aplicación. Para el presente capítulo se presenta el Sistema de Información Geográfica del sistema hidráulico de agua.

La base para la migración de los datos se realizó desde los planos formato DWG generados en el capítulo anterior los cuales muestran la totalidad de infraestructura correspondiente al sistema de agua de Todos Santos, de igual manera dentro de este SIG se integra la información recabada en campo producto del catastro, es decir, el total de las fichas de inspección de las cajas de válvulas, e información de las estructuras especiales como tanques y fuentes de abastecimiento que conforman el sistema hidráulico.

El software es de licencia libre por lo que para descargarlo únicamente es necesario ingresar a sitio <https://qgis.org/es/site/> y descargar la versión que se adapte a las condiciones del equipo utilizado.

Dentro del presente expediente, se presenta de manera digital la carpeta llamada “Todos Santos” la cual, una vez descargado el QGIS, desde el ordenador, debe ser copiada y pegada en el disco C –del disco duro- donde se quiera instalar el sistema. Para ingresar al SIG del sistema hidráulico de Todos Santos, hay que ingresar en la carpeta “Archivos QGZ” y abrir el archivo llamado “Agua potable”.

Esta carpeta contiene la totalidad de la información correspondiente al catastro del presente estudio, de manera gráfica y georeferenciada es posible acceder a los datos y conocer las características del elemento en cuestión.