

1. CAPÍTULO I.-

1.1. INTRODUCCION Y GENERALIDADES

Con el crecimiento poblacional que se ha dado en los últimos años, las necesidades y requerimientos de agua para el consumo han aumentado de manera significativa y por el contrario, los caudales y volúmenes de agua que se pueden aprovechar para satisfacer las demandas van cada vez en disminución.

Los actuales hábitos de vida han hecho aumentar las dotaciones de forma considerable. Parámetros indicadores de consumos medios de hace muy pocos años se están quedando obsoletos y de forma reiterada los resultados obtenidos en medidas de campo sobrepasan ampliamente los mismos. Estos problemas no son de ámbito temporal o conyugales, sino permanentes y con tendencia a agravarse en el transcurso del tiempo, por lo que solo acciones decididas de corrección podrán paliarlos o solucionarlos.

Los principales problemas de abastecimiento que afrontan los centros urbanos son: el agotamiento de las fuentes locales, la contaminación de las mismas, los altos costos de captación y conducción del agua y los conflictos generados por los intereses de diferentes usuarios sobre las fuentes. Paradójicamente, ante esta difícil situación, en la ciudad ocurren grandes porcentajes de fugas, se utilizan tecnologías derrochadoras de agua y existe poca conciencia ciudadana para su uso y aprovechamiento.

Si bien la norma boliviana para el diseño de sistemas de agua potable, que es regulado por la DINASBA (1996), tiene el objeto fundamental de regular y ordenar el diseño y, consecuentemente, la construcción de los sistemas de agua potable, es necesario

efectuar la calibración y ajuste en los parámetros y demás elementos de diseño para dimensionar sistemas más eficientes y económicos que estén de acuerdo a los avances tecnológicos actuales.

1.2. UNA BREVE PERSPECTIVA HISTÓRICA

Durante una gran parte de la historia, los pueblos han considerado al agua como un factor fundamental para la sobrevivencia, temprano en esta, el agua se convirtió en un aspecto central de la civilización humana y se aprecia la importancia que los suministros de ella han tenido para todos los pueblos a lo largo de la historia.

Es evidente que por mucho tiempo, el manejo del agua se ha basado en la manipulación del suministro desde su punto de origen natural al lugar en que se necesita. En esta forma de desarrollo, el agua se ha visto como un requisito y no como un elemento cuya demanda se puede modificar. De esta manera, su uso eficiente ha sido de menor importancia que la satisfacción de todas las posibles demandas para dicho recurso. No fue sino hasta épocas recientes, que el manejo de agua empezó a enfocarse más bien sobre la manera de satisfacer la demanda sin recurrir a nuevos proyectos masivos de suministro. Por ejemplo, el concepto de la asignación en los valores del agua en usos alternativos se está volviendo cada vez más importante y, con esto, la eficiencia en su uso. Como resultado del crecimiento de la población mundial y el desarrollo económico, la importancia del uso eficiente del agua seguramente ha de seguir en aumento.

1.3. ALCANCE

El presente trabajo supone una etapa preliminar de obtención, recolección y estudio de información asociada a una red de abastecimiento de agua, en una zona urbana, en el que se analiza la evolución periódica del consumo de agua potable para diferentes intervalos de tiempo, con el objeto de proporcionar parámetros de diseño acordes a las necesidades y características propias de nuestra ciudad y población.

Si bien es cierto que el comportamiento periódico o estacional de la demanda de agua, que puede estudiarse y predecirse con mayor o menor fiabilidad para un abastecimiento, está en función del número de datos de que se disponga, es necesario analizar la componente aleatoria que tiene esta demanda, por lo que, contar con información de un periodo mínimo de un año (Norma Boliviana NB 689) sería lo ideal para desarrollar un tratamiento más profundo. Pero, el conjunto de actividades de operación y mantenimiento de nuestro sistema de agua potable, así como el tiempo en el que este servicio es continuo durante las 24 horas (pocos meses al año), hace que no podamos realizar un trabajo durante un año entero.

Este trabajo representa entonces el inicio de la toma de datos necesaria para un análisis y un tratamiento más exhaustivo de los mismos. Los resultados que se obtendrán, no obstante, serán de gran utilidad para la gestión del agua dentro de una empresa de abastecimiento y, si bien el periodo estudiado no es muy extenso, no dejan de ser representativos, ya que durante este se buscaran las mejores condiciones de funcionamiento del sistema, en continuidad y eficiencia del servicio, condiciones requeridas para el desarrollo del presente trabajo. Los resultados obtenidos pueden

servir además de referencia para otras zonas del mismo tamaño y características similares a la estudiada.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo se justifica en la necesidad de proporcionar parámetros de diseño adecuados para el dimensionamiento del sistema de agua potable en zonas urbanas, que están en dependencia de características propias de una determinada población y que, tomando en cuenta la dinámica de la ingeniería, la cual debe ajustarse a los requerimientos del tiempo y del medio en particular, hace necesaria la revisión y actualización de los mismos.

El establecimiento y aprovechamiento de estos parámetros para la confección de sistemas y todos los demás tipos de planificación ligados con el abasto de agua, carecen casi de sentido si en la práctica no se sabe que cantidad de agua se entrega a un consumidor en un intervalo de tiempo dado. Esto se hace aún más crítico para los sistemas de abasto que toman agua de fuentes con limitaciones en la entrega, donde una entrega sin medición puede conllevar al mal uso de agua o a insuficiencias en la entrega a algunos usuarios. El estudio y evaluación del consumo de agua potable de una ciudad, constituye un trabajo muy importante dentro de las actividades de gestión, planificación y control de la red de abastecimiento. Para la empresa encargada de la explotación de la red de distribución de agua, es vital para disponer de una estimación de las necesidades de la población a las que hay que dar respuesta en cada momento, a la hora de cuantificar las reservas necesarias para el abastecimiento en situaciones

extremas, como en los periodos de sequía, o de dimensionar sistemas de almacenamiento para hacer frente a emergencias.

1.5. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

En la actualidad todos los sistemas de abastecimiento de agua fueron diseñados con los valores que establece la norma NB 688 que son de 1.3 y 1.8, los cuales son el resultado de un valor teórico, pero en la práctica se podrá evaluar que este factor es menor; siendo así, se estarían sobre dimensionando las estructuras y los sistemas de abastecimiento.

1.6. JUSTIFICACIÓN POR VIABILIDAD

Este estudio es factible de realizar ya que se tiene accesos a la base de datos y se viene haciendo Micro mediciones de los consumos de la población diariamente.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General

Calibrar y/o ajustar los parámetros de diseño para el dimensionamiento de sistemas de agua potable, con aplicación a sistemas de agua potable en áreas urbanas de la ciudad de Tarija con similares características a la zona estudiada, mediante el estudio de un sector típico de consumo que genere estos parámetros que son propios de cada zona y que deben ser usados en planificación de nuevos proyectos que se desarrollen en la misma.

1.7.2. Objetivos específicos

- Micromedición del caudal de entrada de cada uno de los medidores de agua potable en las casas pertenecientes al sistema de agua potable de la zona estudiada.
- Realizar el encuestado para la determinación de cuantos habitantes existen en la zona de estudio.
- Recolección y análisis de información de datos históricos de consumo, proporcionados por COSAALT, para el área de estudio.
- Realizar un análisis entre los datos históricos de consumo y el comportamiento de los consumos durante el tiempo en que se realicen las mediciones comparados con la cantidad de habitantes pertenecientes a los encuestados en mismo sistema de agua potable de la zona de estudio así determinar el caudal medio diario es decir la demanda per cápita.
- Calibración de los coeficientes k_1 (coeficiente de máximo consumo diario, es la relación entre el máximo y el caudal medio diario anual) y k_2 (coeficiente de máximo caudal horario, es la relación entre el mayor caudal observado en una hora del día de mayor consumo y el caudal medio del mismo día).

1.8. METAS

- Proporcionar parámetros básicos de diseño para sistemas de agua potable, en función a características y requerimientos propios de nuestro medio en particular.

- Realizar una comparación entre los coeficientes obtenidos en este estudio y los que son recomendados por Normas Bolivianas vigentes para el diseño de sistemas de agua potable en áreas urbanas.
- Realizar una estimación de las demandas actuales en las áreas escogidas para el estudio.
- Planeación de sugerencias para la optimización del actual sistema.

2. CAPITULO II

PARÁMETROS DE DISEÑO EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE

2.1. GENERALIDADES

La finalidad de un sistema de abastecimiento de agua potable es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y satisfacer sus necesidades, sean sanitarias, sociales, económicas, de confort, etc., durante un periodo razonable de tiempo, proporcionando así su desarrollo. Para lograr tales objetivos, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema este diseñada y funcionalmente adaptada a todo el conjunto, esto implica el conocimiento cabal del funcionamiento del sistema de acuerdo a las variaciones en los consumos de agua que ocurrirán para diferentes momentos durante el periodo de diseño previsto.

Cualquier sistema de abastecimiento de agua potable a una comunidad, por rudimentario que sea, comprende generalmente: 1) obras de captación, 2) obras para purificación, 3) obras de conducción, 4) obras para almacenamiento y 5) obras de distribución. Las obras de captación, o toman liquido de una fuente cuyo volumen es siempre adecuado para las demandas presente y futura, o bien, convierten una fuente intermitentemente insuficiente en un abastecimiento continuamente apropiado. Cuando la calidad de agua no es satisfactoria, se introducen obras para su purificación que la adecua a los fines requeridos. Los sistemas de conducción o aducción transportan el suministro captado hacia las plantas de tratamiento, regulación o almacenamiento, o directamente a la red de distribución.

Dado que el caudal de captación no es siempre constante y que el caudal demandado por la comunidad tampoco lo es, es necesario almacenar el agua en un tanque durante los periodos en los que la demanda es menor que el suministro y utilizarla en los periodos en que la comunidad demanda gran cantidad del líquido. La red de distribución es la encargada de llevar el agua en el volumen deseado y la presión apropiada hacia los consumidores.

Al estar un sistema de abastecimiento de agua constituido por una serie de estructuras con características diferentes que serán afectadas por coeficientes de diseño distintos, en razón de la función que cumplen dentro del sistema, el presente estudio estará circunscrito a los parámetros básicos de diseño para el dimensionamiento de sistemas de agua potable, en lo referido al abastecimiento, distribución y almacenamiento. Lo referido a calidad y tratamiento del agua no es alcance del presente trabajo.

2.2. NORMAS ACTUALES VIGENTES

Los proyectos de aprovisionamiento de agua en las ciudades, poblaciones urbanas y rurales en la República de Bolivia, se desarrollaron primero en base a las Normas de Diseño para Sistemas de Agua potable, que fueron promulgadas, por el entonces Ministerio de Urbanismo y Vivienda, en el año 1976. Dichas Normas fueron en su momento, la respuesta a la problemática generada por falta de normativa y reglamentación de los sistemas de agua potable, empeoro, tomando en cuenta los

nuevos adelantos y necesidades que conlleva el progreso en un medio en particular, es que se hacía necesaria la revisión y actualización de las citadas normas.

Es así que, recogiendo dicha inquietud, la Dirección de Saneamiento Básico elabora la actual Norma Técnica de Diseño para Sistemas de agua Potable “**NORMA BOLIVIANA NB 689**” en Noviembre de 1996 actualizada en su tercera versión en abril de 2007. Esta Norma tiene como objeto fundamental regular y ordenar el diseño y, consecuentemente, la construcción de los sistemas de agua potable, mejorando así las condiciones de vida y salud de los bolivianos.

La actualización efectuada a la anterior Norma, conlleva una optimización en los parámetros y demás elementos de diseño de acuerdo a las practicas avanzadas de la ingeniería, de tal manera que constituye una minimización de costos de construcción, calidad de materiales y, fundamentalmente, una mejora de los servicios con el propósito de elevar las coberturas y llegar a una mayor cantidad de beneficiarios.

Asimismo, tomando en cuenta la importancia de los sistemas de agua potable en el área rural y dada las características de los mismos, es que la Secretaria Nacional de Saneamiento Básico (DINASBA) en fecha 7 de Septiembre en 1993 aprueba el “**MANUAL DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES MENORES A 5000 HABITANTES**”, como texto de referencia para las instituciones y profesionales en el sector.

Otros Reglamentos y normas y Normas vigentes en la actualidad son:
“REGLAMENTO NACIONAL DE INSTALACIONES SANITARIAS DOMICILIARIAS”,

Reglamento nacional emitido por el Ministerio de Desarrollo Humano, a través de su Dirección Nacional de Saneamiento Básico (DINASBA), en Diciembre de 1996.

“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES MENORES A 5000 HABITANTES” por el Ministerio de Vivienda y Servicios Básicos, Diciembre de 1999.

Si bien todas estas normas y reglamentos están vigentes y son utilizados para lograr una eficiente ejecución de proyectos de abastecimiento de agua potable y saneamiento, el presente estudio está enmarcado en un sistema de agua potable para una zona urbana con similares características a la zona estudiada, por lo que los parámetros estudiados se basan fundamentalmente en la **“NORMA BOLIVIANA NB 689”**, antes mencionada.

2.3. SELECCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

Los parámetros que serán el objeto del presente estudio están referidos principalmente a las cantidades de agua para el consumo, estos parámetro básicos de diseño propios de cada zona, tales como dotaciones, factores de variación horaria y diaria, necesidades de almacenamiento, consumos diarios, horarios, etc., son los que deben ser ajustados y comparados con los proporcionados por nuestra Norma, para poder emplearlos de

manera más eficiente en la planificación de nuevos proyectos que se vayan a desarrollar.

La actual Norma Técnica de Diseño para Sistemas de Agua Potable de Bolivia, nos proporciona los valores recomendados para estos parámetros, así como la definición apropiada de cada uno de ellos.

2.3.1. Cantidad de agua para el consumo

El conocimiento cabal de esta información es de gran importancia en el diseño para el logro de estructuras funcionales, dentro de los lapsos económicamente aconsejables. Mediante investigaciones realizadas, se ha llegado a aproximaciones que hacen cada vez más precisas las estimaciones sobre consumos de agua.

Nuestras normas, basadas en algunas investigaciones propias y apoyadas en las de otros países, asignan cifras para las dotaciones de agua, tomando en cuenta el tipo de terreno, la zonificación y, en otros casos, las características de población. Estas cifras nos conducen a la determinación de un gasto o de un consumo medio lo cual ha de constituir la base de todo diseño, requiriéndose, por tanto, un conocimiento cabal de estas estimaciones. Especial cuidado debe tenerse en la adopción de los criterios para esta determinación, ya que se ha hecho práctica común el uso de normas que asignan cifras globales de consumos per cápita (litros/habitante/día) y que, utilizando de manera general, pueden conducir a sobre diseños o, por el contrario, a proyectos insuficientes o prematuramente obsoletos.

Cuando se dispone de planos urbanísticos que presentan áreas zonificadas de acuerdo a uso, es fácil obtener y predecir los consumos con bastante aproximación. Es sabido que dentro de una determinada ciudad se hacen estratificaciones que sugieren las tendencias posibles de crecimiento, las densidades poblacionales, así como las características sociales y económicas de los distintos sectores de la misma; de esta manera se sabe que sectores han alcanzado sus límites poblacionales y cuáles son las tendencias en las distintas zonas.

De esta manera se asignan dotaciones distintas o, en su caso, se trata de encontrar sectores típicos que representan a toda la población para asignar un valor promedio.

Para los proyectos de abastecimiento de agua en zonas donde tal regulación no existe, se hace necesario estimar los consumos per cápita, en cuyo caso debe valorarse todos los factores que tienden a modificar estas cifras.

La demanda de agua se forma de las diversas clases de consumos que existen o pueden ocurrir en una ciudad determinada, estos consumos son:

- a) **Doméstico.-** Incluye el agua que consume el hombre en su casa de habitación. Varía considerablemente de acuerdo a las condiciones de vida de los usuarios, siendo menor en las ciudades pequeñas o distritos pobres de ciudades grandes y creciendo notablemente en proporción al tamaño de la comunidad y a los recursos económicos de los consumidores. Esto resulta más explicable aún si se tiene en cuenta que se considera incluida en este tipo de consumo, la cantidad de agua requerida para riego de jardines, campos verdes y pequeños huertos;

práctica ésta que tiene efectos notables sobre la cantidad de agua consumida, especialmente en regiones determinadas de cada país.¹

- b) **Comercial e Industrial.-** Se clasifica en esta categoría, el agua que se provee a las plantas comerciales e industriales. Puede ser un gasto significativo en casos donde las áreas a desarrollar tengan una vinculación industrial o comercial.
- c) **Público.-** El consumo público, llamado también por algunos autores de uso colectivo, es el que tiene lugar en edificios públicos, cárceles, escuelas, parques, jardines, plazas, riego de calles, lavado de alcantarillados, etc.; requiere con frecuencia de cantidades apreciables de agua por la que generalmente no se paga al municipio o empresa que la provee.
- d) **Consumo por incendio.-** En términos generales, puede decirse que un sistema de abastecimiento de agua representa el más valioso medio para combatir incendios y que, en el diseño de alguno de sus componentes, este factor debe ser considerado de acuerdo a la importancia relativa en el conjunto y de lo que esto puede significar para el conglomerado que sirve.
- e) **Desperdicios y fugas.-** Es casi imposible evitar que en un sistema se produzca desperdicios y fugas; no obstante, con una buena operación, pueden reducirse notablemente. Este tipo de consumo se debe principalmente a pérdidas a través de los medidores, conexiones clandestinas, fugas en las tuberías principales de

¹ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (21).

la red, fugas en los diversos servicios de las casas y, en general, falta de cuidado e irresponsabilidad de los usuarios.²

La demanda o consumo total es la suma de los usos ya descritos más las pérdidas. El análisis de una población determinada, en relación con los diversos tipos de consumos y pérdidas, permite llegar a cifras bastante reales, con las que se procede a hacer los cálculos y diseños de un determinado sistema.²

2.3.2. Factores que afectan la demanda

La demanda de agua de las ciudades, puede tener grandes variaciones y está afectada por una serie de factores entre los que pueden citarse como los más importantes los siguientes:

- a) **Magnitud de la ciudad.-** Algunas investigaciones realizadas en países desarrollados han puesto de manifiesto que los consumos per cápita aumentan con el tamaño de la comunidad, de tal forma, resulta innegable que el crecimiento poblacional provoca, con el desarrollo económico y demográfico, su consumo per cápita, quiere decir, que las ciudades mientras son más grandes, usan mayores cantidades de agua. Esto se debe a que los usos del agua en poblaciones pequeñas, son bastante limitados; generalmente carecen de industrias importantes y cuando las hay, lo más probable es que tengan su propio abastecimiento. El uso público es bastante menor.³

² **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (20).

³ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (20).

b) Presencia de industria.- Influye definitivamente en la demanda. Sin embargo, como no hay una relación muy directa entre población y el consumo industrial, hay que tener mucho cuidado en el análisis de este último, sobre todo en relación con el desarrollo de ciertos sectores. El organismo encargado del abastecimiento de una ciudad, debe intervenir activamente en la planificación urbanística y tratar de que las industrias se hallen concentradas en sectores determinados, lo que tiene otras ventajas adicionales, como la facilidad de disposición de aguas servidas, la eliminación de molestias, disponibilidad de áreas y aún la facilidad en la distribución de los costos de las estructuras tarifarias.³

c) Clima.- Entendiéndose con este término todas las condiciones meteorológicas que lo caracterizan. Generalmente, los consumos de agua de una región varían a lo largo del año de acuerdo a la temperatura ambiental y a la distribución de las lluvias. Este mismo hecho puede establecerse por comparación para varias regiones con diferentes condiciones ambientales, de tal forma que la temperatura ambiente de la zona define, en cierto modo, los consumos correspondientes a higiene personal de la población que influenciarán los consumos per cápita.³

En zonas áridas, o donde los veranos son muy calurosos y secos, una gran cantidad de agua se gasta en riego de áreas verdes y jardines. El uso doméstico se aumenta por baños más frecuentes y el consumo público por un mayor humedecimiento de calles, usos en parques de recreación, piscinas, fuentes ornamentales, etc.. Actualmente en los climas tropicales, una buena cantidad de

agua se gasta en sistemas de acondicionamiento de aire. Los climas cálidos y húmedos favorecen un consumo mayor en el aspecto doméstico, pero no es necesario preocuparse mayormente del riego de áreas verdes y jardines. Las variaciones estacionales no son mayores.⁴

d) Características socioeconómicas de la población.- El consumo de agua depende en buena parte del nivel de educación y de la situación económica de los consumidores y éste diferirá en gran manera en los distintos barrios o zonas de la ciudad.⁴

En los distritos residenciales o en una comunidad suburbana de análogo tipo de población, el consumo de agua por habitante será alto, lo mismo que en casas de pisos, que pueden ser consideradas como representativas de la máxima demanda doméstica prevista. En zonas residenciales de lujo, aun puede preverse un mayor consumo, ya que a la demanda ordinaria doméstica habrá que añadirle la necesaria para el riego de céspedes. Los barrios bajos de las ciudades presentarán un mínimo de consumo por habitante y las cifras más bajas se encontrarán en las barriadas populares donde quizás un solo grifo sirve para una o más viviendas.⁴

f) Otros factores.- Con frecuencia se considera que influyen en los consumos factores como: uso de medidores y costo del agua, disponibilidad de alcantarillado, calidad del agua, eficiencia del servicio, la administración del sistema, utilización de medidas de control, etc., sin embargo, estos son aspectos

⁴ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (20-21).

que, aunque se reconoce que influyen decisivamente en los consumos, no son factores a considerar dentro del diseño, sobre todo porque un buen diseño debe satisfacer condiciones óptimas de servicio y de calidad del agua.⁵

2.3.3. Dotación media diaria

Es media de los consumos registrados durante un año es decir el consumo anual previsto de una ciudad o centro poblado, dividido entre la población abastecida correspondiente y el número de días del año, expresado en litros por habitante día (litros/habitante/día).⁵

Para el caso de ampliación, incorporación o cambio de los componentes de un sistema existente, la dotación media diaria deberá ser fijada en base al análisis y resultados de los datos de producción y consumo del sistema. Dicho análisis debe considerar los efectos de consumo restringido cuando la disponibilidad existente de agua no llegue a cubrir las demandas de la población. En forma previa al uso de los valores de consumo se deberá efectuar la verificación del equilibrio de caudales del sistema a fin de determinar los componentes debidos a pérdidas en cada uno de los componentes del sistema.⁶

Para casos en los que se trata de diseños de sistemas de implementación nueva, la dotación media diaria recomendada para el diseño de sistemas de agua potable se indica a manera de referencia en la Tabla 2.1.; adicionalmente, se tomarán en cuenta para el ajuste de las dotaciones, los estudios socioeconómicos realizados y el costo marginal

⁵ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (20-21).

⁶ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (21-22).

de los servicios. En ningún caso estos ajustes podrán disminuir en más de un 20% los valores indicados en la Tabla 2.1. En base a estudios socio económicos, deberá compatibilizarse un incremento en la dotación, el mismo que se justifica por el mayor hábito en el uso de agua por la disponibilidad de la misma.⁶

La dotación futura se puede estimar con un incremento anual entre el 0.5% y el 2%, aplicando la fórmula de crecimiento geométrico:⁶

$$D_f = D_i \left(1 + \frac{d}{100}\right)^n$$

Donde:

D_f : dotación futura.

D_i : dotación inicial

D : variación de la dotación.

N : número de años de estudio.

Tabla 2.1. Dotación media referencial

ZONA	Dotación media (l/hab/día)					
	Población (hab)					
	Hasta 500	De 500 a 2000	De 2000 a 5000	De 5000 a 20000	De 20000 a 100000	Más de 100000
Altiplano	30 - 50	30 - 70	50 - 80	80 - 100	100 - 150	150 - 250
de los valles	50 - 70	70 - 90	70 - 100	100 - 140	150 - 200	200 - 300
de los llanos	70 - 90	70 - 110	90 - 120	120 - 180	200 - 250	250 - 350
Notas:	(1)			(2)		
(1) justificar atreves de un estudio social.						
(2) La dotación se nos deberá justificar mediante un estudio socio-económico						

Fuente: Norma Boliviana NB 689

2.3.4. Consumo medio diario

Es el consumo durante 24 horas, obtenido como promedio de los consumos diarios en el período de un año, expresado en lts/seg. El consumo medio diario (Q_m) será determinado en base a una población considerada y a la dotación media adoptada: ⁷

$$Q_m = \frac{\text{Dotación}(\text{lt}/\text{hab}/\text{dia}) * \text{Población}(\text{hab})}{86400}$$

Dónde:

Q_m : Caudal Medio Diario

2.3.5. Consumo máximo diario

Es el consumo máximo durante 24 horas, observado en el período de un año, sin tener en cuenta los gastos que se hayan presentado por razones de incendio, pérdidas, etc.

El consumo máximo diario ($Q_{\max d}$), se determinará multiplicando el consumo medio diario (Q_m) por un coeficiente k_1 que varía entre 1.2 a 1.5, según las características de la población.⁸

$$Q_{\max d} = k_1 * Q_m$$

$$\text{Coeficiente de variación Diaria}(K_1) = \frac{\text{Caudal máximo diario observado en un año}}{\text{Caudal medio diario observado en un año}}$$

⁷ NB689 Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (22).

⁸ NB689 Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (23).

2.3.6. Consumo máximo horario

Es el consumo máximo obtenido durante una hora, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los gastos o consumos que se hayan presentado por razones de incendio, perdidas, etc.

El consumo máximo horario se determinará multiplicando el consumo máximo diario por un coeficiente k_2 (de variación horaria) que varía entre 1.5 y 2.2 según el número de habitantes, siendo: ⁸

Los valores de K_2 se hallan indicados a continuación:

Tabla 2.2. Valores del coeficiente k_2

Tamaño de la población	Coeficiente k_2
Hasta 2000 hab.	2.20 – 2.00
De 2000 hab. a 10000 hab.	2.00 – 1.80
De 10000 hab. a 100000 hab.	1.80 – 1.50
De 100000 hab. Adelante	1.50

Fuente Norma Boliviana NB 689

2.3.7. Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento son depósitos destinados a cumplir uno o más de los siguientes propósitos fundamentales: compensar las variaciones de los consumos que se producen en el día, mantener presiones adecuadas en la red de distribución y/o mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia.⁹

⁹ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (23-24).

2.3.8. Capacidad del sistema de almacenamiento

La capacidad del tanque, o del conjunto de tanques para el caso de grandes sistemas, será igual al volumen que resulte mayor de las siguientes consideraciones:

- Volumen de regulación
- Volumen de lucha contra incendios
- Volumen de reserva

El ingeniero proyectista deberá justificar las consideraciones realizadas para el cálculo del volumen total.⁹

a) Volumen de regulación

El sistema de almacenamiento previsto como regulación está destinado a proveer un suministro de agua en las horas de demanda máxima y presiones adecuadas en la red de distribución.⁹

El volumen previsto deberá ser el suficiente para regular y compensar las variaciones entre el gasto con el que las fuentes alimentan el servicio y el gasto de consumo en cada instante. El volumen necesario de regulación deberá ser determinado por métodos analíticos o gráficos en base a las curvas de demanda propias de cada población o zona abastecida y a las curvas de suministro de agua.

En todo caso, el volumen de regulación se debe considerar entre el 15% y el 30% del consumo máximo diario si el sistema es por gravedad; para sistemas por bombeo se consideraran los límites del 15% al 25% de acuerdo al número y duración de los períodos de bombeo así como los horarios en los que se hallan previstos dichos bombeos.¹⁰

b) Volumen para lucha contra incendios

Este volumen está destinado a garantizar un abastecimiento de emergencia para combatir incendios.

El volumen de reserva en el sistema de almacenamiento de agua, para casos de lucha contra incendios, será determinado en función a los caudales de demanda adoptados. El caudal de la demanda de incendio se determinará aplicando:¹⁰

$$Q_i = 3.86\sqrt{p}(1 - 0.01\sqrt{p})$$

Donde:

Q_i : caudal requerido en m³/min (incendio).

P : población, en miles de habitantes.

¹⁰ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (23-24).

Para la determinación del volumen de reserva se considerará una duración del incendio igual a 2 horas.

c) Volumen de reserva

Esta consideración prevé el abastecimiento de agua durante los períodos de reparaciones de los sistemas de toma, conducción, tratamiento y/o casos de falla de un sistema de bombeo. Como aguas arriba del tanque hay una serie de obras más o menos expuestas a interrupción, es evidente que durante ese lapso debe disponerse de una reserva de agua en los tanques de almacenamiento; para ello se recomienda considerar un volumen equivalente a 4 horas de consumo correspondiente al consumo máximo diario.¹¹

2.4. COMENTARIOS A LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

Sí bien hemos desarrollado los conceptos básicos de cada uno de los parámetros que nos proporciona la Norma y que son objeto del presente trabajo, es necesario hacer algunas aclaraciones y ampliar, además, algunos conceptos importantes que nos permitan analizar cada componente y su integración a un conjunto que denominamos sistema de abastecimiento de agua potable.

Es un hecho necesario que la dotación de agua debe basarse en datos válidos y seguros; el valor de las Normas no puede superar el de los datos en que éstas se fundan, la adopción de normas debe ir precedida de una investigación cuidadosa de los datos

¹¹ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (23-24).

básicos. Las Normas no deben basarse nunca en supuestos o en cifras cuya única autoridad sea el hecho de haber sido aplicadas por largo tiempo, estudiadas y obtenidas de otros medios o bajo condiciones diferentes a las propias.

2.4.1. El consumo y sus variaciones periódicas

El consumo es la cantidad de agua gastada durante un tiempo determinado en una localidad, en un sector de ella o en una de sus casas. Implica por consiguiente tres elementos: uno referente al sujeto que gasta el agua; otro que indica el volumen involucrado y el tercero que expresa el tiempo durante el cual se produce el gasto. Normalmente se consideran como sujetos del consumo a: ¹²

- Toda una ciudad.
- Un sector de ella.
- Un conjunto de casas y se llama entonces consumo domiciliario.
- Una casa determinada.

El conocimiento de los valores correspondientes a cada uno es de gran utilidad para la planificación, financiación, operación y administración de los servicios de agua. El consumo de agua es una magnitud esencialmente variable y sus variaciones se refieren no solamente al sujeto sino al tiempo, esta variabilidad ha obligado a considerar tres aspectos en materia de consumo:

- La clasificación en tres tipos: total, medio e instantáneo.

¹² NB Reglamento Nacional de instalaciones Sanitarias domiciliarias. (2007). págs. (130-135).

- El establecimiento de un sistema de números índices que exprese la variación de los valores en función de uno determinado.
 - El empleo del parámetro denominado *consumo por habitante* o per cápita que correlaciona el consumo con las cifras de población y con sus características.
1. **Consumo total.-** Es la cantidad de agua consumida durante tiempo determinado. Se expresa en m³ y se acostumbra a considerar como períodos, el año, el mes, la semana, el día y la hora.¹³
 2. **Consumo medio.-** Es el consumo total expresado en unidades de volumen por unidad de tiempo. Se designa de acuerdo con el lapso que abarca el consumo total y con la unidad de tiempo que se seleccione. Por esta razón se habla de *consumo medio diario anual* cuando el período es de un año y la unidad el día; de *consumo medio diario semanal* cuando el volumen total corresponde a una semana y la unidad es también el día, etc.¹³
 3. **Consumo horario.-** Es natural que siendo el consumo de agua una magnitud esencialmente variable, sea necesario considerar cantidades de agua consumidas en tiempos muy cortos, las cuales constituyen en rigor el *consumo instantáneo*. En la práctica, para los efectos de la operación de los sistemas de agua, es suficiente emplear la hora como periodo de tiempo más pequeño, originándose así el *consumo horario*. Sin embargo, la cantidad de agua gastada en una hora, expresada en unidades de volumen por unidad de tiempo (m³ por

¹³ NB Reglamento Nacional de instalaciones Sanitarias domiciliarias. (2007). págs. (130-135).

segundo, litros por segundo, m³ por día, etc.), que correspondería realmente al *consumo medio horario*, se llama comúnmente *consumo horario*.¹⁴

Para expresar las variaciones del consumo se emplea un sistema de números índices que toma como base 100, generalmente el consumo medio diario anual, especialmente cuando se estudian las tendencias de una localidad, Cuando se consideran las oscilaciones dentro de un día específico o se estudia un sector aislado, con observaciones de corto tiempo, la base 100 será entonces la *hora media*. Los principales índices que se toman normalmente son: el día máximo, la hora máxima, la hora mínima y, desde luego, el consumo medio anual, medio mensual etc. Estos índices del consumo son fundamentalmente para el diseño de sistemas de acueducto y, como varían de una localidad a otra, se ve la importancia que sus estudios y tendencias puedan tener para los abastecimientos de agua.¹⁴

Ahora bien, una vez establecida la demanda en términos de dotación media anual por habitante, llamada también esta dotación consumo promedio diario, hay que escalar que no es este el único valor para el diseño de abastecimiento de agua, ya que no es constante ni a través de un solo día, peor aún, a través de una semana, un mes o el año entero y que este se verá afectado por diversos factores de diseño para los diferentes componentes del sistema, dependiendo de las características particulares de cada estructura. La determinación del Q_m en base de una dotación per cápita y una población

¹⁴ **NB** Reglamento Nacional de instalaciones Sanitarias domiciliarias. (2007). págs. (130-135).

futura proyectada en el periodo de diseño económico que se establezca, aunque es práctica y sencilla, presenta cierto grado de inexactitud, no siempre aconsejable.¹⁵

Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias. Estas variaciones pueden expresarse, como hemos visto anteriormente, en función (%) del Consumo Medio (Q_m). Es bien sabido que en épocas de lluvia las comunidades demandan menores cantidades de agua del acueducto que en épocas de sequía, asimismo, durante una semana cualquiera, observamos que en forma cíclica ocurren días de máximo consumo (generalmente sábados) y días de mínimo consumo (generalmente domingo). Más aún, si tomamos un día cualquiera, también resulta cierto que los consumos de agua presentaran variaciones hora por hora, mostrándose horas de máximo y horas de mínimo consumo.¹⁵

El problema consistirá, entonces, en poder satisfacer las necesidades reales de cada zona a desarrollar, diseñando cada estructura de forma tal que estas cifras de consumo y estas variaciones de los mismos, no desarticulen a todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo.¹⁵

Este consumo medio diario (Q_m) puede ser obtenido como la sumatoria de las dotaciones asignadas a cada parcela, en atención a su zonificación de acuerdo al plano regulador de la ciudad, como resultado de una estimación de consumo per cápita para

¹⁵ **NB** Reglamento Nacional de instalaciones Sanitarias domiciliarias. (2007). págs. (130-135).

la población futura del periodo de diseño, o como el promedio de los consumos diarios registrados en una localidad durante un año de mediciones consecutivas.¹⁶

2.4.2. Consumo medio diario promedio anual

Ello nos permite definir el *Consumo medio diario* como el promedio de los consumos diarios durante un año de registros, expresándolo en litros/segundo. Asimismo, definimos *Consumo máximo diario*, como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante un año y, se define también el *Consumo máximo horario*, como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. Estas definiciones son útiles y necesarias porque nos permitirán, una vez relacionadas con el elemento básico conocido Q_m , hacer previsiones y diseñar en forma capaz aquellos elementos o componentes del sistema de abastecimiento de agua que puedan verse afectados por esas variaciones.¹⁶

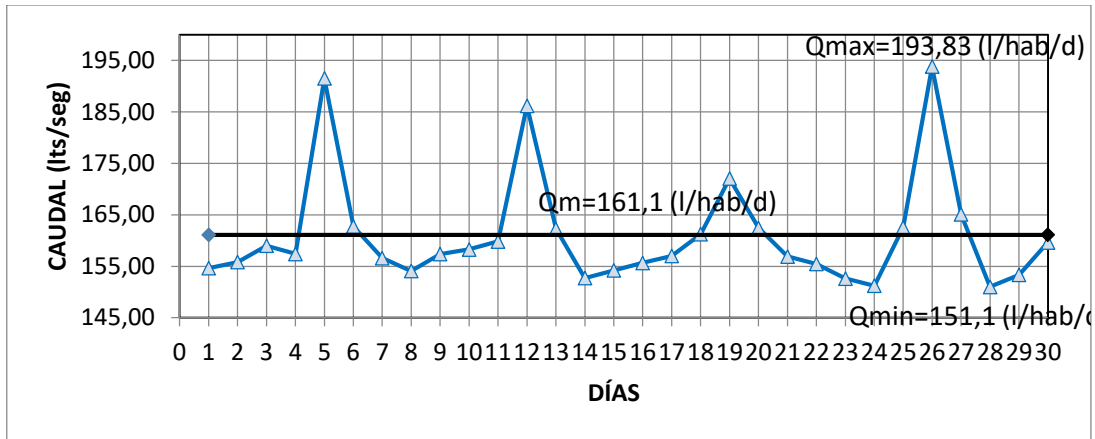
2.4.3. Variaciones diarias

Si estudiamos el comportamiento de los consumos de agua en una comunidad cualquiera (Figura 2.1), veremos que presenta variaciones día a día dentro de un periodo de registros, al extender estas variaciones a todo un año, podemos determinar el día más crítico (máxima demanda) que debe ser satisfecho, ya que de lo contrario, origina situaciones deficitarias para el sistema; este corresponde a la definición dada para el Consumo Máximo Diario. Este valor, relacionado con el consumo medio, ha permitido establecer constantes de diseño (coeficientes de variación diaria k_1), para

¹⁶ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (18-24).

aquellas instalaciones o partes del acueducto que se verán afectadas por el consumo máximo diario.¹⁷

Figura 2.1 Variaciones diarias de consumo – Ciudad de Tarija



Fuente: Elaboración Propia

Puede establecerse entonces la relación:

$$Q_{\max d.} = k_1 * Q_m$$

Dónde:

k_1 : Coeficiente de variación diaria.

Q_m : Consumo medio expresado en lts/seg.

$Q_{\max d.}$: Consumo máximo diario.

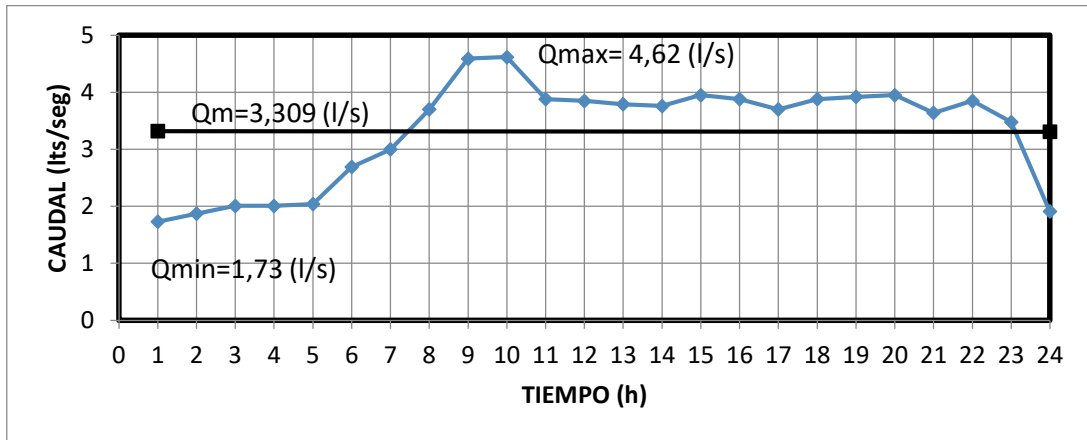
2.4.4. Variaciones horarias

Durante un día cualquiera, los consumos de agua de una comunidad presentaran variaciones hora a hora dependiendo de los hábitos y actividades de la población. Si

¹⁷ NB689 Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (18-24).

observamos una curva típica de variaciones horarias de consumo (figura 2.2), veremos que muestra, generalmente, valores mínimos en las horas de la madrugada y máximos al medio día.¹⁸

Figura 2.2 Curva de variaciones horarias del día de máximo consumo.



Fuente: Elaboración propia

El valor máximo, tomando hora a hora, representara la hora de máximo consumo de ese día; si por definición, tomamos la curva correspondiente al día de máximo consumo, esta hora representará el Consumo Máximo Horario, el cual puede ser relacionado respecto al consumo medio (Q_m) mediante la expresión:

$$Q_{\max.d.} = k_2 * Q_m \quad \text{ó} \quad Q_{\max.d.} = k_2 * Q_{\max.d.}$$

¹⁸ NB689 Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (18-24).

Donde:

k_2 : Coeficiente de variación horaria.

Q_m : Consumo medio expresado en lts/seg.

$Q_{\max h.}$: Consumo máximo horario.

Nótese la diferencia entre las dos ecuaciones, una relaciona el consumo o caudal máximo horario con el consumo medio (Q_m) y la otra lo relaciona directamente con el valor del consumo máximo diario ($Q_{\max d.}$). Nuestra Norma adopta la segunda relación, por lo que los valores del coeficiente k_2 varían en relación con los proporcionados por otras normas y autores que, generalmente, adoptan la primera relación. Esto lo analizaremos más adelante con los resultados obtenidos.¹⁹

En resumen, las variaciones diarias son el reflejo de la vida de una ciudad. En las horas de la madrugada el consumo es mínimo y en poblaciones pequeñas puede ser un buen índice del agua que se está desperdiciando o fugando. Conforme la población entra en actividad el consumo aumenta y generalmente a producirse un máximo cercano al mediodía, disminuye ligeramente y vuelve a aumentar hasta tener otra cima en la curva de consumos, por la tarde.¹⁹

El máximo consumo por hora depende en gran tamaño de la ciudad y de las características de esta; en ciudades grandes las costumbres son muy heterogéneas, por

¹⁹ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (18-24).

lo que los periodos de máximo consumo son más largos y el pico del hidrograma será menos acentuado. Esto es contrario a lo que sucede en poblaciones pequeñas, las mismas que presentan consumos horarios más grandes así como picos más acentuados, debido a que las costumbres son más homogéneas.²⁰

En general, se ha establecido que los picos del consumo horario dependen principalmente del tamaño de la población, ya que en ciudades grandes las costumbres son muy heterogéneas al contrario, de lo que sucede en las pequeñas poblaciones que tienen hábitos más homogéneos.²⁰

2.4.5. Almacenamientos

En todo el sistema de agua potable debe disponerse de un almacenamiento para efectuar la regulación entre la producción de agua y la extracción para el consumo, esencialmente variable. Este almacenamiento se proyectara considerando que, simultáneamente a la regulación para hacer frente a la demanda, debe lograrse el diseño más económico del sistema de distribución y mantener una reserva prudencial para los casos de interrupción en las fuentes de abastecimiento.²⁰

En términos generales podemos establecer que prácticamente la totalidad de los sistemas de abastecimiento de agua, sea cual fuere la fuente de agua utilizada, está sujeta a almacenamiento por cierto periodo del tiempo antes de ser consumida. Esto es debido, principalmente, a que el almacenamiento permite una operación más económica de los sistemas de suministro de agua potable y asegura un abastecimiento

²⁰ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (18-24).

adecuado y permanente. Por tanto, resulta mejor un sistema con almacenamiento que sin el debido, fundamentalmente, al aspecto económico, ya que se demandaran menores caudales para el diseño de las partes que lo comprenden.²¹

El estanque, como parte primordial de ese complejo que constituyen los sistemas de abastecimiento de agua, debe permitir que las demandas máximas que se producen en los consumos sean satisfechas a cabalidad, al igual que cualquier variación en los consumos registrados para las 24 horas del día. Por tanto, la capacidad requerida para compensar esas variaciones en los consumos estará basada en la curva representativa de las demandas durante 24 horas del día y en la condición de conducción de agua al estanque, de forma tal que se produzca un equilibrio entre los caudales de llegada y salida que garanticen un servicio continuo y eficiente²¹

2.4.6. Influencia de las variaciones de consumo sobre el sistema

Todas las variaciones que experimenta el consumo hace que cada una de las partes que forman el sistema de abastecimiento de agua de una comunidad este afectada por factores de diseño diferentes para garantizar de esta manera su eficiencia y funcionalidad.²¹

- **La fuente de abastecimiento.-** Constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si, previamente, no hemos definido y garantizado fuentes capaces de establecer a la población futura de diseño. En la selección de las fuentes juegan un papel importante los

²¹ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (18-24).

datos o registros hidrológicos disponibles y las determinaciones estadísticas; pero es evidente que para poder garantizar un servicio continuo y eficiente, es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua requerida para el día más crítico (Día de Máximo Consumo). Esto significa que al diseñar este primer componente del sistema hemos de considerar el factor k_1 para afectar en Consumo Medio, en el caso de contar con almacenamiento, y se considerara el factor k_2 si la fuente alimenta directamente la red de distribución.²²

- **La obra de captación.-** Sera dependiente del tipo de fuente y de las características particulares, su diseño será ajustado a las características de la fuente y, por tanto, también ha de ser afectado por un factor similar al considerado para la fuente (k_1).²²
- **La línea de aducción.-** Debe satisfacer condición de servicio para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. Cuando el sistema incluye tanque de regulación o almacenamiento, la capacidad de la línea de aducción en el punto de entrega debe ser por lo menos igual al consumo diario, si no cuenta con tanque de regulación la capacidad debe ser igual al consumo máximo horario.²²
- **El estanque de almacenamiento.-** Generalmente, es un elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución, de su funcionamiento depende en gran parte el que pueda proyectarse y ofrecerse un servicio continuo a la comunidad.

²² **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (24-43).

Existiendo variaciones de consumo para las diferentes horas de un día cualquiera, la tubería que suministra agua a las edificaciones (red) debe ser capaz de conducir el máximo gasto que una determinada zona demande en cualquier instante. Ello se transmitirá a toda la red y llegarían a un estanque, actuando este como amortiguador (compensador) de esas variaciones horarias, liberando el resto del sistema de tal contingencia.²³

Estas condiciones particulares del estanque le hacen actuar con funciones de almacenaje y de compensador de variaciones de los consumos, por lo cual para encontrar este factor de diseño, será preciso hacer el análisis de la situación y en forma gráfica (curva de consumos acumulados) encontrar los coeficientes apropiados a su diseño.²³

- **La red de distribución.-** El análisis de la red de distribución debe contemplar las condiciones más desfavorables, lo cual hace pensar en la aplicación de factor K_2 , dependiente de las horas de máximo consumo, que garantice la eficiencia del servicio. Sera calculada entonces para un consumo máximo horario en toda su extensión.²³

²³ **NB689** Instalaciones de Agua-Diseño de Sistemas de Agua Potable (2007). págs. (23-24).

3. CAPÍTULO III

ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO EN LA CIUDAD DE TARIJA

3.1. FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO

Los principales factores que afectan el consumo de agua son: características del lugar, localización, clima, fuentes de abastecimiento, características del sistema de distribución, condiciones socioeconómicas de la población.

3.2. CARACTERIZACIÓN DE LA CIUDAD DE TARIJA

Localización.- La ciudad de Tarija, ubicada en un valle del río Guadalquivir en el sur de Bolivia, es la capital del departamento del mismo nombre. Se halla situada a los 21°32' de latitud sur y a los 64°46' de longitud oeste.

Tarija fue fundada por Don Luis de Fuentes y Vargas el 4 de julio de 1574, con el nombre de Villa de San Bernardo de la frontera. La ciudad, después del desarrollo urbano de los últimos tiempos, se encuentra dividida en dos partes por el cauce del Río Guadalquivir.

Población.- La población del municipio de Tarija (capital del departamento y de la provincia Cercado) llegó a alrededor de 247 mil habitantes proyectados para 2018, y para 2020 habrá cerca de 268.000 personas en esta región.

Clima.- El Clima de Tarija es semiárido, con precipitaciones estacionales durante el verano. En la estación seca del año, que presenta entre los meses de abril a noviembre, es decir por 8 meses del año, cae solamente el 24% de la precipitación media anual de

600mm., y en un periodo extremadamente seco, entre mayo y septiembre, en el cae aproximadamente en 2% de dicha precipitación.

La temperatura media anual es de 17,8 °C, con valores extremos mínimos y máximos, respectivamente, de -9°C (en julio) a 38°C (en octubre). El valor medio mensual de la humedad relativa es del 58%, con valores de 50% en la época seca y de 70% en la época húmeda. Los vientos predominantes son aquellos que llegan del SE.

Aspectos económicos.- En los primeros años de vida republicana, hasta la guerra del Chaco, el departamento y la ciudad de Tarija tuvieron un desarrollo lento, basado esencialmente sobre sobre los servicios públicos, el comercio y la agricultura. Actualmente, debido a la fuerte inmigración a la ciudad de grupos de relocalizados mineros y de campesinos de Chuquisaca y Potosí, se observa un fuerte desarrollo de la economía informal que comprende también aquella de pequeñas edificaciones.

La industrialización de la ciudad de Tarija está en una fase primaria de evolución, dedicada esencialmente a la industria de la construcción, a la producción de alimentos, cueros curtidos, bebidas, muebles y una cierta producción metalmeccánica.

3.3. EL SISTEMA DE AGUAPOTABLE DE LA CIUDAD DE TARIJA

Antecedentes

La cooperativa de servicios de agua y alcantarillado de Tarija Ltda. (COSAALT LTDA.) Es la responsable de la prestación de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario a la ciudad de Tarija, perteneciente al departamento de Tarija, provincia Cercado, con una altitud promedio sobre el nivel del mar de 1860m.; siendo

la ciudad más grande del departamento. Hasta el año 1986, la presentación de servicios de agua potable en esta ciudad estuvo a cargo de la administración regional para obras sanitarias de Tarija (AROS – TARIJA), dependiendo del Ministerio de Urbanismo y Vivienda.

COSAALD Ltda, fue fundada el 22 de septiembre de 1986 y obtuvo su personería jurídica el 27 de noviembre de 1986, mediante resolución de consejo nacional de cooperativas, ejerciendo su influencia en toda la jurisdicción correspondiente al municipio de Tarija, pudiendo ampliar sus servicios a otros ámbitos territoriales y jurisdiccionales del departamento, siendo su duración indefinida. En febrero del 2001 se suscribe el contrato de concesión por 40 años, entre la superintendencia de saneamiento básico y COSAALT.

Fuentes

La principal fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Tarija es, actualmente, el río de La Victoria. Las obras de captación se encuentran aproximadamente a 12km. al oeste de la ciudad, a una elevación promedio de 2200 m.s.n.m.; el sitio es accesible a través de un camino que bordea el curso del río.

Estas obras están referidas a: Presa de Derivación, Galería de filtrante, Captaciones menores.

Presa de derivación.- La presa derivadora se ubica en el sitio denominado Rincón de la Victoria. Dicha obra, construida en 1989, está construida por un vertedero frontal tipo Creager que se dispone prácticamente perpendicular al lecho del río, con una altura

aproximada de 2,0 m y una longitud de 20 m. La mencionada estructura de hormigón ciclópeo se halla provista de una toma lateral directa en la margen izquierda, que capta las aguas a través de una cámara. Este dispositivo es la obra de captación propiamente dicha. Tienen en la entrada una rejilla metálica para evitar, en la época de crecidas, el acceso de material grueso de arrastre o de sólidos flotantes.

La cámara de entrada cuenta con una compuerta vertical maniobrable desde la parte superior, cuya acción es la de facilitar la limpieza y permitir regular los caudales de entrada, cuando es necesario.

Actualmente, la obra de captación se encuentra, en general, en buenas condiciones. La presa de derivación cumple su función solamente en época seca, captando prácticamente la totalidad del cauce de estiaje. En la época húmeda, el material de arrastre del río pasa por la cresta del vertedero y obstruye la entrada del agua para la toma lateral. Esta toma no se opera durante todo el periodo de lluvia.

Galería filtrante.- Aproximadamente a 1600m., aguas debajo de la presa de derivación, se encuentra una galería filtrante, esta obra construida con mampostería de piedra provista de barbacanas laterales. Tiene una longitud de 30m., y un ancho de 0,6 m y un altura de 0,8 m La galería se halla situada a una profundidad promedio de 6,70 m.

El funcionamiento de la galería se limita solamente a la época húmeda, debido a que en la de estiaje la totalidad del caudal es captado aguas arriba mediante la presa de derivación.

Aducción.- Desde la toma superior (presa derivadora) ubicada en el Rincón de la Victoria, hasta tabladita (tanque sedimentador), el agua fluye por gravedad a superficie libre, a través de un canal cubierto en toda su longitud. Esta obra se encuentra en buen estado de funcionamiento. La distancia total entre los dos puntos de referencia suman aproximadamente 13500m. El canal, de sección rectangular, tiene un ancho de solera de 0,50 m. y una altura de 0,75 m aproximadamente, la estructura del canal está construida de mampostería de piedra con cemento y en toda su longitud tiene una tapa superior de piedra con emboquillado de cemento.

Tanque sedimentador.- El caudal proveniente del Rincón de la Victoria se conduce a través de un canal aductor al tanque sedimentador de Tabladita. Es un depósito rectangular de 13,94 m de largo y de 4,98 m de ancho, construido en mampostería de piedra y revoque de mortero, con paredes de 0,8 m de espesor.

La conexión del sedimentador a la planta, se efectúa con una tubería FFD de 400 mm., en una longitud de 1120m, aproximadamente, con un desnivel de 97m.

Planta de tratamiento Tabladita.- El tratamiento del agua para el abastecimiento de la ciudad de Tarija, se realiza a través de la planta potabilizadora ubicada en la zona de Tabladita. Esta planta ha sido construida durante los años 1989 – 1990 y tiene una capacidad de 160 l/s. es de tipo convencional y a la fecha se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento, siendo el único inconveniente su capacidad limitada a las necesidades máximas.

En la planta existen dos tanques de regulación, desde los cuales el agua es transportada a los depósitos de La Loma de San Juan con una tubería de FFD de diámetro 400 mm y a la zona de Tabladita con un diámetro de 250 mm y una longitud de 1840 m.

Bombeo del río Guadalquivir (Tipas).-_Esta estación se ubica en el angosto de Aranjuez, sitio desde el cual se bombea las aguas del río Guadalquivir hasta la planta de Tratamiento de Tabladita. El proyecto está orientado única y exclusivamente para el bombeo en la época de estiaje (Agosto – Noviembre).

Bombeo desde el río San Jacinto.-_El bombeo desde el embalse de San Jacinto, constituye para COSAALT, una solución de emergencia. El caudal destinado para agua potable es de 145 l/s.

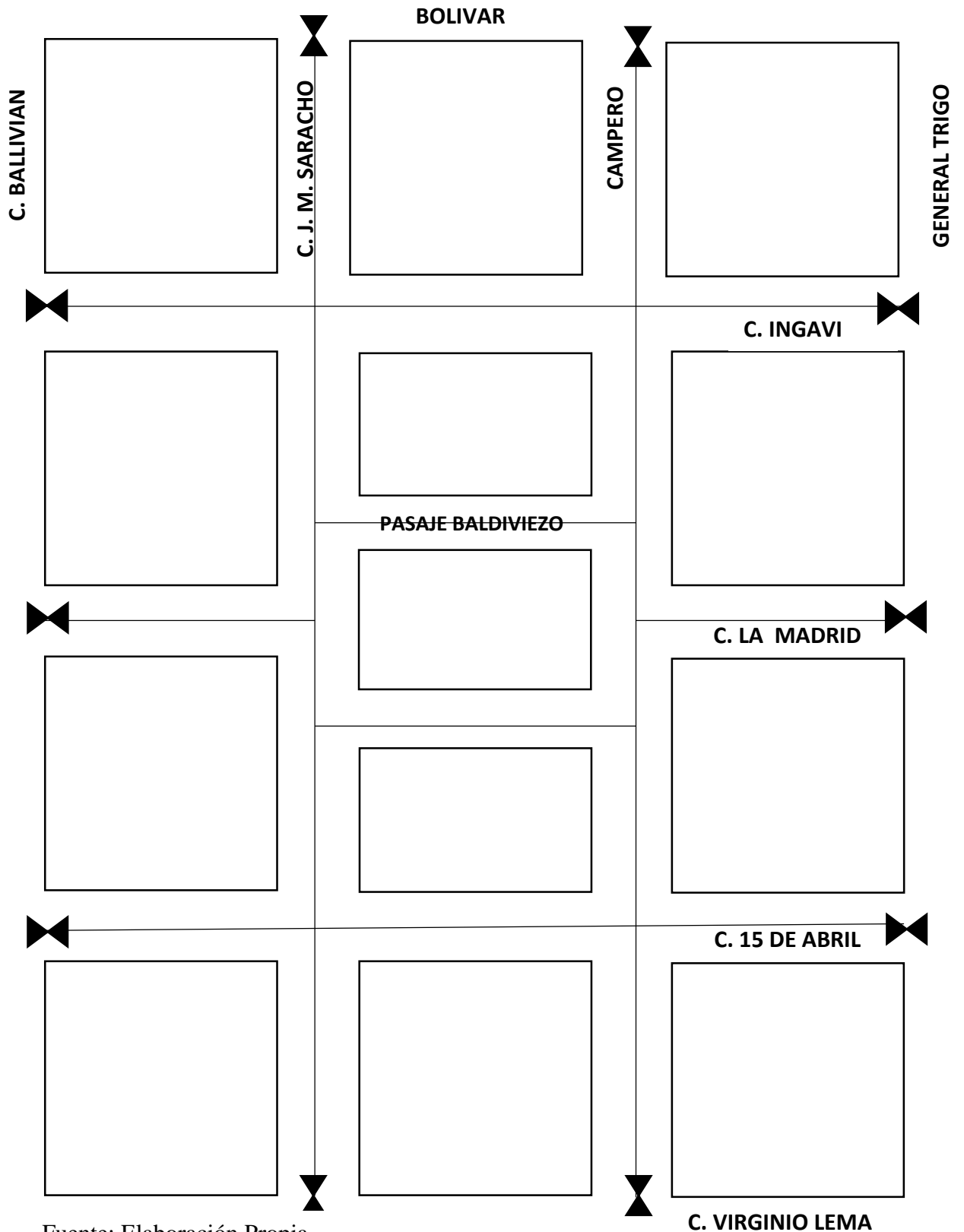
Planta de tratamiento San Jacinto.-_La Capacidad de la planta es de 160 l/s y las unidades son similares a las de Tabladita, la longitud de la tubería de aducción hasta la interconexión con la red de distribución de aguas (Zona Terminal), es de 1491 m con un diámetro de 250 m.

3.4. DELIMITACIÓN DE NUESTRA ZONA DE ESTUDIO

Nuestra área piloto fue delimitada a la zona central en función a las características de la misma al tener dentro de ella distintos tipos de uso de agua, encontrándose dentro de ella tipos de uso doméstico, comercial, institucional y consumo público. Además de ser un sistema que puede ser aislado e independizado con el cierre de válvulas en el límite de cada calle de nuestra zona estudiada, teniendo así un solo ingreso de agua pudiendo efectuarse la Macromedición y Micromedición. Es así que nuestra zona

piloto fue limitada entre las calles Bolívar al norte, Virginio Lema al sur, General Trigo al este y Ballivian al oeste, como se puede observar en la Figura 3.1

Figura 3.1 Área Piloto para la Macro-Micromedición; Tarija-Zona Central



Fuente: Elaboración Propia

DEMANDA DE DOTACIONES.- Considerando los factores que determinan la variación de consumo de agua en las diferentes localidades; se asignan las dotaciones en base al número de habitantes y a las diferentes regiones del país.

3.5. METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACION DE LOS PARÁMETROS

3.5.1 COEFICIENTE DE MAXIMO CAUDAL DIARIO (K_1)

Es la relación entre el máximo caudal diario verificado en un año y el caudal medio diario anual referidas a contribuciones netas y no parciales vale decir que nuestro estudio se limitara solo a tipo de uso doméstico al ser una contribución neta además también estará limitado a un mes de estudio nuestros parámetros se estimaran de la siguiente manera.

a) Consumo Medio Diario (Q_m)

Se define como el resultado de la estimación del consumo per cápita o la dotación media diaria es decir es el resultado del promedio de la dotación per cápita efectuada en un año de estudio para nuestro caso se limita a un solo mes de estudio.

b) Consumo Máximo Diario (Q_{md})

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante 365 días del año. Para nuestro caso se limitara nuestro estudio a 30 días de Micromedición, registro de datos, y encuestado de viviendas donde se podrá estimar el número de habitantes, tipo de consumo para así con estos datos poder determinar el consumo promedio diario (Q_m) y el consumo máximo diario (Q_{md}) en nuestra zona

piloto delimitada, una vez efectuada se procederá al cálculo del coeficiente de máximo consumo diario (k_1).

c) **Micromedición**

Se realizó el levantamiento de información para la estimación de los parámetros mediante la Micromedición, es decir que se realizó la lecturaciones de los volúmenes de consumo de todos los medidores de agua pertenecientes a todas las viviendas de nuestra zona piloto estudiada.

Para la dotación media diaria se midió los volúmenes de consumo diariamente todos los días durante un mes en todas las viviendas pertenecientes a nuestra zona piloto.

Para la dotación horaria se identificó primero el día de mayor consumo, una vez identificado se dividió nuestra zona en tres brigadas con el fin de abarcar todos los medidores de nuestra zona piloto y se procedió a medir los volúmenes de consumo cada hora durante 24horas empezando a las 0:00 horas del día de mayor consumo y concluyendo a las 0:00 horas del día siguiente.

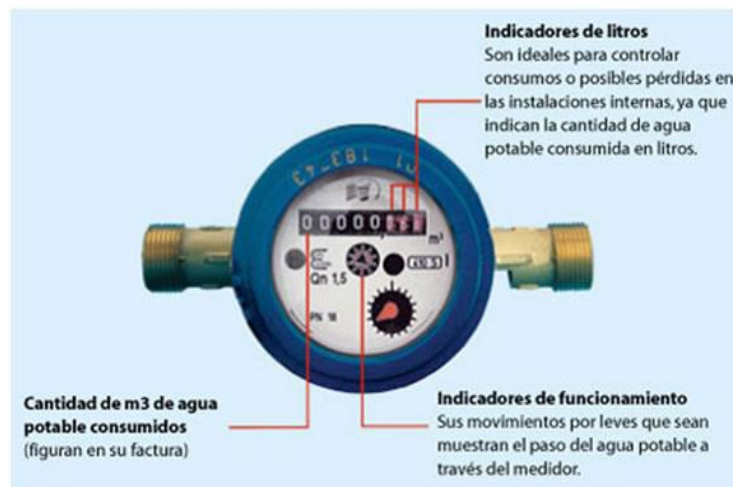
Se podrá observar de manera gráfica como se realizó la Micromedición en las siguientes imágenes.

Imagen 3.1 Micromedición de volúmenes de agua



Fuente: Elaboración propia.

Imagen 3.2 Caracterización de medidores de agua potable



Fuente: Elaboración propia

d) Encuestado

Se elaboró el formato definitivo de la encuesta con dos preguntas necesarias para la estimación del de la dotación percapita, donde se podrá identificar nombre del propietario, ubicación, número de la vivienda y numero del medidor de agua potable perteneciente a la vivienda encuestada como información inicial, es así q el formato definitivo de la encuesta se puede observar en la siguiente figura 3.2.

Figura 3.2 Formato de Encuesta Definitivo Tarija-Zona Centra-El Molino

NOMBRE	DIRECCIÓN	MEDIDOR	TIPO DE INMUEBLE		NUMERO DE HABITANTES
TRIGO ALBERTO	LA MADRID N° N-0416	MAD-005908	DOMESTICO	<input checked="" type="radio"/>	16
			COMERCIAL	<input type="radio"/>	
			INDUSTRIAL	<input type="radio"/>	
			PÚBLICO	<input type="radio"/>	
TRIGO VICTORIA DE VALENCIA	LA MADRID N° N-0424	SCH-120707	DOMESTICO	<input checked="" type="radio"/>	12
			COMERCIAL	<input type="radio"/>	
			INDUSTRIAL	<input type="radio"/>	
			PÚBLICO	<input type="radio"/>	
LORA ARAOZ JUIA ANA ANASTACIA	LA MADRID N° N-0442	LAO-296505	DOMESTICO	<input checked="" type="radio"/>	9
			COMERCIAL	<input type="radio"/>	
			INDUSTRIAL	<input type="radio"/>	
			PÚBLICO	<input type="radio"/>	

Fuente: Elaboración propia.

Una vez encuestados y registrados los volúmenes de agua Anexo 1 pertenecientes a las viviendas de nuestra zona piloto, se procederá a la clasificación en función al tipo de consumo de todas nuestras viviendas.

Con los registros de volúmenes de consumo de la Micromedición y en número de habitantes pertenecientes al tipo de consumo doméstico resultados del encuestado, se

Procederá sumar todos los volúmenes de consumo por días y se divide entre el número de habitantes encuestados en nuestro mes de estudio. Es así que se obtiene a dotación per cápita o caudal medio diario.

Tabla 3.1 Dotación media diaria (l/hab/d) con datos medidos . Tarija – Zona Central – Área Piloto

Número de habitantes totales	Tipo de uso	Número de lecturaciones iniciadas el 1/05/2018 y Concluida 30/05/2018														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
658	Domestico	MAR.	MIER.	JUEV.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIER.	JUEV.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.
	Volumen total (m3)	101,75	102,54	104,62	103,57	126,03	107,07	103,04	101,40	103,55	104,15	105,17	122,53	106,77	100,49	101,47
	Caudal (l/hab/d)	154,63	155,83	158,99	157,40	191,53	162,72	156,60	154,10	157,37	158,28	159,83	186,21	162,26	152,72	154,21

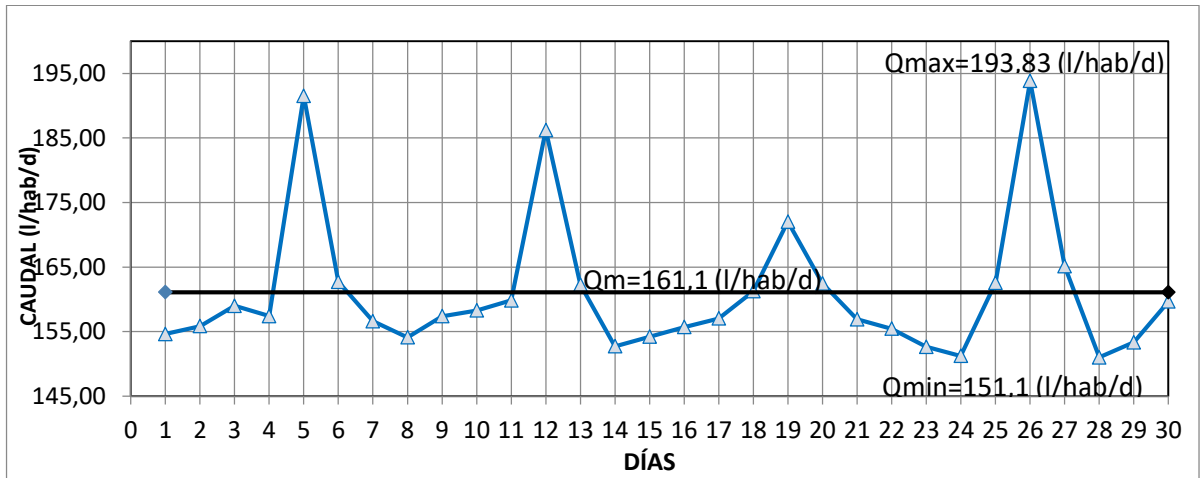
Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.3.)

Tabla 3.1 Dotación media diaria (l/hab/d) con datos medidos. Tarija – Zona Central – Área Piloto

Número de habitantes totales	Tipo de uso	Número de lecturaciones iniciadas el 1/05/2018 y Concluida 30/05/2018														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
658	Domestico	MIER.	JUEV.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIER.	JUEV.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIER.
	Volumen total (m3)	102,44	103,32	106,10	113,21	106,90	103,25	102,29	100,44	99,50	106,97	127,54	108,64	99,36	100,90	105,06
	Caudal (l/hab/d)	155,68	157,02	161,24	172,05	162,46	156,91	155,45	152,64	151,22	162,57	193,83	165,10	151,01	153,34	159,67

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.3.)

Figura 3.3 Variaciones Diarias de Consumo Tarija – Zona Central – Área Piloto



Fuente: Elaboración propia.

e) Verificación:

Para la verificación vamos a comparar la Dotación Media Diaria determinada a partir de los datos medidos con los datos proporcionados del registro histórico de COSAALT. El registro histórico proporcionado por COSAALT es de los meses febrero, marzo y abril a partir de estos volúmenes de agua vamos a calcular la dotación media diaria para cada mes y a compararla con los datos medidos como se podrá constatar en la tabla 3.3.

Tabla 3.2. Micromedición de Volúmenes de consumo con datos de COSAALT

Tarija – Zona Central – Área Piloto

Información proporcionada por COSAALT	Número de habitantes	Tipo de Uso (Domestico)	N° días	N° días	N° días
			31	31	31
			Volumen (m ³)	Volumen (m ³)	Volumen (m ³)
Número total de encuestados	674	Volumen Total en (m3)	3578	2789	2469
		Volumen Total en (litros)	3578000	2789000	2469000

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.4.)

Con los datos totales de número de habitantes y volúmenes totales por mes se procede a sacar la dotación Media Diaria en (l/hab/d).

$$DMD = \frac{VOLUMEN(litros)}{\frac{N^{\circ} DE HABITANTES}{N^{\circ} DE DIAS}}$$

Dotación Media Diaria para el mes de febrero

$$DMD = \frac{3578000(l)}{\frac{674(hab)}{31(dias)}} = 171,245(l/hab/dia)$$

Dotación Media Diaria para el mes de Marzo

$$DMD = \frac{2789000(l)}{\frac{674(hab)}{31(dias)}} = 133,463(l/hab/dia)$$

Dotación Media Diaria para el mes de Marzo

$$DMD = \frac{2469000(l)}{\frac{674(hab)}{31(dias)}} = 118,168(l/hab/dia)$$

Con los valores de la dotación media diaria obtenida con los volúmenes medidos y los volúmenes proporcionados por COSAATL procedemos a realizar la tabla de valores comparativos tabla 3.3. Para validar que los valores calculados con datos medidos no sean muy dispersos con los valores obtuvimos mediante el registro histórico proporcionado por COSAALT.

Tabla 3.3 Dotación Media Diaria

Tarija- Zona Central – Área Piloto

Tabla de valores comparativos	
Datos Medidos (l/hab/d)	
Mayo	161,10
Datos proporcionados por COSAALT (l/hab/d)	
febrero	171,25
Marzo	133,46
Abril	118,17
Valores proporcionados por la NB 688	
Zona de los Valles	200 - 300

Fuente: Elaboración propia.

3.6. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE MÁXIMO CAUDAL DIARIO (k_1)

$$k_1 = \frac{Q_{md}}{Q_m} = \frac{193,83(l/hab/d)}{161,1(l/hab/d)} = 1,203(l/hab/d)$$

Dónde:

k_1 : Coeficiente de Máximo Caudal Diario

Q_{mh} : Máximo Caudal Diario verificado en nuestro mes de estudio (l/hab/d)

Q_m : Caudal Medio Diario o Caudal Promedio Diario en nuestro mes de estudio (l/hab/d)

Para que nuestros datos sean válidos el Caudal Máximo Diario (Q_{md}) se debe considerar entre el 120% y 150% del Caudal Medio Diario (Q_m), recomendándose el valor de 130%, para nuestra zona piloto estudiada en función a nuestros caudales producto de la encuesta y la Micromedición que nuestro Caudal Máximo Diario (Q_{md}) es el 120% del Caudal Medio Diario (Q_m) estando en el límite mínimo dentro del rango válido.

3.6.1 COEFICIENTE DE MÁXIMO CONSUMO HORARIO (k_2)

Es la relación entre el máximo caudal observado en una hora del día de mayor consumo (Q_{mh}) y el Caudal Medio Horario (Q_m) del mismo día. Se pudo verificar que en nuestro tiempo de estudio el día de máximo consumo doméstico es el día sábado por lo que se realizó nuestro registro de volúmenes de consumos cada hora durante 24 horas, un día sábado comenzando desde las 0:00 hasta las 0:00 del siguiente día.

Según la norma boliviana NB 689 el coeficiente de máximo consumo horario varía en función de la población como se observó en el capítulo II en la Tabla 2.2.

a) Consumo Medio Horario (Q_m)

Se define como el resultado de la estimación de los caudales horario del día mayor consumo es decir es el resultado del promedio de la dotación horaria durante 24 horas.

b) Consumo Máximo Horario (Q_{mh})

Se define como el máximo consumo horario del día de mayor consumo diario de una serie de registros observados durante 24 horas.

Teniendo los conceptos claros procedemos al cálculo con datos medidos del Consumo Medio Horario (Q_M) y el Consumo Máximo Horario(Q_{mh}) para así poder determinar el Coeficiente de Máximo Consumo Horario(K_2).

En base a los estudios realizados anteriormente para el cálculo del Coeficiente de Máximo Consumo Diario (k_1) se pudo observar en la Figura 4.1. Variaciones Diarias de Consumo que el día de máximo consumo diario para nuestra zona piloto es el día sábado, día para el cual se programó nuestra Micromedición de volúmenes de consumo horario, siendo el Sábado 9 de junio del presente año el día que se realizará nuestra Micromedición, vale decir que se realizara cada hora durante 24 horas comenzando a la hora 0:00am del día sábado y terminando a la hora 0:00am del día siguiente.

Al igual que para para el cálculo del Coeficiente de Máximo Consumo Diario (k_1), el Coeficiente de Máximo Consumo Horario (k_2) también pertenece a

contribuciones netas y no parciales es decir que nuestro estudio se limitara a solamente consumos de tipo domestico al ser este una contribución neta como se podrá observar en el anexo 1.5 y se verán los resultados en la siguiente tabla.3.4.

Tabla 3.4. Volúmenes de Consumo Horario con datos medidos Tarija – Zona Central – Área Piloto

Tipo de uso	Fecha de Emisión Sábado 1 de junio del 20018											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00
Domestico	0,009	0,015	0,017	0,018	0,019	0,04	0,05	0,073	0,101	0,102	0,079	0,078
Volumen Total (m³)	6,221	6,739	7,241	7,229	7,341	9,693	10,81	13,32	16,53	16,64	13,99	13,87
Caudal (l/s)	1,728	1,872	2,011	2,008	2,039	2,693	3	3,7	4,59	4,621	3,885	3,854

Fuente: Elaboración Propia. (Cálculos completos Anexo 1.5.)

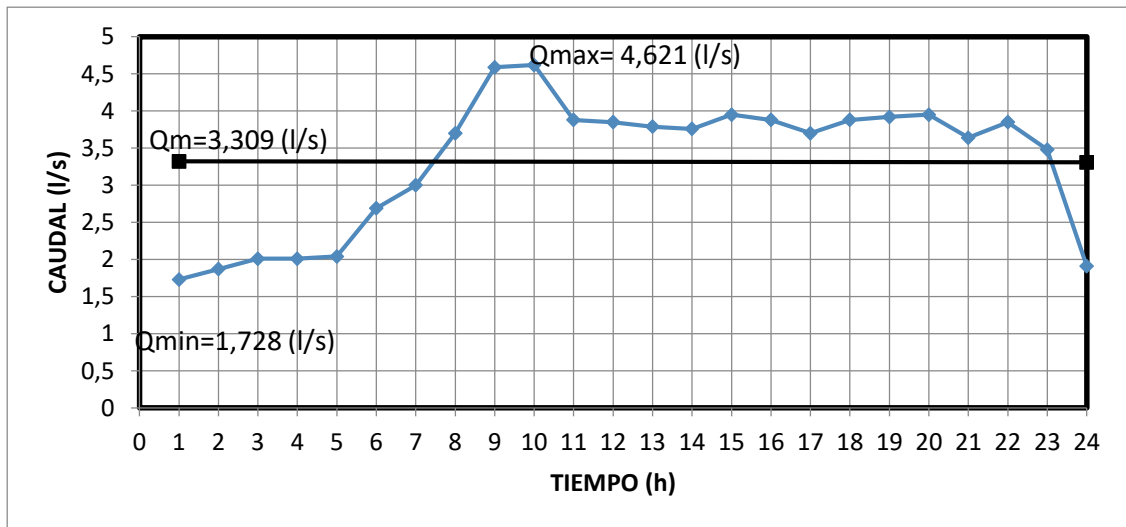
Tabla 3.4. Volúmenes de Consumo Horario con datos medidos Tarija – Zona Central – Área Piloto

Tipo de uso	Fecha de Emisión Sábado 1 de junio del 20019											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Domestico	0,076	0,075	0,081	0,079	0,073	0,079	0,08	0,081	0,071	0,069	0,066	0,015
Volumen Total (m³)	13,65	13,54	14,21	13,99	13,32	13,99	14,1	14,21	13,1	12,88	12,54	6,893
Caudal (l/s)	3,792	3,761	3,946	3,885	3,7	3,885	3,916	3,946	3,638	3,576	3,484	1,915

Fuente: Elaboración Propia. (Cálculos completos Anexo 1.5.)

Obtenidos los Caudales horario en (l/s) se procede a graficar estos caudales en función del tiempo y de la gráfica se podrá obtener el Caudal medio horario (Q_m) y el caudal máximo horario.

Figura 3.4 Variaciones Horarias de Consumo Tarija – Zona Central – Área Piloto



Fuente: Elaboración propia

3.7. CALCULO DEL COEFICIENTE DE MÁXIMO CAUDAL HORARIO

(k_2)

$$k_2 = \frac{Q_{mh}}{Q_m} = \frac{4.621(l/s)}{3.309(l/s)} = 1,3915(l/hab/d)$$

Dónde:

k_2 : Coeficiente de Máximo Caudal Horario.

Q_{mh} : Máximo Caudal Horario verificado en nuestro mes de estudio (l/s).

Q_m : Caudal Medio Horario o Caudal Promedio Horario en nuestro mes de estudio (l/s).

c) Verificación.-

Para que nuestros datos sean válidos el Caudal Máximo Horario (Qmh) no debe ser superior al 150% del Caudal Medio Diario (Qm), para nuestra zona piloto estudiada en función a nuestros caudales horario se pudo observar que el Caudal Máximo Horario (Qmh) es el 139.15% del Caudal Medio Horario (Qm) estando en el límite dentro del rango valido para poblaciones urbanas.

Datos comparativos entre la Norma Boliviana y lo calculado.

3.8. ESTIMACIÓN DE DOTACIONES INSTITUCIONALES, COMERCIALES Y PÚBLICAS.-

Para la determinación del consumo diario en locales comerciales, públicos, servicios de salud, servicios educativos, comunitarios, recreativos, institucionales y otros contemplados en el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias Sanitarias, se deberán tomar en cuenta la información y/o análisis del proyectista en el marco del uso eficiente y conservación del agua. La Tabla 4.6, indica valores referenciales para la estimación de algunos consumos típicos con base a la experiencia internacional y nacional. Estos valores no contemplan la aplicación de medidas de reducción ni el empleo de artefactos de bajo consumo de agua. Tomando en cuenta la implementación, por las EPSA de políticas de ahorro del agua y que el proyectista aplique tecnologías de uso eficiente del agua, estos valores podrán reducirse, considerando las especificaciones técnicas de los proveedores de artefactos sanitarios que correspondan.

- La dotación de agua para consumo industrial, deberá calcularse de acuerdo con la naturaleza de la industria y sus procesos productivos.
- La dotación de agua para riego deberá estar individualizada y no superar los 2,0 l/m² /día en áreas verdes menores a los 200 m². En superficies mayores a los 200 m se deberá considerar, además, otras fuentes de captación de tipo descentralizado y/o aplicar sistemas de riego eficientes: aspersión, goteo u otros de bajo consumo.

Bajo estas condiciones se analizará y comparará con el Reglamento Nacional de Instalaciones Domiciliarias todos nuestros tipos de dotaciones en función a nuestro tipo de inmueble que se encuentren dentro de nuestra zona de estudio.

La dotación per cápita neta, es el consumo medio diario que se le asigna a un habitante/usuario de un inmueble, para satisfacer sus necesidades de uso en función a su inmueble.

Es así que en función a estos tipos de uso se pudo clasificar y encuestar todos los tipos de inmuebles que se encuentran en nuestra zona piloto con el único fin de determinar la dotación percapite o dotación media diaria y compararla con los datos establecidos en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Cuadro de Dotaciones Institucionales, Comerciales y Públicas

Tipo de Inmueble/Utilización	Dotación
Centros educativos, escuelas, colegios, universidades y otros similares, alumnado externo	50 (l/alumno. d)
Edificios de oficinas, personal	50 (l/persona*d)
Parqueos sin lavado de automóviles	2 (l/m ² *d)
Riego de jardines	2 (l / m ² *d)
Restaurantes, bares y similares	20 (l/m ² *d)
Coliseos, gimnasios, locales deportivos	1 (l/espectador*d)
Instituciones Públicas con acceso a baño	25 (l/habitante*d)

Fuente: Reglamento Nacional de Instalaciones Domiciliarias Sanitarias.

Una vez teniendo claro los conceptos y los tipos de inmuebles a clasificar en función de su uso se presentan los tipos de uso frecuente en nuestra zona piloto de la siguiente manera.

3.8.1 Cálculo de la Dotación Media Diaria en Centros Educativos, Escuelas, Colegios, Universidades y otros similares con alumnado externo.-

Tabla 3.6 Dotación media diaria (l/alumno/d) con datos medidos en Centros Educativos con alumnado externo. Tarija – Zona Central – Área Piloto

Número de habitantes	Tipo de uso	Número de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR
4368	Volumen total (m3)	63,40	63,49	63,67	63,58	63,94	63,85	63,49	63,40	63,58	63,67	63,76	14,52	15,43	63,31	63,40
	Caudal (l/alumno*d)	43,54	43,61	43,73	43,67	43,92	43,85	43,61	43,54	43,67	43,73	43,79	9,97	10,60	43,48	43,54

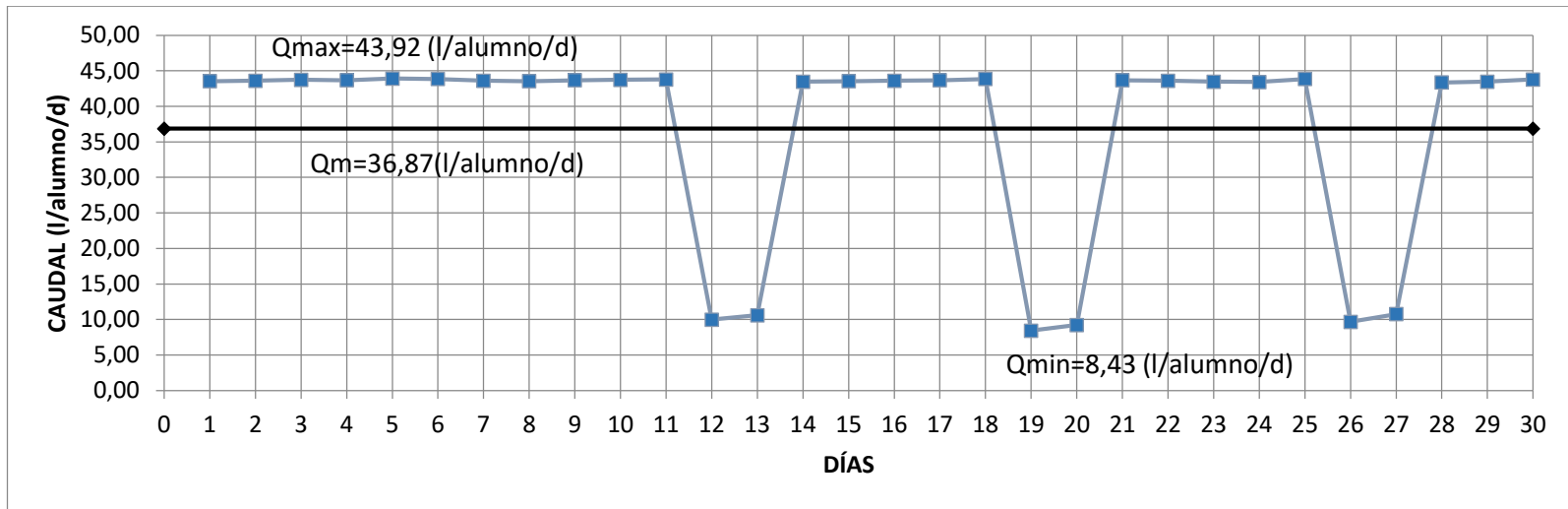
Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.1.)

Tabla 3.6 Dotación media diaria (l/alumno/d) con datos medidos en Centros Educativos con alumnado externo. Tarija – Zona Central – Área Piloto

+Número de habitantes	Tipo de uso	Número de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER
4368	Volumen total (m3)	63,49	63,58	63,85	12,28	13,42	63,58	63,49	63,31	63,22	63,85	14,09	15,66	63,13	63,31	63,76
	Caudal (l/alumno*d)	43,61	43,67	43,85	8,43	9,22	43,67	43,61	43,48	43,42	43,85	9,68	10,76	43,36	43,48	43,79

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completo Anexo 1.6.1.)

Figura 3.5 Dotación media diaria (l/alumno/d) con datos medidos en Centros Educativos con alumnado externo.
Tarija – Zona Central – Área Piloto



Fuente: Elaboración propia

De la figura 3.5 se puede identificar que la dotación percapita con datos medidos en centros educativos con alumnado externo es de 36.87 (l/alumno/d)

3.8.2 Cálculo de la Dotación Media Diaria en Edificios de oficinas con Personal.-

Tabla 3.7 Dotación media diaria (l/persona/d) con datos medidos en Edificios de oficinas con personal. Tarija – Zona Central – Área Piloto

Número de funcionarios	Tipo de uso	Número de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m ³														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR
176	Volumen total (m3)	7,49	7,55	7,67	7,61	7,85	5,98	7,55	7,49	7,61	7,67	7,73	7,85	5,80	7,43	7,49
	Caudal (l/persona/día)	42,57	42,91	43,60	43,26	44,62	33,96	42,91	42,57	43,26	43,60	43,94	44,62	32,94	42,23	42,57

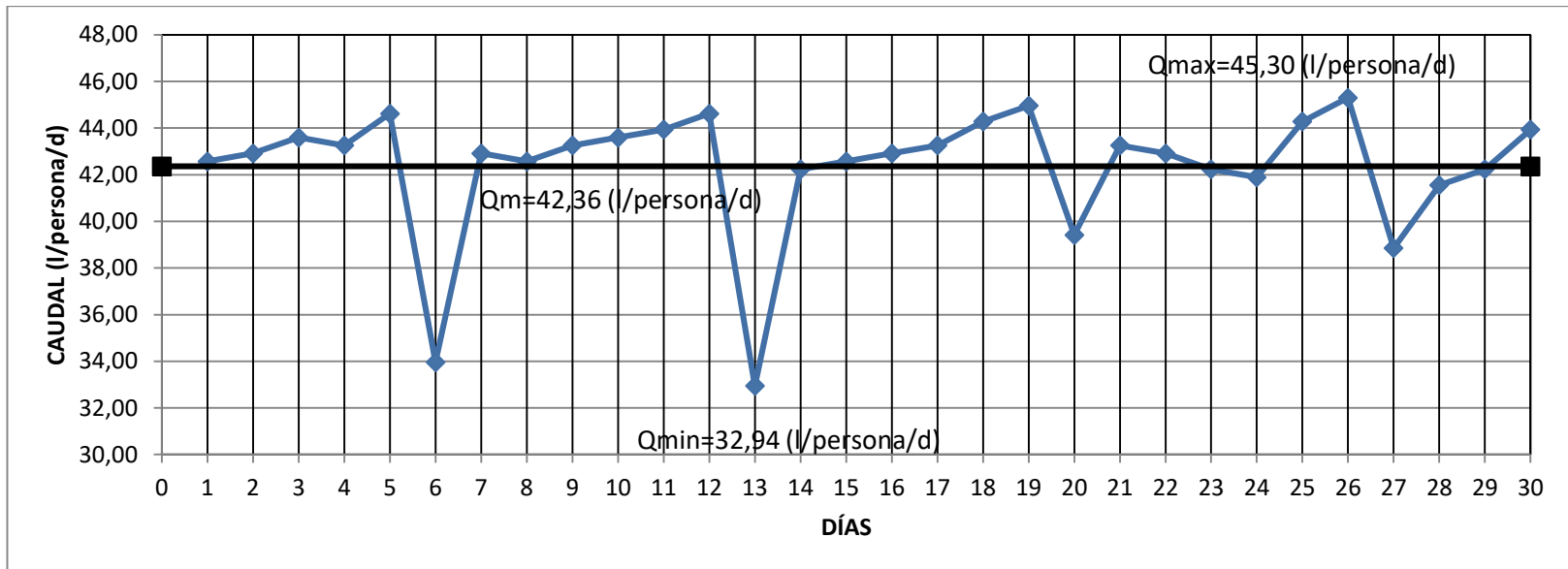
Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.2.)

Tabla 3.7 Dotación media diaria (l/persona/d) con datos medidos en Edificios de oficinas con personal. Tarija – Zona Central – Área Piloto

Número de funcionarios	Tipo de uso	Número de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m ³														
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
		MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM	LUN	MAR	MIER
176	Volumen total (m3)	7,55	7,61	7,79	7,91	6,94	7,61	7,55	7,43	7,37	7,79	7,97	6,84	7,31	7,43	7,73
	Caudal (l/persona/día)	42,91	43,26	44,28	44,96	39,42	43,26	42,91	42,23	41,89	44,28	45,30	38,85	41,55	42,23	43,94

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.2.)

Figura 3.6. Dotación media diaria (l/persona/d) con datos medidos en Edificios de oficinas con personal. Tarija – Zona Central – Área Piloto



Fuente: Elaboración propia

De la figura 3.6. se puede identificar que la dotación percapita con datos medidos en Edificios de oficinas con personal es de 42,36 (l/persona/d).

3.8.3 Cálculo de la Dotación Media Diaria en Parques sin lavado de Automóviles.-

Tabla 3.8. Dotación media diaria (l/m²/d) con datos medidos en Parques sin lavado de Automóviles. Tarija – Zona Central – Área Piloto

Dirección y N° de vivienda	Superficie del terreno (m ²)	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m ³														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			MAR.	MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.
Ingavi esq. Gral. Trigo N°-423 Garaje de automóviles	220	Domestico	0,08	0,09	0,11	0,10	0,30	0,13	0,09	0,08	0,10	0,11	0,12	0,27	0,13	0,07	0,08
		Caudal en (l/m²/d)	0,35	0,39	0,49	0,44	1,35	0,58	0,39	0,35	0,44	0,49	0,53	1,21	0,58	0,30	0,35

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.3.)

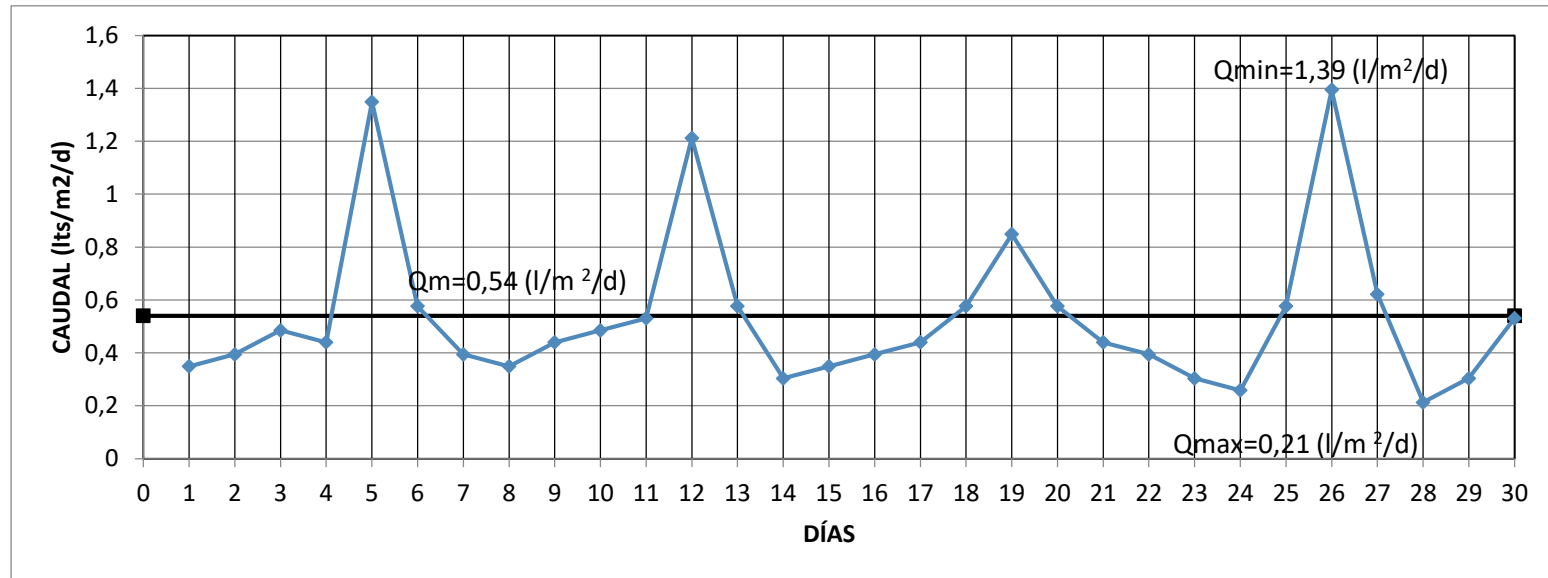
Tabla 3.8. Dotación media diaria (l/m²/d) con datos medidos en Parques sin lavado de Automóviles. Tarija – Zona Central – Área Piloto

Dirección y N° de vivienda	Superficie del terreno (m ²)	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m ³														
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
			MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIER.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIE.
Ingavi esq. Gral. Trigo N°-423 Garaje de Automóviles	220	Domestico	0,09	0,10	0,13	0,19	0,13	0,10	0,09	0,07	0,06	0,13	0,31	0,14	0,05	0,07	0,12
		Caudal en (l/m²/d)	0,39	0,44	0,58	0,85	0,58	0,44	0,39	0,30	0,26	0,58	1,39	0,62	0,21	0,30	0,53

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.3.)

Figura 3.7. Dotación media diaria (l/persona/d) con datos medidos en Parques sin lavado de Automóviles.

Tarija – Zona Central – Área Piloto



Fuente: Elaboración propia

De la figura 3.7. Se puede identificar que la dotación percapita con datos medidos en parques sin lavado de automóviles es de $0,54 \text{ (l/m}^2\text{/d)}$.

3.8.4 Cálculo de la Dotación Media Diaria en Riego de Jardines.-

Tabla 3.9. Dotación media diaria (l/m²/d) con datos medidos en Riego de Jardines. Tarija–Zona Central–Área Piloto

Dirección y N° de vivienda	Superficie en m ²	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m3														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			MAR.	MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.
Gral. Campero N°-s/n Plaza Rvdo. Julián Lizardi	364	Publico	0,79	0,80	0,82	0,81	0,85	0,84	0,80	0,79	0,81	0,82	0,83	0,85	0,84	0,78	0,79
		Caudal en (l/m²/d)	2,16	2,19	2,24	2,22	2,33	2,30	2,19	2,16	2,22	2,24	2,27	2,33	2,30	2,13	2,16

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.4.)

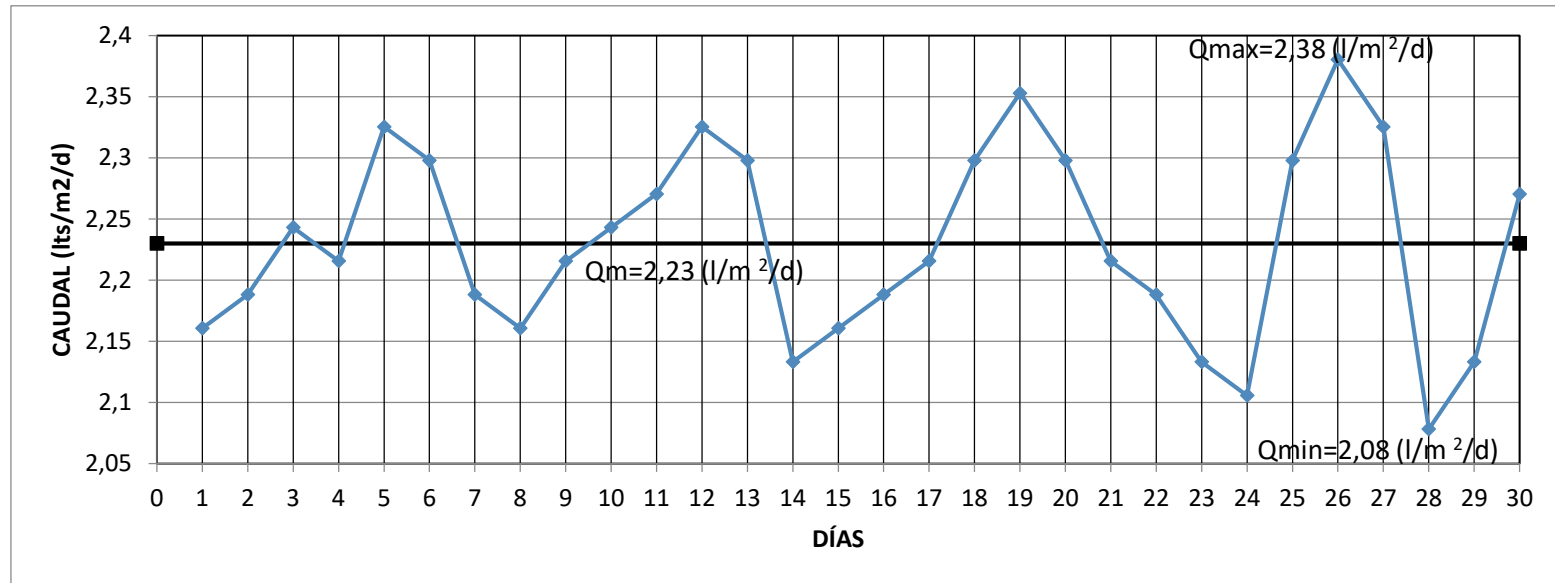
Tabla 3.9. Dotación media diaria (l/m²/d) con datos medidos en Riego de Jardines. Tarija–Zona Central–Área Piloto

Dirección y N° de vivienda	Superficie en m ²	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m3														
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
			MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM.	LUN.	MAR.	MIE.
Gral. Campero N°-s/n Plaza Rvdo. Julián Lizardi	364	Publico	0,80	0,81	0,84	0,86	0,84	0,81	0,80	0,78	0,77	0,84	0,87	0,85	0,76	0,78	0,83
		Caudal en (l/m²/d)	2,19	2,22	2,30	2,35	2,30	2,22	2,19	2,13	2,11	2,30	2,38	2,33	2,08	2,13	2,27

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.4.)

Figura 3.8 Dotación media diaria ($l/m^2/d$) con datos medidos en Riego de Jardines. Tarija – Zona Central – Área

Piloto



Fuente: Elaboración Propia

De la figura 3.8. Se puede identificar que la dotación percapita con datos medidos para riego de jardines es de 2.23 ($l/m^2/d$).

3.8.5 Cálculo de la Dotación Media Diaria en Restaurantes Bares y similares.-

Tabla 3.10. Dotación media diaria (l/m²/d) con datos medidos en Restaurantes Bares y similares. Tarija – Zona Central – Área Piloto

N°	Dirección y N° de vivienda	Superficie en m ²	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m3														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				MAR.	MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.
27	15 de Abril N°-655 Venta de Pollo	220	Comercial	3,92	3,93	3,95	3,94	3,98	3,97	3,93	3,92	3,94	3,95	3,96	3,98	3,97	3,91	3,92
82	Gral. Campero N°- 630 Heladería	115	Comercial	0,50	0,51	0,53	0,52	0,56	0,55	0,51	0,50	0,52	0,53	0,54	0,56	0,55	0,49	0,50
Área total		335	Caudal (l/m²/d)	13,17	13,23	13,35	13,29	13,53	13,47	13,23	13,17	13,29	13,35	13,41	13,53	13,47	13,11	13,17

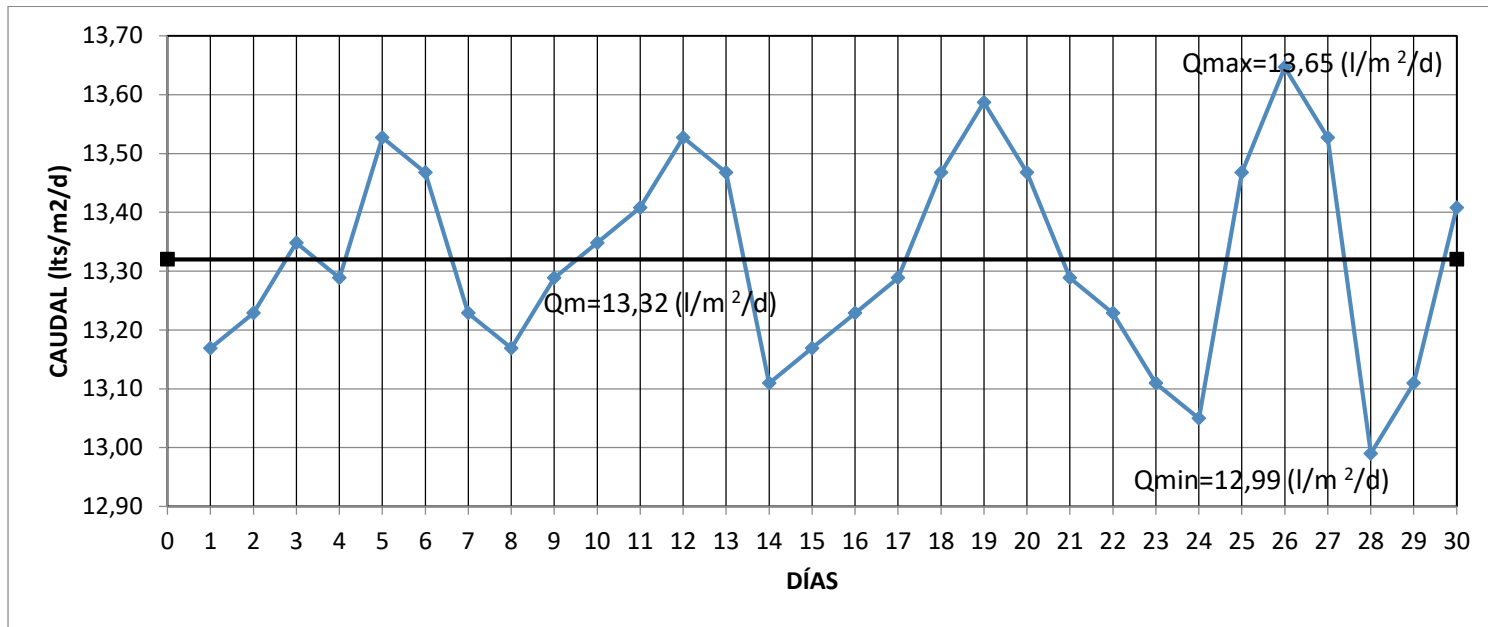
Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.5.)

Tabla 3.10. Dotación media diaria (l/m²/d) con datos medidos en Restaurantes Bares y similares. Tarija – Zona Central – Área Piloto

N°	Dirección y N° de vivienda	Superficie en m ²	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m3														
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
				MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE
27	15 de Abril N°655 Venta de Pollo	220	Comercial	3,93	3,94	3,97	3,99	3,97	3,94	3,93	3,91	3,90	3,97	4,00	3,98	3,89	3,91	3,96
82	Gral. Campero N°-630 Heladería	115	Comercial	0,51	0,52	0,55	0,57	0,55	0,52	0,51	0,49	0,48	0,55	0,58	0,56	0,47	0,49	0,54
Área total		335	Caudal (l/m²/d)	13,23	13,29	13,47	13,59	13,47	13,29	13,23	13,11	13,05	13,47	13,65	13,53	12,99	13,11	13,41

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.5)

Figura 3.9. Dotación media diaria ($l/m^2/d$) con datos medidos en Restaurantes Bares y similares. Tarija – Zona Central – Área Piloto



Fuente: Elaboración propia

De la figura 3.9. Se puede identificar que la dotación percapita con datos medidos en Restaurantes Bares y Similares es de $13,32 \text{ (l/m}^2/d\text{)}$.

3.8.6 Cálculo de la Dotación Media Diaria en Coliseos, Gimnasios y locales Deportivos.-

**Tabla 3.11. Dotación media diaria (l/espectador/d) con datos medidos en Coliseos, Gimnasios y locales Deportivos.
Tarija – Zona Central – Área Piloto**

Dirección y N° de vivienda	Capacidad Máxima de espectadores	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m3														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			MAR.	MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.
15 de Abril N°-s/n Coliseo Cerrado Luis Parra	3000	publico	5,30	5,31	5,33	5,32	5,36	5,35	5,31	5,30	5,32	5,33	5,34	5,36	5,35	5,29	5,30
		Caudal en (l/espectador/d)	1,77	1,77	1,78	1,77	1,79	1,78	1,77	1,77	1,77	1,78	1,78	1,79	1,78	1,76	1,77

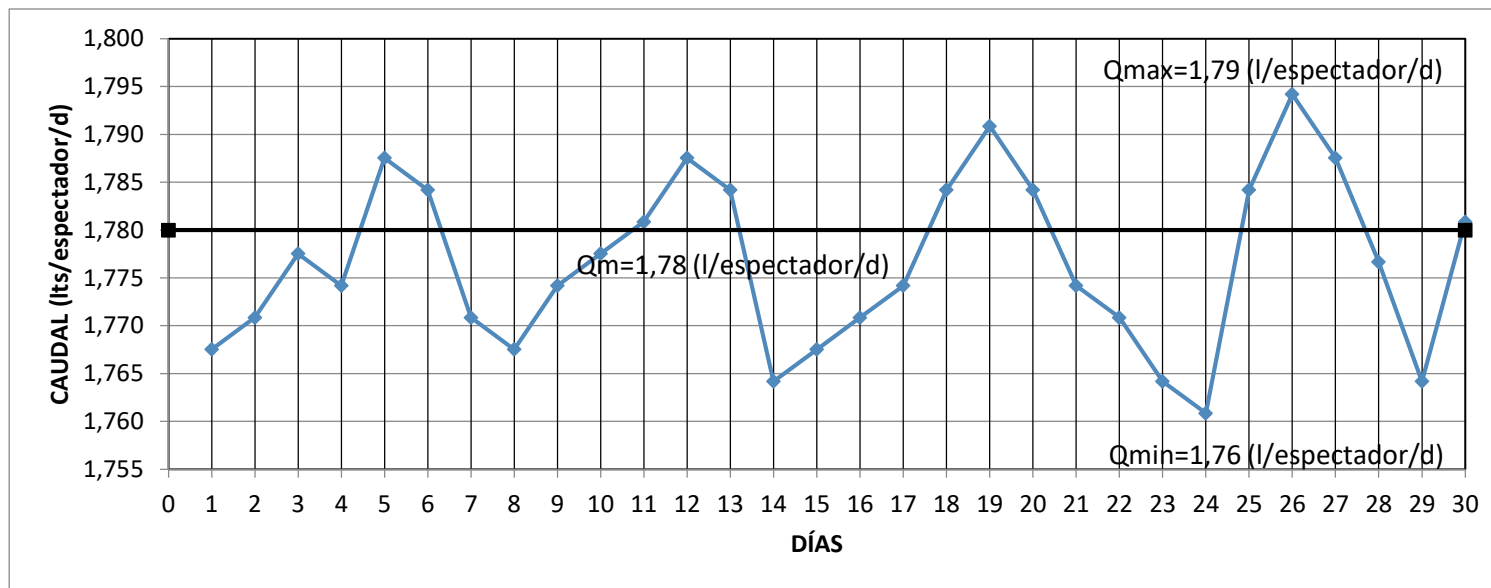
Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.6.)

**Tabla 3.11. Dotación media diaria (l/espectador/d) con datos medidos en Coliseos, Gimnasios y locales Deportivos.
Tarija – Zona Central – Área Piloto**

Dirección y N° de vivienda	Capacidad Máxima de espectadores	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m3														
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
			MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.
15 de Abril N°-s/n Coliseo Cerrado Luis Parra	3000	publico	5,31	5,32	5,35	5,37	5,35	5,32	5,31	5,29	5,28	5,35	5,38	5,36	5,33	5,29	5,34
		Caudal en (l/espectador/d)	1,77	1,77	1,78	1,79	1,78	1,77	1,77	1,76	1,76	1,78	1,79	1,79	1,78	1,76	1,78

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.6.)

Figura 3.10 Dotación media diaria (l/espectador/d) con datos medidos en Coliseos, Gimnasios y locales Deportivos.
Tarija – Zona Central – Área Piloto



Fuente: Elaboración Propia

De la figura 3.10. Se puede identificar que la dotación percapita con datos medidos en Coliseos, Gimnasios y locales Deportivos es de 1,78 (l/espectador/d).

3.8.7 Cálculo de la Dotación Media Diaria en Hostales y similares.-

Tabla 3.12. Dotación media diaria (l/cama/d) con datos medidos en Hostales y similares. Tarija – Zona Central – Área Piloto

N°	Dirección y N° de vivienda	Número Total de Camas	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m3														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				MAR.	MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.
72	La Madrid esq. Gral. Trigo N°-443,Hostal Ronald B.	17	publico	2,045	2,055	2,075	2,065	2,105	2,095	2,055	2,045	2,065	2,075	2,085	2,105	2,095	2,035	2,045
			Caudal en (l/cama/d)	120,26	120,85	122,03	121,44	123,79	123,20	120,85	120,26	121,44	122,03	122,61	123,79	123,20	119,67	120,26

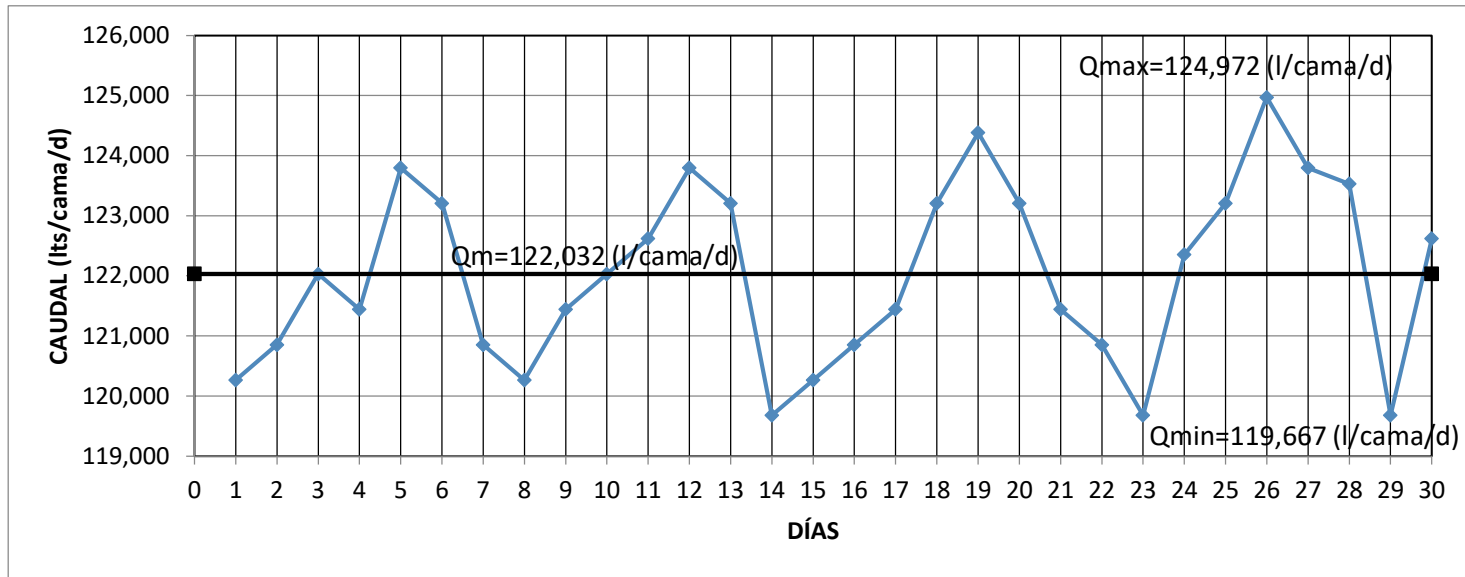
Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.7.)

Tabla 3.12. Dotación media diaria (l/cama/d) con datos medidos en Hostales y similares. Tarija – Zona Central – Área Piloto

N°	Dirección y N° de vivienda	Número Total de Camas	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 01/05/2018 y Concluida 30/05/2018 en m3															
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
				MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.	
72	La Madrid esq. Gral. Trigo N°-443,Hostal Ronald B.	17	publico	2,055	2,065	2,095	2,115	2,095	2,065	2,055	2,035	2,080	2,095	2,125	2,105	2,100	2,035	2,085	
			Caudal en (l/cama/d)	120,85	121,44	123,20	124,38	123,20	121,44	120,85	119,67	122,35	123,20	124,97	123,79	123,52	119,67	122,61	

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.7.)

**Figura 3.11 Dotación media diaria (l/cama/d) con datos medidos en Hostales y similares. Tarija – Zona Central
– Área Piloto**



Fuente: Elaboración propia

De la figura 3.11. Se puede identificar que la dotación percapita con datos medidos en Hostales y Similares es de 122,032 (l/cama/d).

3.8.8 Cálculo de la Dotación Media Diaria en Instituciones Públicas con acceso a Baño.-

Tabla 3.13 Dotación media diaria (l/hab/d) con datos medidos en Instituciones Públicas con acceso a Baño. Tarija – Zona Central – Área Piloto

N°	Dirección y N° de vivienda	Número de habitantes	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 1/5/2018 y Concluida														
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				MAR.	MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.
85	Gral. Campero esq. Ingavi N°-668 Tribunal Electoral	438	Institucional	12,30	12,31	12,33	12,32	12,36	12,35	12,31	12,30	12,32	12,33	12,34	12,36	12,35	12,29	12,30
86	Ingavi N°-459 Tribunal Electoral	439	Institucional	6,40	6,41	6,43	6,42	6,46	6,45	6,41	6,40	6,42	6,43	6,44	6,46	6,45	6,42	6,40
Población total		877	Caudal (l/hab/d)	21,32	21,35	21,39	21,37	21,46	21,44	21,35	21,32	21,37	21,39	21,42	21,46	21,44	21,34	21,32

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.8.)

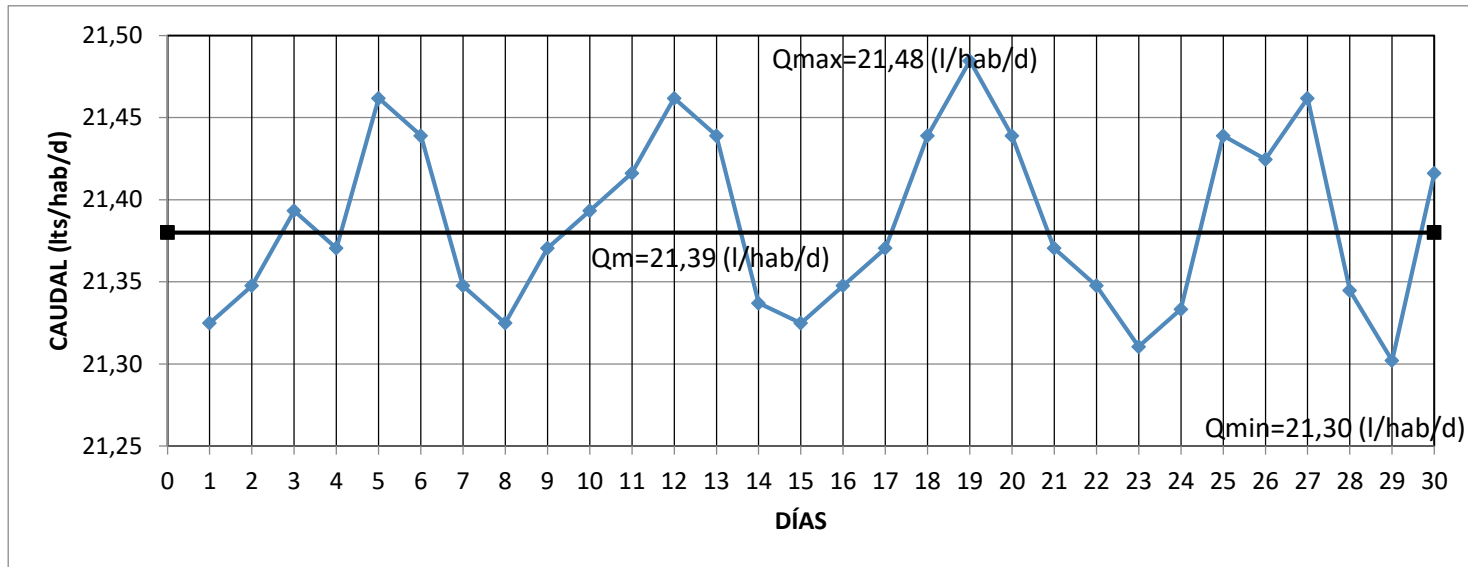
Tabla 3.13 Dotación media diaria (l/hab/d) con datos medidos en Instituciones Públicas con acceso a Baño. Tarija – Zona Central – Área Piloto

N°	Dirección y N° de vivienda	Número de habitantes	Tipo de uso	Numero de lecturaciones iniciadas el 1/5/2018 y Concluida														
				16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
				MIE.	JUE.	VIER.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.	JUE.	VIE.	SAB.	DOM	LUN.	MAR.	MIE.
85	Gral. Campero esq. Ingavi N°-668 Tribunal Electoral	438	Institucional	12,31	12,32	12,35	12,37	12,35	12,32	12,31	12,30	12,33	12,35	12,31	12,36	12,35	12,29	12,34
86	Ingavi N°-459 Tribunal Electoral	439	Institucional	6,41	6,42	6,45	6,47	6,45	6,42	6,41	6,39	6,38	6,45	6,48	6,46	6,37	6,39	6,44
Población total		877	Caudal (l/hab/d)	21,35	21,37	21,44	21,48	21,44	21,37	21,35	21,31	21,33	21,44	21,42	21,46	21,34	21,30	21,42

Fuente: Elaboración propia. (Cálculos completos Anexo 1.6.8.)

Figura 3.12. Dotación media diaria (l/hab/d) con datos medidos en Instituciones Públicas con acceso a Baño.

Tarija – Zona Central – Área Piloto



Fuente: Elaboración propia.

De la figura 3.12. Se puede identificar que la dotación percapita con datos medidos en Instituciones públicas con acceso a baño es de 21.3 (l/hab /d).

Efectuados los cálculos realizaremos la tabla comparativa de valores entre el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias y los resultados obtenidos de manera experimental con los datos medidos en nuestra zona piloto

Tabla 3.14.

Tabla 3.14. Tabla de valores comparativos de Dotación Media Diaria entre el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias y los resultados obtenidos de manera experimental con datos medidos.

Tipo de Inmueble/Utilización	Dotación	
	Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias	Dotación obtenida con datos medidos de manera experimental en nuestra zona piloto
Centros educativos, escuelas, colegios, universidades y otros similares, alumnado externo	50 (l/alumno. día)	36,87(l/alumno*día)
Edificios de oficinas, personal	50 (l/persona*día)	42,36(l/persona*día)
Parqueos sin lavado de automóviles	2 (l/m2*día)	0,54 (l/m2*día)
Riego de jardines	2 (l / m2 *día)	2,23 (l / m2 *día)
Restaurantes, bares y similares	20 (l/m2 *día)	13,32 (l/m2 *día)
Coliseos, gimnasios, locales deportivos	1 (l/espectador*día)	1,78 (l/espectador*día)
Hostales y similares	100-200(l/cama/día)	122,032(l/cama/día)
Instituciones Públicas con acceso a baño	26 (l/habitante*día)	21,39 (l/habitante*día)

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- Se demostró que “Los valores de los coeficientes de variación de la demanda diaria y horaria establecidos por el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias, no se ajustan a las condiciones reales de variación del consumo diario y horario de agua potable en nuestra zona piloto además que los caudales de dotación media diaria en función al tipo de inmueble tampoco se ajustan a lo proporcionado por el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias.” , sin embargo cabe recalcar que nuestros valores obtenidos con datos medidos están por debajo de lo que indica la norma es decir que están dentro del rango de aceptación real constatando que es necesario siempre hacer la evaluación en campo según la población, consumos y condiciones de la zona para establecer parámetros de diseño más exactos.

Tabla de valores comparativos de Dotación Media Diaria entre el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias y los resultados obtenidos de manera experimental con datos medidos.

Tabla de valores comparativos	
Datos Medidos (l/hab/d)	
Mayo	161,10
Datos proporcionados por COSAALT (l/hab/d)	
febrero	171,25
Marzo	133,46
Abril	118,17
Valores proporcionados por la NB 688	
Zona de los Valles	200 – 300

Fuente: Elaboración propia.

- Se demostró que “La variación diaria de agua en la Ciudad de Tarija- Zona Central, es menor al que se establece en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias” ya que el coeficiente de variación de demanda diaria de agua es de 1,203 que resulta menor a 1,3 con el que fue diseñado el sistema de agua de nuestra Zona piloto.
- Se demostró que “La variación del consumo horario de agua en la Ciudad de Tarija- Zona Central, es menor al que se establece en el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias” ya que el coeficiente de variación de demanda horaria de agua es de 1,3915 que resulta menor a 1,5 con el que fue diseñado el sistema de agua de nuestra Zona piloto.

**Valores Comparativos de los Coeficientes de Variación Diaria y Horaria
Entre el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias y los
resultados obtenidos de manera experimental con datos medidos.**

Coeficientes		NB con el que fue diseñado	Calculado de manera práctica con datos medidos
C.V. Diaria	k1	1,3	1,203
C.V. Horaria	k2	1,5	1,391

Fuente: Elaboración propia.

- Se demostró que “el dotaciones medias diarias de agua potable que demanda la ciudad de Tarija-Zona Central (Centros educativos, escuelas, colegios, universidades y otros similares, alumnado externo, Edificios de oficinas, personal, Parques sin lavado de automóviles, Restaurantes, bares y similares, Hostales y similares, Instituciones Públicas con acceso a baño), son menores que las dotaciones medias diarias proporcionado por el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias” al margen de estas dotaciones mencionadas hubo dos dentro de nuestra área de estudio que no se ajustaron a los proporcionados por la norma, Coliseos, gimnasios, locales deportivos, y Riego de jardines que son superiores a los de la norma boliviana como se observa en la siguiente tabla.

Tabla de valores comparativos de Dotación Media Diaria entre el Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias y los resultados obtenidos de manera experimental con datos medidos.

Tipo de Inmueble/Utilización	Dotación	
	Reglamento Nacional de Instalaciones Sanitarias Domiciliarias	Dotación obtenida con datos medidos de manera experimental en nuestra zona piloto
Centros educativos, escuelas, colegios, universidades y otros similares, alumnado externo	50 (l/alumno. día)	36,87(l/alumno*día)
Edificios de oficinas, personal	50 (l/persona*día)	42,36(l/persona*día)
Parques sin lavado de automóviles	2 (l/m ² *día)	0,54 (l/m ² *día)
Riego de jardines	2 (l / m ² *día)	2,23 (l / m ² *día)
Restaurantes, bares y similares	20 (l/m ² *día)	13,32 (l/m ² *día)
Coliseos, gimnasios, locales deportivos	1 (l/espectador*día)	1,78 (l/espectador*día)
Hostales y similares	100-200(l/cama/día)	122,032(l/cama/día)
Instituciones Públicas con acceso a baño	26 (l/habitante*día)	21,39 (l/habitante*día)

Fuente: Elaboración propia.

RECOMENDACIONES

- En el procedimiento de llenado manual de datos por los métodos utilizados por COSAALT debe incluirse la verificación de los datos; por un responsable, ya que debe verificarse que los datos ingresados tengan una relación los unos con los otros. Esto debido a que al ser llenados manualmente, quien ha realizado el registro de datos, se pudo verificar errores que luego provoquen conflictos en futuras investigaciones y controles propios de la empresa.
- Para este tipo de investigaciones se recomienda tener la mayor cantidad de registro de datos (al menos tres años), que permitan establecer una tendencia para el cálculo del k_1 así obtener valores más reales, y para el cálculo del k_2 tener por lo menos un mes de cada estación del año para que sea una muestra representativa.
- Usar estos valores calculados para futuras investigaciones y diseños hidráulicos de la ciudad de Tarija con características similares a nuestra zona piloto de estudio, teniendo en consideración las limitaciones de esta investigación.
- En futuras investigaciones en la que se desee realizar el análisis de los valores de coeficiente de variación de demanda diaria y horaria de agua potable en la ciudad de Tarija se consideren otros meses que no incluya al mes de mayo para evaluar las posibles variaciones con los valores obtenidos en la presente investigación.
- En futuras investigaciones realizar una evaluación específica del consumo medio diario en función al tipo inmueble para valores más precisos en relación a consumo general de la Ciudad del Tarija.

