

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE



**Eficiencia Hídrica en la Distribución de la Red de Agua Potable a través de Modulación
de Presiones en un Sistema Automatizado.**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN IRRIGACIÓN

PRESENTA

MIREYA MARICELA MORALES DELGADO

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre 2021

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

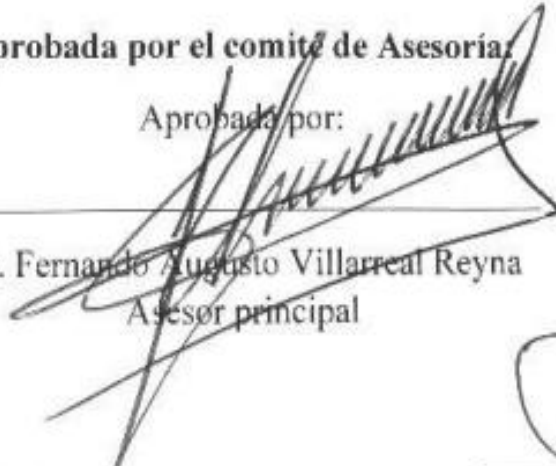
Eficiencia Hídrica en la Distribución de la Red de Agua Potable a través de Modulación de Presiones en un Sistema Automatizado


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

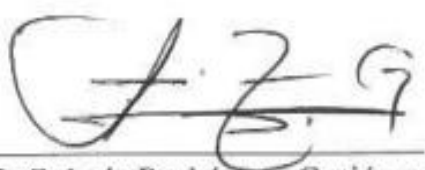
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Aprobada por el comité de Asesoría:

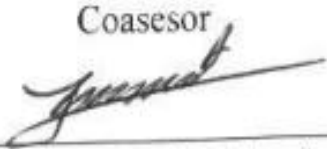
Aprobada por:


Dr. Fernando Augusto Villarreal Reyna
Asesor principal


Ing. Florentino Ayala Vázquez
Coasesor


M. C. Luis Rodríguez Gutiérrez
Coasesor


Dra. Rosa Elvira Valdez Ramos
Coasesor


M.C. Sergio Sánchez Martínez
Coordinador de la división de ingeniería



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Septiembre, 2021

1 AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por brindarme esta oportunidad de culminar este hermoso sueño, por todas las oportunidades, las enseñanzas brindadas y personas correctas que ha puesto en mi camino.

A mi gran **ALMA TERRA MATER** “La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” que más de convertirse en mi segunda casa, es mi mansión de ciencia e integridad profesional.

A mi departamento: “**Riego y Drenaje**” por ser la mejor estructura física que me lleno de felicidad, me vio triunfar, fracasar, llorar, reír y gritar.

A todo el personal del **Departamento de Riego y Drenaje**, a mis profesores por ser los mejores y más estrictos jueces de mi formación académica y en especial al **Dr. Fernando Augusto Villarreal Reyna** por darme la oportunidad de trabajar conjuntamente, además de aportarme su sabiduría y conocimiento.

A la **Dra. Manuela Bolívar Duarte** por aconsejarme, escucharme, apoyarme y brindarme todos sus años de experiencia.

Al **Ing. Florentino Ayala Vázquez**, por el apoyo brindado para la realización de esta investigación en el organismo operador de SADM, en donde su experiencia y conocimiento del área hizo más real y acertado este estudio.

Al **Ing. Ricardo Alberto Munguía Alfaro** personal de campo de SADM quien me facilito el acceso a los puntos evaluados, la información necesaria, así como la herramienta de trabajo y a cada uno de los miembros de **Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey** por haberme concedido la oportunidad de trabajar en conjunto, aportando información importante y sugerencias para una mejora.

A mi madre adoptiva **Rosa Celestino Rodríguez** y su esposo que en paz descansa **José Alejandro de la Peña**, por darme un nuevo hogar y brindarme siempre su apoyo incondicional y por sus sabios consejos.

A **Evelio Pérez Hernández** que se ha convertido en mi pilar de impulso para seguir este sueño, mil gracias por nunca dejarme sola **TE AMO MUCHO.**

A todos y cada uno de mis compañeros por su apoyo incondicional, en especial a **Juan López Arcos, Jorge Aníbal Vázquez Maldonado, Nemesio Atanacio Hipólito y David García Bravo.**

2 DEDICATORIAS

A **mi Familia** que son mí principal fuente de apoyo.

A **mis padres: Rosa Delgado Mendiola y Pedro Morales Velázquez** por darme la vida, por inculcarme valores y principios. Todos mis logros, metas y sueños que he podido culminar se los debo a ustedes, mil gracias por educarme con reglas y normas.

A mis hermanos y hermanas por apoyarme incondicionalmente, por los regaños que me impartieron durante el trayecto de este sueño, y en especial a mi hermana **Areli Guadalupe Morales Delgado** que me dejó de enseñanza de dar lo mejor hasta el último segundo de la vida, ahora estas a lado de nuestro padre **Dios** y nos guías por el camino correcto **¡TE AMAMOS MUCHO!**

Índice de contenido

1	AGRADECIMIENTOS	1
2	DEDICATORIAS	3
3	RESUMEN	14
4	ABSTRACT	16
5	Introducción	18
5.1	El agua en el Mundo.....	20
5.2	Agua Subterránea	24
5.3	El agua en México.....	24
5.3.1	Usos del agua en México	25
5.3.2	Cuencas hidrográficas	26
5.4	El agua en Monterrey	27
5.4.1	Sectorización.....	31
5.4.2	Modulación de presión	33
5.4.3	Telecontrol y telemetría mediante sensores	35
6	Marco teórico.....	36
6.1	Uso del agua.....	36
6.1.1	La clasificación de usos es:.....	37
6.1.1.1	Consuntivos.....	37
6.1.1.2	No consuntivo.....	37
6.1.1.3	Prioritarios y secundarios.....	37
6.1.1.4	Comunes y privativos.....	37
6.1.1.5	Compatible e incompatible.....	37
6.2	La necesidad del agua.....	38
6.3	Demanda del agua.....	38
6.3.1	Demanda Neta (Dn)	38
6.3.2	Demanda Bruta (Db)	38

6.4	Válvulas.....	39
6.4.1	Válvula de Compuerta.....	40
6.4.2	Válvulas de mariposa	40
6.4.3	Válvula Reguladora de presión	41
6.5	Cavitación.....	43
6.6	Golpe de ariete	44
6.7	Aire en las tuberías.....	44
6.7.1	Consecuencias del aire en las tuberías	45
6.8	Teorema de Bernoulli.....	45
6.9	Ecuación de Darcy-Weisbach	46
6.10	Ecuación de Hazen-Williams	48
6.10.1	Pendiente de carga	49
6.11	Ecuación de continuidad.....	50
6.12	Perdida de carga.....	50
6.12.1	Perdidas de cargas lineal.....	50
6.12.2	Perdidas de carga localizadas	50
6.12.3	Perdidas de carga totales.....	51
6.13	Presión	51
6.13.1	Presión absoluta.....	51
6.13.2	Presión relativa	51
6.13.3	Presión atmosférica o presión barométrica	52
6.13.4	Presión negativa.....	52
6.14	Altura piezométrica	52
6.15	Altura cinética.....	53

6.16	Altura geométrica	54
6.17	Carga total.....	54
6.18	Carga dinámica total en un sistema de bombeo	54
6.18.1	La carga estática.....	54
6.18.2	La carga dinámica.....	56
6.19	Consumo de agua.....	57
6.1	Agua no contabilizada.....	57
6.2	Punto crítico	57
6.3	Coefficiente de Uniformidad de Christiansen	58
6.4	Eficiencia en la red de abastecimiento de agua.....	60
6.4.1	Eficiencia de aplicación	61
6.4.2	Eficiencia de requerimiento	61
7	Eficiencia Hídrica en la Distribución de la Red de Agua Potable a través de Modulación de Presiones en un Sistema Automatizado	61
8	Objetivo General	62
9	Objetivos específicos	62
10	Hipótesis.....	63
11	Metodología del trabajo	63
12	Programas	64
13	Equipos y materiales requeridos	64
14	Toma de datos.	67
15	Mediciones de puntos críticos.....	68
16	Justificación.....	69
17	Lugar de Investigación.	69
18	Controlador de presión.....	75
18.1	GPRS NEPTUNE II FM.....	75

18.2	PEGASUS+ 3G	77
18.3	SEBALOG D-3.....	78
18.4	Triton I PF	80
19	Métodos.....	81
20	Metodología.....	82
21	Resultados.....	82
22	Mallas topográficas del Macro-Sector Enrique C. Livas.....	83
22.1	Comportamiento I.....	86
22.2	Comportamiento II	90
22.3	Comportamiento III	92
22.3.1	Consumo de agua.....	92
22.4	Cálculo del Coeficiente de Uniformidad de Christiansen y Eficiencias (Ea y Er).....	94
22.5	Eficiencia de requerimiento (Er)	94
22.6	Eficiencia de aplicación (Ea).....	94
22.7	Comportamiento III puntos críticos.....	97
22.8	Comportamiento IV Factor de relación	104
23	Monta de mallas, topográfica con presiones de registro 13/05/2021	108
24	Conclusión.....	109
25	Referencia bibliográfica	112
26	ANEXOS	114

Índice de imágenes

<i>Imagen 1 Distribución global del agua en el mundo.</i>	21
<i>Imagen 2 Población y extracción de agua en el mundo.</i>	22
<i>Imagen 3 Escasez física y/o economía de agua a nivel mundial.</i>	23
<i>Imagen 4 Usos consuntivos del agua en México</i>	26
<i>Imagen 5 Elementos que conforma una cuenca.</i>	27
<i>Imagen 6 Ubicación de la zona metropolitana de Monterrey.</i>	27
<i>Imagen 7 Regiones hidrológicas, corrientes superficiales y cuerpos de agua del estado de Nuevo León.</i>	28
<i>Imagen 8 Fuentes de abastecimiento del agua potable para la ciudad de Monterrey.</i>	30
<i>Imagen 9 Sectorización.</i>	32
<i>Imagen 10 Macro-Sectores en la ciudad Metropolitana de Monterrey.</i>	32
<i>Imagen 11 Modulación de presiones</i>	34
<i>Imagen 12 Modulación de presiones.</i>	35
<i>Imagen 13 Telemetría ciudad metropolitana Monterrey.</i>	36
<i>Imagen 14 Válvula de compuerta.</i>	40
<i>Imagen 15 Válvula mariposa.</i>	41
<i>Imagen 16 Válvula Reguladora de presión.</i>	42
<i>Imagen 17 El aire en la tubería.</i>	44
<i>Imagen 18 Teorema de Bernoulli.</i>	46
<i>Imagen 19 Tabla de datos de Coeficiente de Rugosidad de Hazen.</i>	49
<i>Imagen 20 Altura piezométrica.</i>	53

<i>Imagen 21 Carga estática de la bomba.</i>	54
<i>Imagen 22 Carga estática de la bomba (succión ahogada o positiva).</i>	55
<i>Imagen 23 Carga estática de la bomba.</i>	55
<i>Imagen 24 Carga estática de la bomba (succión elevada o negativa).</i>	56
<i>Imagen 25 Carga dinámica.</i>	56
<i>Imagen 26 Controlador Triton I PDF, para el registro de presiones en los puntos críticos para las 24 hrs.</i>	65
<i>Imagen 27 SEBALOG D-3, Registrador de datos de presión y caudal con GPRS PDF, para los puntos críticos las 24 hrs.</i>	65
<i>Imagen 28 Llave Stilson.</i>	66
<i>Imagen 29 Pericas.</i>	66
<i>Imagen 30 Reducción campana roscada de hierro.</i>	67
<i>Imagen 31 Manómetro.</i>	67
<i>Imagen 32 Ubicación satelital del Macro Sector y punto de abastecimiento (Válvula Reguladora de Presión).</i>	70
<i>Imagen 33 Localización de punto de abastecimiento (Válvula Reguladora de Presión) y Puntos críticos.</i>	71
<i>Imagen 34 Puntos de medición Macro-Sector Enrique C. Livas.</i>	71
<i>Imagen 35 Puntos críticos y localización de VRP (Válvula Reguladora de Presión).</i>	72
<i>Imagen 36 Mapa cotas Macro-Sector Enrique C. Livas.</i>	73
<i>Imagen 37 GPRS NEPTUNE II FM.</i>	76
<i>Imagen 38 PEGASUS+ 3G</i>	77
<i>Imagen 39 SEBALOG D-3.</i>	79

<i>Imagen 40 Triton I PF.</i>	80
<i>Imagen 41 Malla Topográfica Macro-Sector Enrique C. Livas.</i>	83
<i>Imagen 42 Malla Topográfica 3D Macro-Sector Enrique C. Livas.</i>	84
<i>Imagen 43 Comportamiento primer medición en campo.</i>	86
<i>Imagen 44 Comportamiento segunda medición en campo.</i>	87
<i>Imagen 45 Comportamiento tercera medición en campo.</i>	88
<i>Imagen 46 Comportamiento cuarta medición en campo.</i>	89
<i>Imagen 47 Representación de punto de abastecimiento VRP (Válvula Reguladora de Presión) y punto crítico Gonzalito. Elaboración propia. AutoCAD.</i>	105
<i>Imagen 48 Representación de punto de abastecimiento VRP (Válvula Reguladora de Presión) y punto crítico Terranova.</i>	106
<i>Imagen 49 Representación de punto de abastecimiento VRP (Válvula Reguladora de Presión) y punto crítico Bolivia.</i>	108
<i>Imagen 50 Monta de Mallas (Topográfica y Presión).</i>	108

Índice de tablas

<i>Tabla 1 Datos de los Macro-Sectores.</i>	32
<i>Tabla 2 Valores de la eficiencia en los usos consuntivos del agua (Bailaron, 2002).</i>	39
<i>Tabla 3 Presión de vapor del agua con respecto a las temperaturas.</i>	43
<i>Tabla 4 Datos del punto de alimentación.</i>	70
<i>Tabla 5 Datos técnicos de GPRS NEPTUNE II FM.</i>	76
<i>Tabla 6 Datos técnicos de PEGASUS + 3G.</i>	78

Tabla 7 Datos técnicos de SEBALOG D-3.....	79
<i>Tabla 8 Datos técnicos de Triton I PF.....</i>	<i>81</i>
<i>Tabla 9 Resultados de mediciones en campo.</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 10 Datos de los puntos críticos.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabla 11 Resultados de los puntos críticos.</i>	<i>103</i>
<i>Tabla 12 Datos de los puntos medidos.</i>	<i>114</i>
<i>Tabla 13 Resultados de la medición de presiones.</i>	<i>116</i>
Tabla 14 Primer CUC registro de campo.....	118
<i>Tabla 15 Segundo CUC registro de campo.</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 16 Tercer CUC registro de campo.</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 17 Cuarto CUC registro de campo.....</i>	<i>121</i>
Tabla 18 Datos para Ea y Er 1er medición.	123
Tabla 19 Datos para Ea y Er 2nda medición.....	124
<i>Tabla 20 Datos para Ea y Er 3era medición.</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 21 Datos de Ea y Er 4ta medición.</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 22 Datos del punto crítico Gonzalitos 12-13/05/2021.</i>	<i>127</i>
Tabla 23 CUC, Ea y Er Punto crítico Gonzalitos.	129
<i>Tabla 24 Datos del punto crítico Terranova 12-13/05/2021</i>	<i>137</i>
Tabla 25 CUC, Ea y Er Punto Crítico Terranova.	144
<i>Tabla 26 Datos del punto crítico Bolivia 12-13/05/2021</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 27 Datos del punto crítico Bolivia 13/05/2021</i>	<i>155</i>
Tabla 28 CUC, Ea y Er Punto Crítico Bolivia 12/05/2021	159
Tabla 29 CUC, Ea y Er Punto Crítico Bolivia 13/05/2021.....	163

Índice de gráficas

<i>Gráfica 1 Representación de las zonas para la Ea y Er.</i>	59
<i>Gráfica 2 Primer registro toma domiciliaria vs VRPs.</i>	90
<i>Gráfica 3 Segundo registro toma domiciliaria vs VRPs.</i>	91
<i>Gráfica 4 Tercer registro toma domiciliaria vs VRPs.</i>	91
<i>Gráfica 5 Cuarto registro toma domiciliaria vs VRPs.</i>	92
<i>Gráfica 6 Consumo de agua.</i>	93
<i>Gráfica 7 Gasto y presión de agua martes 11/05/2021.</i>	93
<i>Gráfica 8 Primer medición CUC.</i>	95
<i>Gráfica 9 Segunda medición CUC.</i>	95
<i>Gráfica 10 Tercera medición CUC.</i>	96
<i>Gráfica 11 Cuarta medición CUC.</i>	96
<i>Gráfica 12 Primer comportamiento crítico Gonzalitos 12/05/2021.</i>	98
<i>Gráfica 13 Segundo comportamiento crítico Gonzalitos 13/05/2021.</i>	98
<i>Gráfica 14 Primer comportamiento crítico Terranova 12/05/2021.</i>	99
<i>Gráfica 15 Segundo comportamiento crítico Terranova 13/05/2021.</i>	99
<i>Gráfica 16 Primer comportamiento crítico Bolivia 12/05/2021.</i>	99
<i>Gráfica 17 Segundo comportamiento crítico Bolivia 13/05/2021</i>	100
<i>Gráfica 18 CUC Primer comportamiento punto crítico Gonzalitos 12/05/2021.</i>	100
<i>Gráfica 19 CUC Segundo comportamiento punto crítico Gonzalitos 13/05/2021.</i>	101
<i>Gráfica 20 CUC Primer comportamiento punto crítico Terranova 12/05/2021.</i>	101

<i>Gráfica 21 Segundo comportamiento punto crítico Terranova 13/05/2021.</i>	102
<i>Gráfica 22 CUC Primer comportamiento punto crítico Bolivia 12/05/2021.</i>	102
<i>Gráfica 23 CUC Segundo comportamiento punto crítico Bolivia 13/05/2021.</i>	102
<i>Gráfica 24 Primer comportamiento punto Gonzalitos línea de tendencia.</i>	104
<i>Gráfica 25 Segundo comportamiento Gonzalitos línea de tendencia.</i>	104
<i>Gráfica 26 Primer comportamiento Terranova línea de tendencia.</i>	105
<i>Gráfica 27 Segundo comportamiento Terranova línea de tendencia.</i>	106
<i>Gráfica 28 Primer comportamiento Bolivia línea de tendencia.</i>	107
<i>Gráfica 29 Segundo comportamiento Bolivia línea de tendencia.</i>	107

3 RESUMEN

En la presente tesis daré a conocer los resultados de la investigación **Eficiencia hídrica en la distribución de la red de agua potable a través de la modulación de presiones en un sistema automatizado**, que se realizó en la ciudad metropolitana de Monterrey, **en el Macro-Sector Enrique C. Livas**.

Se evaluaron 34 puntos reconocidos como tomas domiciliarias, en zonas estratégicas dentro del Macro-Sector, que se eligieron en base a la altimetría (cotas específicas) y la distancia con respecto del punto de la distribución de agua (Válvula Reguladora de Presión).

El principal objetivo de esta investigación es evaluar el comportamiento hidráulico a través de la eficiencia de campo con respecto a la distribución del agua potable, dentro del Macro-Sector Enrique C. Livas, los parámetros involucrados en este procedimiento son: presión, gasto, desnivel topográfico, puntos críticos y horarios críticos.

Se utilizó el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) para el análisis del comportamiento, ya que estadísticamente es la desviación media estándar de los valores con respecto a un requerimiento, es un parámetro que nos sirve para evaluar la relación que existe entre los datos y su desviación. Es decir, el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) nos muestra el comportamiento final del fenómeno, ya que es una medida de campo y su efecto o causa se tiene que interpretar más en conjunto o integrar la información del por qué la magnitud de la variable.

Este coeficiente de uniformidad involucra tres áreas, una es la que muestra que tan uniformemente ocurrieron los datos, otra es la eficiencia de aplicación, y la última que es la más importante la

eficiencia de requerimiento en la cual está basada la hipótesis del organismo operador. ***Es decir, en que porciento le cumples a tus demandas y cuál es el costo de ello.***

Es una herramienta muy utilizada en el sector agrícola, ya que en los sistemas de riego nos ayuda a determinar qué tan eficientemente se está operando un sistema de riego, o que tan eficiente se utilizan o aplican los recursos naturales, especialmente el agua.

Palabras clave:(Eficiencia de aplicación, Eficiencia de requerimiento, Presión, Gasto, Horarios Critico, Puntos Críticos, CUC, Distribución de Agua, Desnivel Topográfico, Automatización, Sectorización).

4 ABSTRACT

In this thesis I will present the results of the research Water efficiency in the distribution of the drinking water network through the modulation of pressures in an automated system, which was carried out in the metropolitan city of Monterrey, in the Macro-Sector Enrique C. Livas.

We evaluated 34 points recognized as household intakes, in strategic areas within the macro sector, which were chosen based on altimetry (specific dimensions) and distance from the point of water distribution (pressure throttle).

The main objective of this research is to evaluate the hydraulic behavior through the field efficiency with respect to the distribution of drinking water within the Macro-Sector Enrique C. Livas, the parameters involved in this procedure are: pressure, expenditure, topographic slope, critical points and critical schedules.

The CUC (Christiansen Uniformity Coefficient) was used for the analysis of behavior, since statistically it is the mean standard deviation of the values with respect to a requirement, it is a parameter that serves us to evaluate the relationship that exists between the data and its deviation. That is, the CUC (Christiansen Uniformity Coefficient) shows us the final behavior of the phenomenon, since it is a field measure and its effect or cause has to be interpreted more together or integrate the information of why the magnitude of the variable.

This uniformity coefficient involves three areas, one is the one that shows how uniformly the data occurred, another is the application efficiency, and the last one that is the most important the requirement efficiency on which the operator organism hypothesis is based. That is, in what percentage you meet your demands and what is the cost of it.

It is a tool widely used in the agricultural sector, since in irrigation systems it helps us to determine how efficiently an irrigation system is operating, or how efficiently natural resources are used or applied, especially water.

Keywords:(Application efficiency, requirement efficiency, Pressure, Expenditure, Critical Schedules, Critical Points, CUC, Water Distribution, Topographic Slope, Automation, Sectorization).

5 Introducción

La historia de la ciudad de Monterrey comenzó en la época prehispánica con un grupo étnico, quienes fueron nombrados por los españoles como: “Los Rayados” “Borrados” o “Pintados” porque solían decorar su cuerpo con pinturas de colores, para honrar a sus Dioses.

Se tuvieron tres intentos de asentamiento, el primer asentamiento se llamó Valle de Santa Lucía y fue fundado en 1517 por el sacerdote portugués Alberto del Canto. El segundo asentamiento; San Luis Rey de Francia que fue fundado en 1582 por Luis Carvajal y de la Cueva quien fue el primer colonizador, años más tarde en 1596 se fundó lo que originalmente hoy se conoce como Monterrey a cargo de Diego Montemayor que le asignó el nombre de Ciudad Metropolitana de Nuestra Señora de Monterrey, quien lo hizo con tan solo 12 individuos.

En la época de independencia, Monterrey no se vio notablemente afectado, pero fue hasta el Porfiriato cuando alcanzó una importancia financiera e industrial, se crearon las primeras implantaciones industriales, altos hornos, fábricas cementeras, de vidrio y cerveceras.

La ciudad de Monterrey al ver el constante crecimiento industrial que se venía dando, se vio a la necesidad de realizar un sistema de abastecimiento de agua eficiente, para satisfacer las necesidades de la población.

Fue en el año 1984, cuando el gobernador Alfonso Martínez Domínguez emprendió con el programa “Agua para todos”, que consistió en la realización de un Anillo de Transferencia, el cual consiste en una línea hidráulica de 48” con una longitud de 52 Km, que interconecta a 13 tanques, con esta se realiza la distribución del agua de Monterrey.

El abastecimiento del agua potable se da por las siguientes presas y pozos:

1. Presa La Boca.
2. Presa Cerro Prieto.
3. Presa El Cuchillo.
4. Sistema Buenos Aires
 - 41 pozos profundos: Mina y Buenos Aires
 - 59 pozos someros y 5 pozos profundos
5. Área Metropolitana
 - 3 túneles: Cola de Caballo I y II y San Francisco
 - 1 Manantial: La Estanzuela
 - 1 Galleria Filtrante: La Huasteca

En la actualidad el abastecimiento del agua, debe ser altamente eficiente en cuanto a cantidad y calidad.

5.1 El agua en el Mundo

El agua es una sustancia esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida, es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta, es un recurso crucial para la humanidad y para el resto de los seres vivos, es una fuente de vida y un recurso no renovable que determina una gran parte del desarrollo y el desenvolvimiento en el futuro de los países.

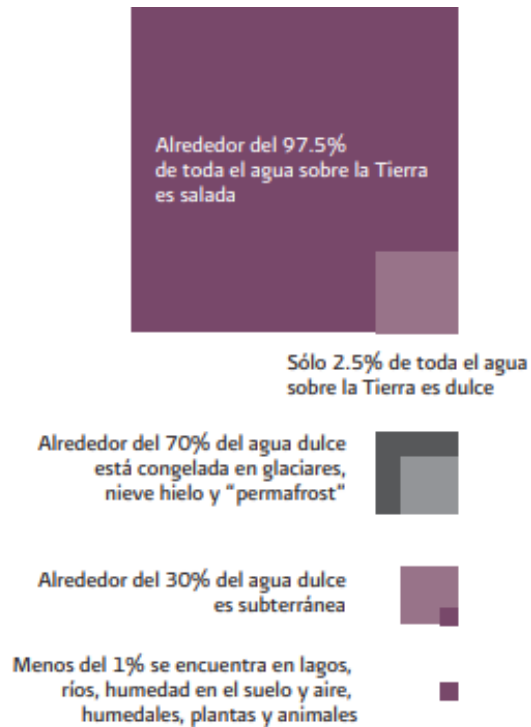
La disponibilidad del agua en el mundo es de aproximadamente 1,386 millones de km³ de los cuales el 97.5% es agua salada y tan solo un 2.5% es agua dulce, es decir aproximadamente 35 millones de km³, de esta cantidad de agua el 70% no está disponible, ya que se encuentra en forma de glaciares, nieve o hielo, por lo que técnicamente se habla de muy poca cantidad de agua disponible para el uso humano, siendo aproximadamente menos del 1%, que se encuentra en lagos, ríos, humedad en el suelo, plantas y animales.

El agua dulce escasea cada vez más, debido al aumento drástico del crecimiento de la población.

A nivel global la disponibilidad de agua dulce debe ser garantizada para una población que está en constante crecimiento y además desarrollándose urbanamente.

Imagen 1

Distribución global del agua en el mundo.



Fuente: Clarke, R. Y J. King. *The Water Atlas*. (2004)

La calidad del agua se ve cada vez más afectada, en aspectos industriales, agrícolas y potables. Estadísticas mencionan que, en los últimos años, los seres humanos hemos ocasionado una contaminación de recursos hídricos a una escala sin precedentes. Cada día se desechan 2 millones de toneladas de aguas residuales sin tratar, desechos industriales y agrícolas, del 90% de los desechos sin procesar el 70% se vierte en aguas superficiales.

El gráfico de abajo combina la extracción de agua mundial y la población mundial a lo largo del tiempo.

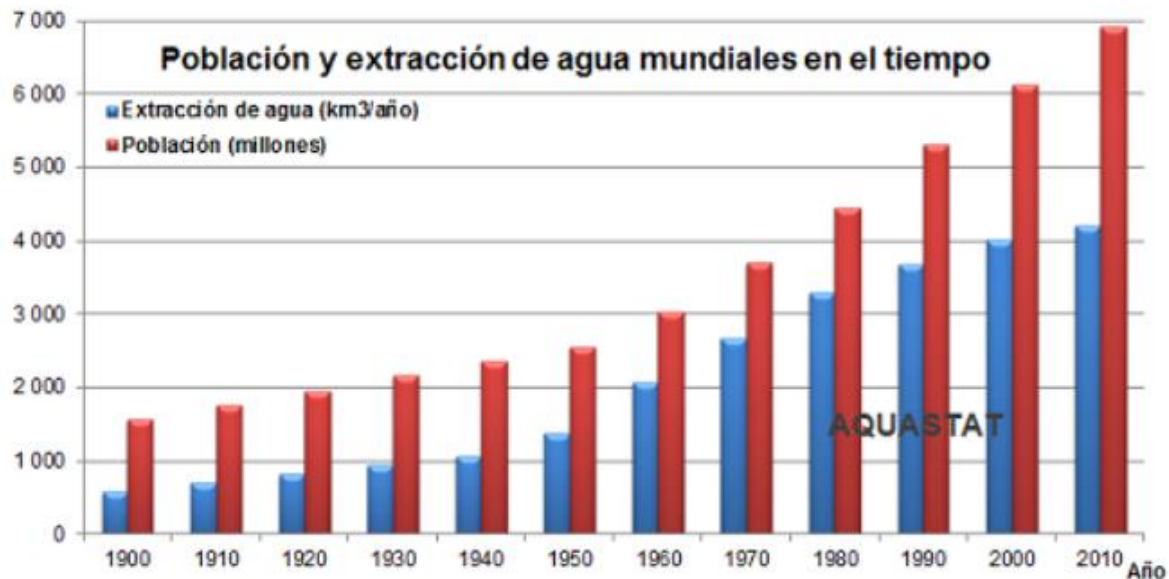
La población mundial aumentó 4.4 veces en el último siglo mientras que la extracción de agua aumentó 7.3 veces en el mismo periodo.

El crecimiento de la población va de 1900 a 2010, en un intervalo de 10 años, notándose el incremento de extracción del agua, que se da, debido al crecimiento de la población.

La población mundial aumentó en un 340 por ciento o en un 1.3 por ciento anual, variando desde 1 por ciento anual del periodo 1900-1940 y a 1.6 por ciento anual durante el periodo 1970-2010. Entre 1900 y 2010, la extracción de agua aumentó en un 630 por ciento o en un 1.8 por ciento anual, variando desde 1.5 por ciento anual durante el periodo 1900-1940 a un 1.1 por ciento anual durante el periodo 1970-2010. El mayor aumento en la extracción de agua tuvo lugar entre 1950 y 1960, 4.2 por ciento anual, mientras que fue tan solo 0.5 por ciento anual durante el periodo 2000-2010.

Imagen 2

Población y extracción de agua en el mundo.



Fuente: AQUASTAT - Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua. ONU (Organización de las Naciones Unidas).

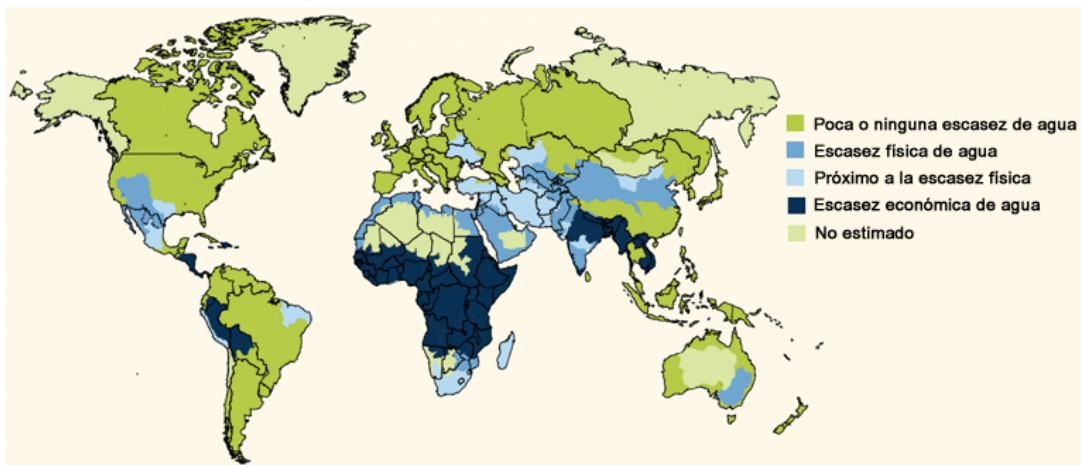
La escasez del agua afecta a todos los continentes, 1,200 millones de personas viven en áreas de escasas de agua, que es aproximadamente una quinta parte de la población y 500 millones se aproximan a esta situación al igual 1,600 millones se enfrentan a situaciones de escasez económica, donde carecen de infraestructura para transportar el agua ya sea de ríos o de acuíferos, que es cerca de un cuarto de la población.

Los principales desafíos del siglo XXI, al que nos estamos enfrentando, es al uso y consumo de agua, que creció a un ritmo dos veces superior de la tasa de crecimiento de la población, teóricamente no se puede hablar de escasas hídrico a nivel global, pero va en aumento las regiones con nivel de carencia de agua.

La escasas del agua es un fenómeno no solo natural, sino también causado por la acción del ser humano. Tenemos la suficiente agua potable para abastecer, pero está distribuida de forma irregular, se desperdicia, se contamina y se gestiona de manera insostenible.

Imagen 3

Escasez física y/o economía de agua a nivel mundial.



Fuente: Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), marzo de 2012. Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.

Una zona experimenta estrés hídrico, cuando el suministro está por debajo de los 1,700 M³ y cuando ese mismo suministro sea debajo de los 1,000 M³ se habla de una escasez de agua y en escasez absoluta es cuando la tasa es menor de 500 M³.

La cantidad de agua disponible en el planeta es suficiente para cubrir las necesidades de la población, solo que, por el excesivo e incorrecto uso, provoca una falta de este recurso a nivel mundial.

5.2 Agua Subterránea

Las aguas subterráneas abastecen de agua potable por lo menos al 50% de la población mundial y representan el 43% de toda el agua utilizada para el riego (FAO, 2010). A nivel mundial, 2,500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua (UNESCO, 2012). Se estima que el 20% de los acuíferos mundiales está siendo sobreexplotado (Gleeson et al., 2012), lo que va a tener graves consecuencias, como el hundimiento del suelo y la intrusión de agua salada (USGS, 2013).

5.3 El agua en México

México enfrenta actualmente graves problemas de disponibilidad, desperdicio y contaminación del agua. INEGI, SEMARNAT y CONAGUA informan que los recursos hídricos más contaminados y sobreexplotados se concentran en las zonas más pobladas del país, escaseándose más este recurso y provocando una calidad de agua inadecuada para el consumo humano.

Los seres humanos no realizamos conciencia de este gran y fundamental elemento, que es indispensable para la mayoría de las actividades diarias.

El principal problema que genera la escasez del agua, es la limitación del acceso de este líquido vital, provocando una crisis por el acceso al agua no equitativo, las personas más afectadas son las personas con escasos recursos y los países en desarrollo entre ellos México.

México recibe alrededor de 1,489 millones de M³ al año en forma de precipitación, de los cuales el 67% cae en la parte sur-sureste en regiones como Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Yucatán, Veracruz y Tabasco, de ese porcentaje un 73% se evapora y regresa a la atmósfera, el 22% regresa a los ríos o arroyos y 5% se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos.

El alto incremento de población en México y la concentración de las zonas urbanas, ha disminuido la disponibilidad del agua.

El Consejo Consultivo del Agua, menciona que en México el consumo diario de agua es de 190 litros por persona.

5.3.1 Usos del agua en México

El volumen de agua que usamos en México es tan sólo el 17% del agua disponible, el resto lo desperdiciamos, la mayoría termina en los océanos que rodean nuestro país.

La mayor parte del agua que se extrae en el país se destina a las actividades agropecuarias (77%), le sigue el uso para abastecimiento público con 14% del volumen total de agua extraída, el industrial con 4%, y para uso termoeléctrico 5%.

Imagen 4

Usos consuntivos del agua en México



Fuente: Los diferentes usos del agua pdf, pag1.

5.3.2 Cuencas hidrográficas

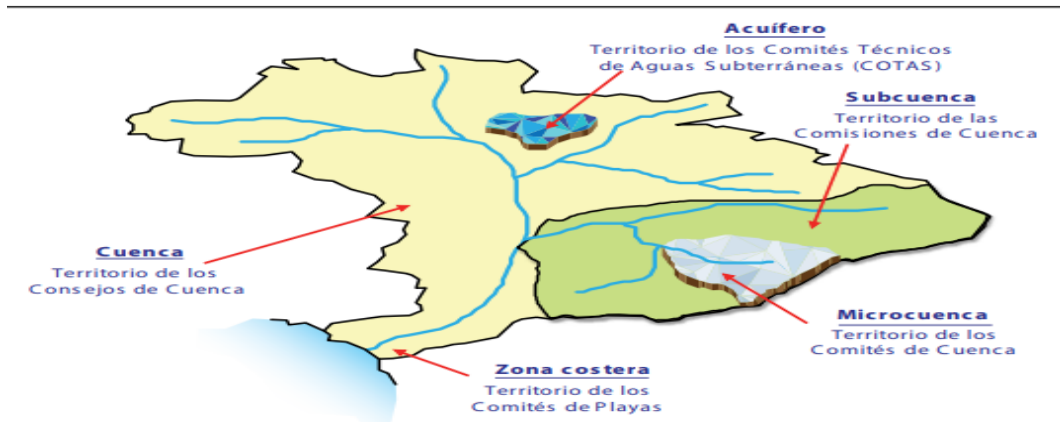
Las cuencas son territorios, cuyas aguas van en un mismo sentido.

Es una superficie en la cual se dirigen las gotas de lluvia que se drenan por gravedad, toda esta cantidad de agua se drena a un punto fijo, llámese río, laguna o un punto estratégico, los límites de una cuenca se le conoce como “parteaguas” o “divisoras de agua”.

En México, existen 1,471 cuencas hidrográficas, las cuales registran una alta diversidad geohidrología, de 1950 a 2012 la disposición del agua renovable sufrió una escasez. En el año 1950 se mostró una disposición renovable de agua de 18, 282 M³ por habitante, mientras que para el año 2012 fue de 4,028 M³ por habitante y se proyecta en el 2030 una relación del agua de 3,430 M³ por habitante.

Imagen 5

Elementos que conforma una cuenca.

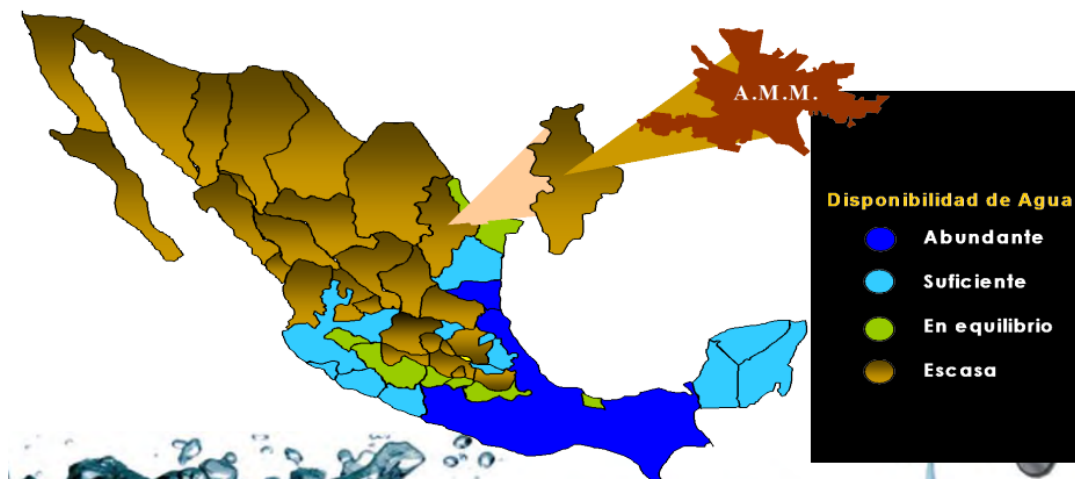


Fuente: Agni Otto García García y José Alfredo Galindo Sosa (abril - junio 2015). Los consejos de cuencas y la participación social en la gestión del agua.

5.4 El agua en Monterrey

Imagen 6

Ubicación de la zona metropolitana de Monterrey.



Fuente: Agua en el Norte de México.

La superficie total de Monterrey es de 781.438 km², Monterrey se caracteriza por ser una ciudad con un marcado desnivel topográfico.

El encargado del manejo de la distribución del agua es: Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, quien realiza por cuenta propia y sin subsidios, todas las actividades para el abastecimiento del agua para el aprovechamiento y uso del público urbano.

En la ciudad de Monterrey el consumo de agua se ha disparado enormemente, mientras las fuentes de agua son las mismas, las cifras citadas por Servicio de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), dicen que en el 2017 se consumía un promedio de 13.9 M³/s; en el 2018 subió a 14.1 M³/s; en el 2019 a 14.6 M³/s y para el 2020 llegó hasta 15.1 M³/s, así también menciona que los habitantes que se tenían en el 2017 era de 1 607 532; en el 2019 había 1 710 206 usuarios es decir incremento 102 674. Debido a la situación del COVID-19, en el 2020 el incremento del consumo del agua fue aún mayor.

Las fuentes de abastecimiento del agua potable para la ciudad de Monterrey son las siguientes:

1. Presa La Boca, con capacidad de 39.5 Mm³.
2. Presa Cerro Prieto, con capacidad de 300.0 Mm³.
3. Presa El Cuchillo, con capacidad de 1,123 Mm³.
4. Sistema Buenos Aires

41 Pozos Profundos: Mina y Buenos Aires

59 Pozos Someros y 5 Pozos Profundos

5. Área Metropolitana

3 Tuneles: Cola de Caballo I y II y San Francisco

1 Manantial: La Estanzuela

1 Galleria Filtrante: La Huasteca

Imagen 8

Fuentes de abastecimiento del agua potable para la ciudad de Monterrey.



Fuente: Servicio de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM).

La ciudad de Monterrey para el cumplimiento de la eficiencia, calidad y cantidad, realiza técnicas para mejorar el rendimiento del abastecimiento de agua potable entre ellas están las siguientes:

- Disminuir perdidas reales.
- Sectorización de la red para poder detectar el lugar donde se presenta el problema.
- Telemando y telecontrol mediante sensores.

5.4.1 Sectorización.

Los organismos operadores adoptan prácticas e implementan acciones que les permitan administrar la red de abastecimiento de forma continua y controlada, una de esas prácticas es la sectorización de las redes de agua potable, cuyo objetivo principal es generar zonas de suministro independientes.

El propósito de sectorizar la red de distribución de agua, es el de incrementar su eficiencia hidráulica y ejercer un mayor control operativo de parámetros como la presión, la cantidad de agua, detección de fugas. Los sectores tienen forma irregular y el número de usuarios dentro de él depende de la disponibilidad de agua y de la infraestructura existente.

De esta manera, cada sector funciona por separado de los demás y, con ello, mejora la redistribución y el control del caudal suministrado, así como sus presiones.

El término de sectorización proviene de la subdivisión de un elemento o cuerpo, para poder tener más control y manipular la administración de las variables que se involucran en un proceso. Como la división de redes en sectores para un mejor abastecimiento.

La implementación de la sectorización en Monterrey se inició en el año 1995 para que los usuarios reciban un servicio de calidad en los aspectos hidráulicos (volumen y presión).

Tabla 1
Datos de los Macro-Sectores.

Macro-Sectores modulados	111
Tomas moduladas	625,512
Recuperación (lps)	1,215.25

Fuente: Servicio de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM).

5.4.2 Modulación de presión

La sectorización debe ir acompañada de la modulación de presiones, que consiste en instalar equipos de medición de presión y gasto, registro, transmisión de parámetros hidráulicos, así como una plataforma de monitoreo de los datos medidos, para obtener una mejor eficiencia en la red de abastecimiento.

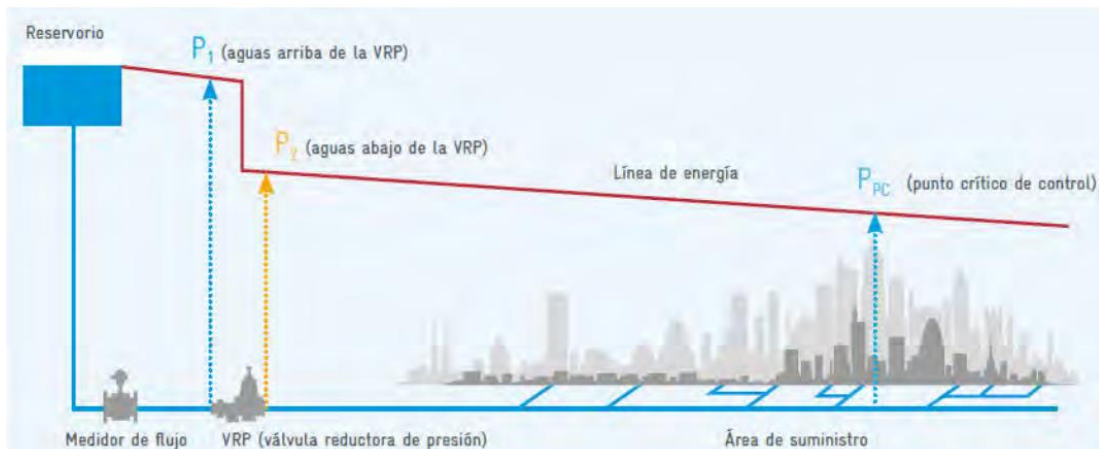
La modulación de presiones reduce las pérdidas reales, teniendo un control de presiones altas y bajas, disminuyendo fugas y fallas.

Fue en el año 2015 cuando se realizó el programa de modulación de presiones de la red de agua potable, el propósito consistió en entregar al usuario una presión que vaya de 1.5 kgs/cm² a 3.5 kgs/cm².

En cualquier red si no se tiene control en la modulación de presiones, aumenta las roturas de tuberías y alimenta a fugas en la red de abastecimiento, disminuyendo drásticamente la calidad del servicio.

Imagen 11

Modulación de presiones



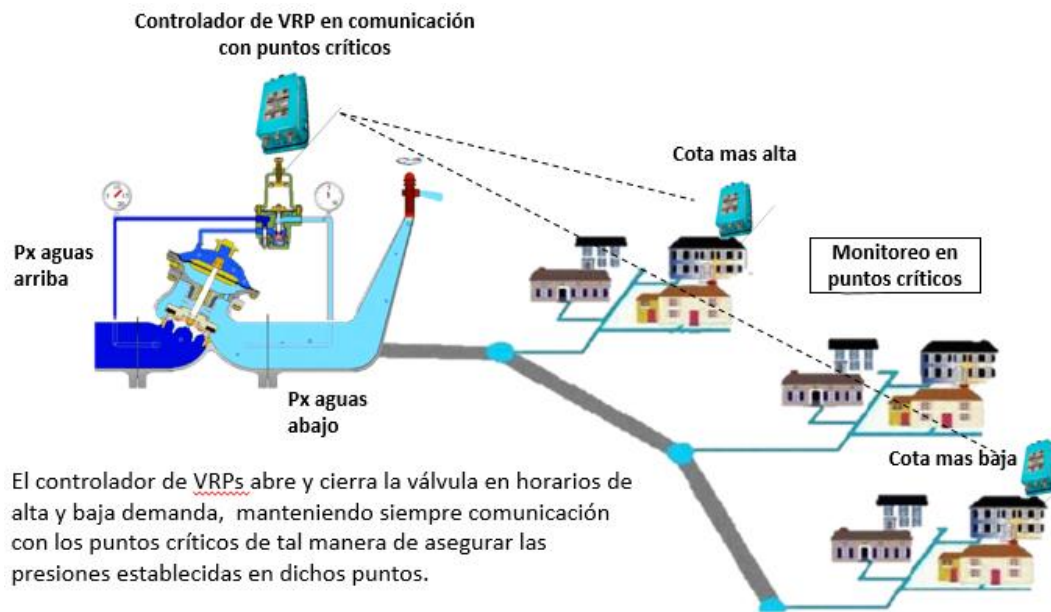
Fuente: Seminario de la red temática en gestión y temática del agua, Ricardo Alberto Munguia Alfaro.

Los beneficios que se obtienen al momento de modular las presiones son:

- La protección de las tuberías
- Reducción de fugas.
- Recuperación de caudal suministrado.
- Gestión y control del agua en época de sequía/o contingencia.
- Control inteligente de la presión, diurnas, nocturnas, fines de semana y emergencia (hidrantes) en diversos puntos de la red, con altas o bajas cotas.
- Mayor volumen de caudal disponible.
- Ahorro energético.

Imagen 12

Modulación de presiones.



Fuente: Servicio de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM).

La modulación de presiones: es el control de la presión mínima nocturna, la presión máxima durante el día entre semana y fines de semana o en caso de emergencia (hidrantes) para una mejora de eficiencia y servicio para el usuario.

5.4.3 Telecontrol y telemetría mediante sensores

El telecontrol es un sistema de envío o intercambio de información remota, consiste en el envío de indicaciones a distancia mediante un enlace de transmisión, proporciona información del estado de funcionamiento del sistema de agua, optimiza los recursos hídricos y un mayor aprovechamiento del agua disponible al tener un control total sobre el agua distribuida y las pérdidas de agua en red.

La telemetría es un sistema que manda el dato fechado, en un tiempo casi real, se encarga de mostrar la información de uno o varios lugares, para llevarlo a un centro de control o computadora donde se procesa la información.

Imagen 13

Telemetría ciudad metropolitana Monterrey.



Fuente: Servicio de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM).

6 Marco teórico

6.1 Uso del agua.

En el abastecimiento se prevén diferente uso del agua que son las clases de utilización de este elemento, como primer factor de prioridad se tiene el abastecimiento de la población, uso agrícola, uso industrial, acuicultura, usos recreativos, navegación y transporte acuático, entre otros aprovechamientos. El termino de uso hace referencia a las diferentes formas de como emplear el agua.

6.1.1 La clasificación de usos es:

6.1.1.1 Consuntivos.

El uso consuntivo es el que se extraen de su ubicación natural, se utiliza el agua para después verterlos en un sitio diferente, reduciéndose en cantidad y en calidad, los usos más habituales de este uso, son doméstico, industriales y agrícolas.

6.1.1.2 No consuntivo.

En este término el agua es utilizada y es devuelta al medio donde se extrajo. En este uso no se requiere sacar el agua de su lugar natural, ni modificar el recurso en cantidad y calidad. Las principales actividades que podemos encontrar son los energéticos, recreativos o de navegación.

6.1.1.3 Prioritarios y secundarios.

Los prioritarios son los que necesitan de manera imprescindible el agua para llegar a un fin, este uso se caracteriza por tener otras fuentes para satisfacer tal necesidad, entre los usos prioritarios podemos encontrar domésticos, industriales y agrícolas.

Secundarios son todos aquellos usos donde no es tan indispensable el agua, como en la generación de energía, vías de comunicación, riego de jardines etc.

6.1.1.4 Comunes y privativos.

Los comunes son aquellos que se realizan sin necesidad de alguna autorización o ley por encima, de esta manera la mayoría de los usos son privativos excepto el consumo, bañarse o abreviar el ganado en los espacios superficiales, sin que se altere la calidad del agua.

6.1.1.5 Compatible e incompatible.

Es la conjugación de un uso que puede beneficiar o afectar a otro.

Los compatibles cuando la realización de uno no afecta a la de otro (baño en un embalse de aprovechamiento hidroeléctrico)

Complementarios, cuando la realización de uno depende de la del otro (embalse que alimenta central hidroeléctrica)

Alternativos o incompatibles, cuando la realización de uno supone un impedimento para el otro (embalse de regadíos y abastecimiento)

6.2 La necesidad del agua.

En la necesidad del agua a diferencia del uso, se considera la calidad y cantidad de agua necesaria y suficiente para satisfacer eficientemente la actividad.

6.3 Demanda del agua.

Es la cantidad de agua o de volumen para precisar cada actividad, en este término existen dos tipos de demanda.

6.3.1 Demanda Neta (Dn)

Es la cantidad de agua necesaria para satisfacer una necesidad en específico.

6.3.2 Demanda Bruta (Db)

Es la cantidad de agua realmente necesaria para atender el uso, entre ambas demandas se puede obtener la eficiencia siendo la relación entre la demanda neta y la demanda bruta.

Formula de la eficiencia:

$$(E = Dn / Db)$$

Tabla 2

Valores de la eficiencia en los usos consuntivos del agua (Bailaron, 2002).

Uso del agua	Eficiencia
Domestico	0.8 a 0.9
Industrial	0.8 a 0.9
Agrícola	0.2 a 0.8

Fuente: Francisco Javier Pérez de la Cruz. (2020). Evaluación de las necesidades de agua para abastecimiento pág. 5

El principal objetivo de los sistemas de abastecimiento de agua, es llevar el fluido potable hasta los usuarios para cumplir un requerimiento básico en presión y gasto contra el tiempo, facilita que el agua avance desde el punto de captación hasta el punto de consumo en condiciones aptas para su consumo.

La red de distribución de agua se constituye de un conjunto de tuberías y accesorios que operan en base a una presión y gasto, la red de abastecimiento se compone de captaciones y conducciones.

6.4 Válvulas

Uno de los accesorios indispensables que debe de contar una red de abastecimiento de agua, son las válvulas que son accesorios que ayudan a tener un control en la red, permitiendo cerrar, cortar o aislar tramos de la red de abastecimiento, evitando el paso del agua en una determinada dirección, así también para aspectos hidráulicos regular presión, velocidad o caudal.

Se describen las válvulas que están instaladas en el punto de alimentación u origen del agua de la distribución de la red.

6.4.1 Válvula de Compuerta

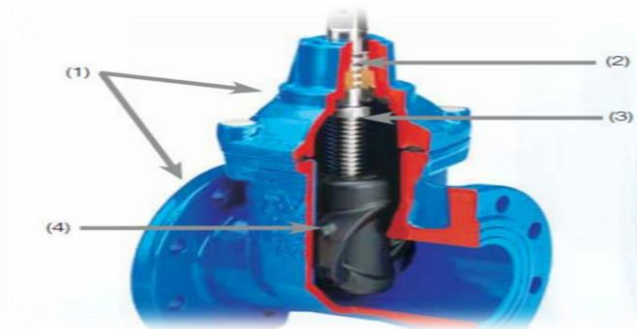
Es un accesorio que permitir o bloquea el paso del agua, cuenta con un disco deslizante-obturador (acero con elastómero) que lo dirige una cúpula-husillo que es el encargado de deslizar en la dirección normal al flujo.

El funcionamiento de esta válvula se basa en las múltiples vueltas que se da a su volante el cual cierra o abre la válvula con una compuerta o cuchilla de cara plana que es el que garantiza el 100% del cierre.

Una de las cosas que es importante destacar de las válvulas de compuerta es que ofrecen mayor capacidad que otras y son muy fáciles de manejar.

Imagen 14

Válvula de compuerta.



- (1) Cuerpo y Tapa
- (2) Empaquetadura
- (3) Huesillo
- (4) Compuerta

Fuente: Juan García Bermejo. 2020. UPCT. Redes de distribución tipología y componentes. Pag 31

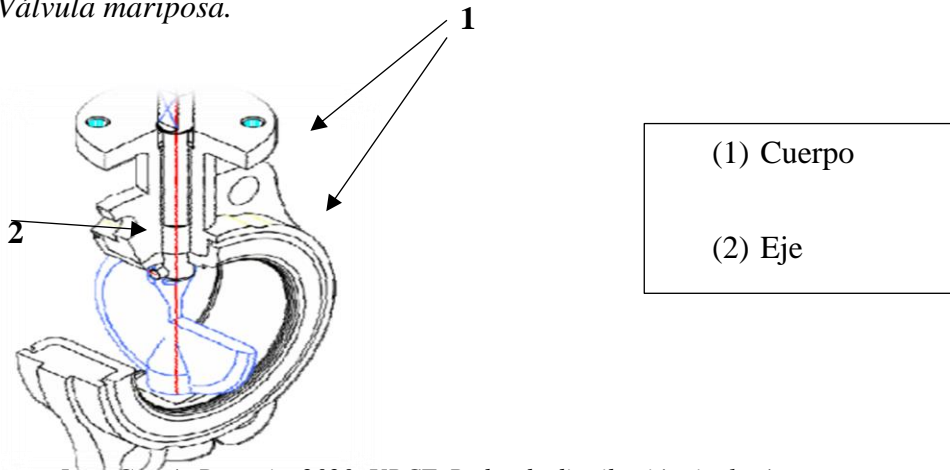
6.4.2 Válvulas de mariposa

Son muy empleadas en las redes de distribución donde la presión es muy alta, este tipo de válvula se caracteriza por la versatilidad.

Su funcionamiento se basa en la rotación de 90°, gira alrededor del eje, con un disco le permite el cierre o apertura total de la red de abastecimiento regulando el caudal.

Imagen 15

Válvula mariposa.



Fuente: Juan García Bermejo. 2020. UPCT. Redes de distribución tipología y componentes. Pag 31.

6.4.3 Válvula Reguladora de presión

La válvula reguladora de presión es uno de los sistemas indispensables para una operación hidráulica, funcionando básicamente para establecer y mantener tensiones constantes, la parte más importante de las válvulas reguladoras de presión, es el piloto que funciona mediante la variación de presión.

Estas válvulas controlan presión y crean pérdida de carga o presión diferencial entre las posiciones de aguas arriba o aguas de abajo.

Su funcionamiento se basa en el control de tres presiones que es la presión de entrada (P_e), presión de salida (P_s) y presión de diafragma (P_d).

Si la válvula piloto está cerrada la regulación de presión sería la siguiente $P_e = P_d$.

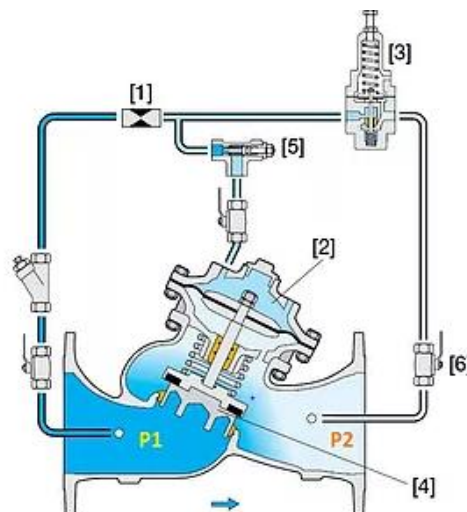
Si la válvula piloto está abierta se establece una circulación de flujo y una compensación de presiones de P_e , P_s dando lugar a una presión intermedia, pero menor a la presión de entrada.

Al ser colocadas en puntos determinados de las tuberías se tiene control tanto de la velocidad y de la cantidad del fluido que circula por la tubería.

En la imagen se observa un corte de una válvula reguladora de presión con sus distintas partes, donde (1) es una restricción cuya función es facilitar la apertura de la válvula, (2) es la cámara superior, (3) es el piloto que comanda la operación de la válvula, (4) es el disco con su asiento que producen el cierre de la válvula, (5) es un válvula aguja que acelera o lentifica el cierre de la válvula restringiendo el flujo de agua hacia la cámara superior (no restringe el flujo en sentido contrario), y (6) es una válvula de seccionamiento manual.

Imagen 16

Válvula Reguladora de presión.



Fuente: Ingeniería de fluidos. Válvula Reguladora de Presión.

6.5 Cavitación

La cavitación tiene un importante efecto en la vida útil de las válvulas y accesorios que se tengan sobre la red de abastecimiento.

La cavitación es un fenómeno que se produce debido al paso a gran velocidad cerca de una obstrucción al flujo, disminuyendo la sección del paso produciendo un descenso brusco de presión, dichos puntos pueden llegar por debajo de la presión del vapor, provocando vibraciones, ruidos elevados y erosión de las paredes internas de la tubería o accesorio.

La presión del vapor es la presión a la cual el líquido se evapora, esta presión varía dependiendo de la temperatura, además de ello se crean microburbujas que mediante movimientos pasan a una zona de elevada presión provocando una implosión.

Tabla 3

Presión de vapor del agua con respecto a las temperaturas.

Presión de vapor del agua	
Temperatura	Presión
10° C	0.12 mca
15° C	0.17 mca
20° C	0.23 mca
30° C	0.42 mca
40° C	0.73 mca
100° C	10.33 mca

Fuente: Juan García Bermejo. UPCT. 2020. Redes de distribución tipología y componentes. Pag 21.

6.6 Golpe de ariete

Otro fenómeno que ocurre en las redes de abastecimiento, es el golpe de ariete que son fuerzas destructivas que se crean debido a un considerable e instantáneo cambio de presión en una red o tubería, ejemplo de este fenómeno es cuando se cierra paso rápidamente a un líquido, el golpe de ariete realiza su alivio desplazándose en sentido inverso hasta quedar disipada toda la energía en la red o encontrar alguna válvula etc, ya que es una propagación de ondas de presión y depresión. Si el golpe de ariete no es efectivamente controlado puede producir la rotura de la tubería por sobrepresión o por depresión, así como generar serios problemas de operación.

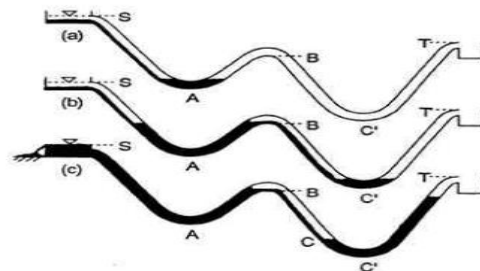
6.7 Aire en las tuberías.

El aire en las tuberías es un serio problema, es común que se presente en una red, aparecen principalmente como bolsones grandes y estacionarios o como burbujas grandes o pequeñas móviles.

Cuando el aire se junta en diferentes partes de la red, puede dar como resultado que el agua no fluya en absoluto. En caso de que el agua vaya a una velocidad muy alta, provocaría que los bolsones de aire se muevan y sea empujado con una porción de agua.

Imagen 17

El aire en la tubería.



Fuente: Gilles Corcos. 2005. Aire en tuberías de agua. Pag 7.

6.7.1 Consecuencias del aire en las tuberías

- Rompen tuberías por las altas presiones o depresiones, el aire situado en dos bolsas de agua se comprime y alcanza elevadas presiones, expandiéndose empujando constantemente bolsa del agua sobre la red y generando sobrepresiones.
- Crea una limitación parcial o total del agua en la red.
- Aumenta la pérdida de eficiencia en el sistema.
- Aumentan costos en la distribución.
- Provoca cavitación en accesorios (válvulas, hidrantes y reguladores de presión).
- Afectará en las mediciones de caudal.
- Los bolsones de aire provocan una pérdida de carga.
- Las pérdidas de carga causadas por la presencia de aire corresponden a la diferencia entre las cotas al comienzo y al final del mismo.

6.8 Teorema de Bernoulli

Para poder entender mejor los fenómenos hidráulicos que pasan en la red de abastecimiento se tienen que tener claros conceptos y formulas básicas que describa el comportamiento del fluido.

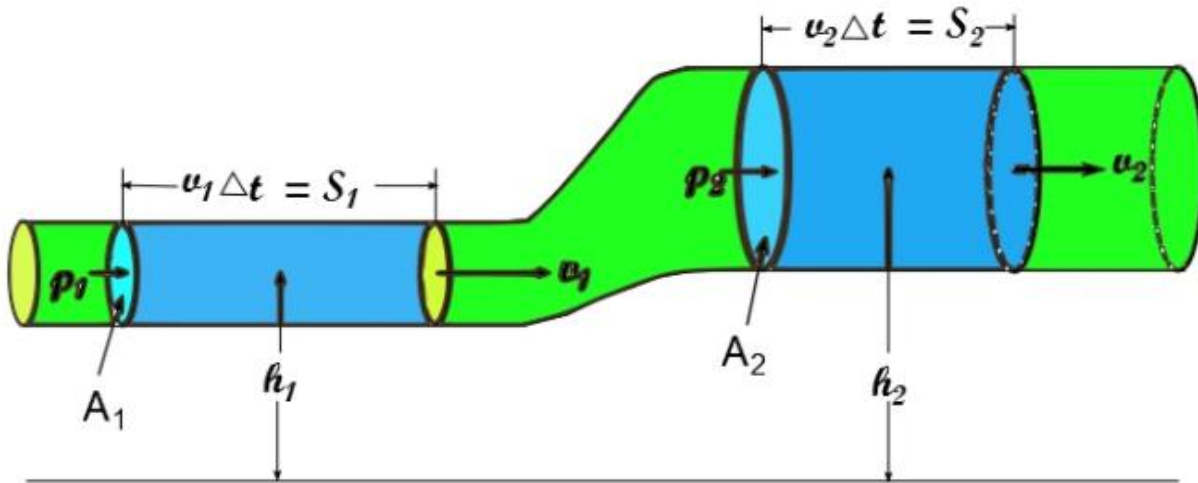
Una de las fórmulas es el Teorema de Bernoulli, que para su explicación me basaré en la imagen, en ella se ilustra que a medida que pasa el volumen por el ducto tendrá que disminuir su velocidad.

Sabemos que la velocidad el fluido del lado derecho es menor, por la ecuación de continuidad. La cantidad de trabajo que se realiza en el lado derecho debe de ser más mayor que la cantidad de

trabajo que realiza la fuerza debida a la presión en el lado izquierdo. Esto significa que la presión en el lado ancho y lento tiene que ser mayor que la presión en el lado angosto y rápido.

Imagen 18

Teorema de Bernoulli.



Fuente: Nestor Almendros. Teorema de Bernoulli

Esta relación inversa entre la presión y velocidad se le conoce como Teorema de Bernoulli, también es un principio que se conoce generalmente como el principio de conservación de la energía y establece que la energía total de un sistema aislado permanece constante.

Teorema de Bernoulli
$$\frac{PA}{\gamma} + \frac{vA^2}{2g} + ZA = \frac{PB}{\gamma} + \frac{vB^2}{2g} + Zb + hf_{AB}$$

6.9 Ecuación de Darcy-Weisbach

La ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación ampliamente usada en hidráulica que relaciona las pérdidas de carga principal, debido a la fricción del fluido a lo largo de una tubería con una

longitud dada, el factor f de Darcy cuenta con las propiedades de densidad y viscosidad del fluido, junto con la rugosidad de la tubería dicho factor puede leerse con relaciones empíricas o con el grafico Moody, esta ecuación es aplicable para cualquier flujo.

Esta fórmula permite la evaluación apropiada del efecto de cada uno de los factores que inciden en la pérdida de energía en una tubería, se puede usar para cualquier tipo de fluido.

Ecuación de Darcy-Weisbach:
$$hf = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

hf : Pérdida de carga debido a la fricción. (m)

f : Factor de fricción de Darcy.

L : Longitud de la tubería. (m)

D : Diámetro interno de la tubería. (m)

v : Velocidad media del fluido (m/s)

g : Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Formula de Darcy-Weisbach escrita en función del caudal

$$hf = f \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5}$$

Factor de fricción, f se relaciona con el número de Reynolds

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

$Re \leq 2300$ flujo laminar.

$2300 \leq Re \leq 4000$ flujo en transición.

$Re \geq 4000$ flujo turbulento.

6.10 Ecuación de Hazen-Williams

Es muy útil para el cálculo de las pérdidas de carga en tubería, debido a que es una ecuación muy práctica para realizar cálculos manuales, a diferencia de la ecuación de Darcy.

Pero tiene una serie de inconvenientes ya que solo es aplicable para el agua y flujos turbulentos.

Contiene un factor c que equivaldría al factor c de la ecuación de Darcy.

Ecuación de Hazen-Williams $Q = 0.2785 * C * (D)^{2.63} * S^{0.54}$

$$v = 0.355 * C * (D)^{0.63} * S^{0.54}$$

Donde

V =Velocidad (m/s).

R =Radio hidráulico (m) (coeficiente del área de la sección recta por el perímetro mojado simplificado $D/4$).

S =Pendiente de carga de la línea de alturas piezométricas (pérdidas de carga por unidad de longitud del conducto [m/m]).

C =Coeficiente de rugosidad relativa de Hazen.

Imagen 19

Tabla de datos de Coeficiente de Rugosidad de Hazen.

Descripción de la tubería	Valor de C
Tuberías rectas muy lisas	140
Tuberías de fundición lisas y nuevas	130
Tuberías de fundición usadas y de acero roblonado nuevas	110
Tuberías de alcantarillado vitrificadas	110
Tuberías de fundición con algunos años de servicio	100
Tuberías de fundición en malas condiciones	80
Tuberías de concreto	120
Tuberías de plástico	150
Tuberías de asbesto-cemento	140

Fuente: Ingeniería hidráulica y ambiental, Evio Alegret Breña

6.10.1 Pendiente de carga

Expresa la caída de presión de columna de agua por un metro de longitud.

Simbología

f = pendiente de carga

hf_{ab} = pérdidas de carga

L_r = Longitud real

C = Coeficiente de rugosidad (depende del material)

Pendiente de carga $f = \frac{hf_{ab}}{L_r}$

$$f = \frac{1782.9 Q^{1.852}}{D^{4.87} C^{1.852}}$$

Despejando $hf_{(ab)} = fL$

6.11 Ecuación de continuidad

Representa la continuidad de un flujo constante incompresible dentro del tubo, proporciona una comprensión básica del área y de la velocidad.

Cuando un fluido fluye por un conducto de diámetro variable, su velocidad cambia debido a la sección transversal, es decir la velocidad es inversamente proporcional a su área, el caudal permanece constante a lo largo de toda la conducción a esto se le conoce como ecuación de continuidad.

$$Q = S_1V_1 = S_2V_2 \dots \dots \dots = S_nV_n$$

6.12 Perdida de carga

6.12.1 Perdidas de carga lineal

En la red de abastecimiento existen perdidas de carga, que son todas aquellas cargas que se provocan debido a la fricción del fluido contra el tubo, las pérdidas de carga lineales pueden despreciarse cuando supongan menos del 5% de las totales y cuando la longitud entre singularidades sea mayor a mil veces el diámetro interior de la tubería.

6.12.2 Perdidas de carga localizadas

Son las pérdidas por los accesorios (válvulas, codos, coples, niples etc.) se determinan de manera experimental y se expresa en base a una altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico K.

$$h_s = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

El coeficiente K es **adimensional** y depende del tipo de singularidad y de la velocidad media en el interior de la tubería

6.12.3 Perdidas de carga totales

Es la suma de las pérdidas de carga lineal y localizadas.

6.13 Presión

La presión es la fuerza que se transmite en un área dada es considerada como un fenómeno físico y se mide N/m².

Los fluidos y gases también ejercen presión sobre los objetos, imagina un objeto dentro de un recipiente de agua, los pesos que influirán sobre él, serán el peso del aire de la atmósfera y la presión que ejerce el peso del agua sobre el cuerpo.

6.13.1 Presión absoluta

Es la presión total que existe en un punto, debido a todas las causas que están influyendo para producirla, siempre y cuando se mida en un vacío perfecto.

$$Presion\ absoluta = Presion\ atmosferica + Presion\ relativa$$

6.13.2 Presión relativa

Es el valor de la sobrepresión que existe sobre el valor de la presión atmosférica, correspondiendo la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica, que es la presión por la cual se mide el manómetro.

6.13.3 Presión atmosférica o presión barométrica

Es la presión en el aire circundante, esta presión varía con la temperatura y la altitud sobre el nivel del mar.

Es la fuerza que ejerce la columna de aire de la atmosfera sobre la superficie terrestre, siendo proporcional a la altitud, es decir cuanto mayor es la altitud, menor será la presión atmosférica.

$$P_a = \rho \cdot g \cdot h$$

- P_a = es la presión ejercida en un punto del fluido.
- ρ = es la densidad del fluido.
- g = es la aceleración de gravedad.
- h = es la profundidad.

6.13.4 Presión negativa

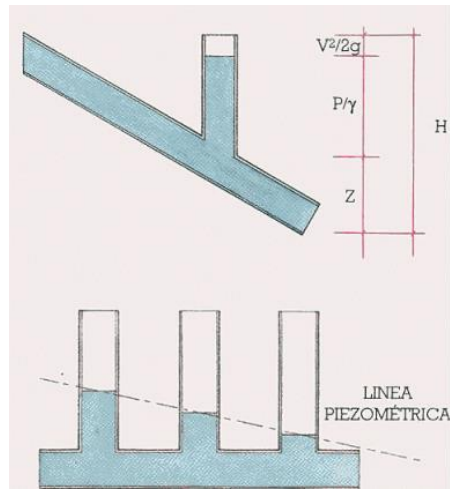
Es una presión de vacío, la presión atmosférica es de 1 kg/cm² cuando en una tubería comienza a tener una presión por debajo de la presión atmosférica comienza a realizarse el vacío, significan que la presión es inferior a los 10.33 mca, pero no significa que el agua no siga fluyendo.

6.14 Altura piezométrica

Es la suma de la cota de la superficie y de la altura dinámica, como ejemplo se puede introducir unos tubos piezométricos verticales sobre un tubo donde se circule agua y el agua se tendrá que subir en una altura piezométrica en metros igual a P/Y .

Imagen 20

Altura piezométrica.



Fuente: Biblioteca ATRIUM de instalaciones de Agua. Océano. Conceptos básicos de hidráulica

En la figura se muestra que la altura piezométrica, es la altura geométrica que se mide desde un plano de referencia $Z=0$ y una altura de presión de agua en el punto considerado P/γ siendo γ la densidad de agua.

6.15 Altura cinética

Es la altura existente entre el nivel máximo del agua que ha subido por la derivación vertical hasta el final de dicha derivación. Depende de la velocidad y aceleración que adquiera el agua desde la conducción principal.

$$\frac{V^2}{2g}$$

6.16 **Altura geométrica**

Es la altura en metros del punto considerado del agua medida desde una cota de referencia, siendo el valor de Z.

6.17 **Carga total**

Es la suma de la altura geométrica (Z), la altura de presión (P/Y) y la altura de velocidad ($v^2/2g$).

6.18 **Carga dinámica total en un sistema de bombeo**

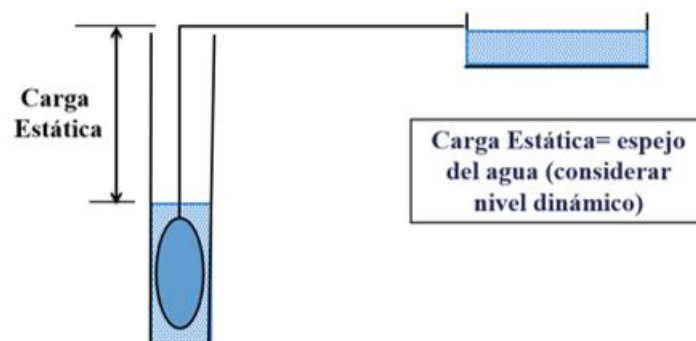
Es la suma de la carga estática y la carga dinámica.

6.18.1 **La carga estática**

Es la que representa la resistencia en un sistema de bombeo, el principal componente de ella es la diferencia entre la elevación y entre la superficie del líquido en la succión y la superficie del líquido en la descarga.

Imagen 21

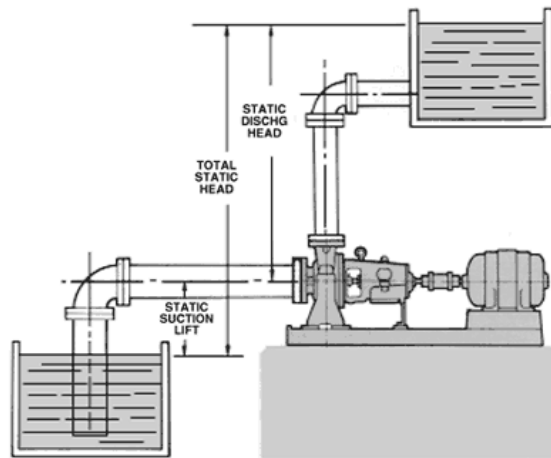
Carga estática de la bomba.



Fuente: Fesmex Fluid equipment supply. Carga dinámica total en un sistema de bombeo.

Imagen 22

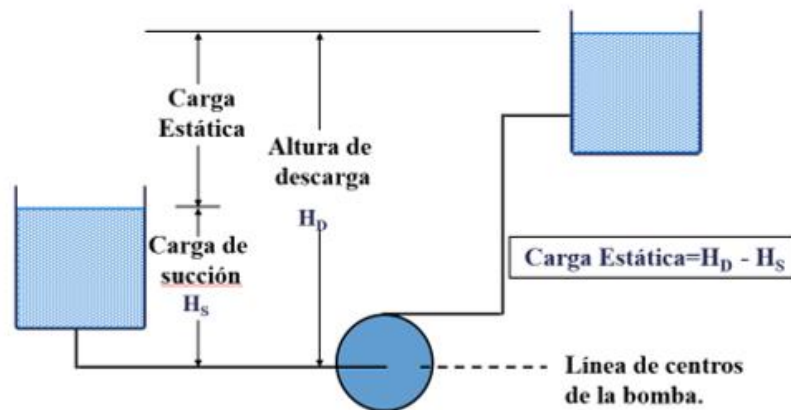
Carga estática de la bomba (succión ahogada o positiva).



Fuente: Fesmex Fluid equipment supply. Carga dinámica total en un sistema de bombeo.

Imagen 23

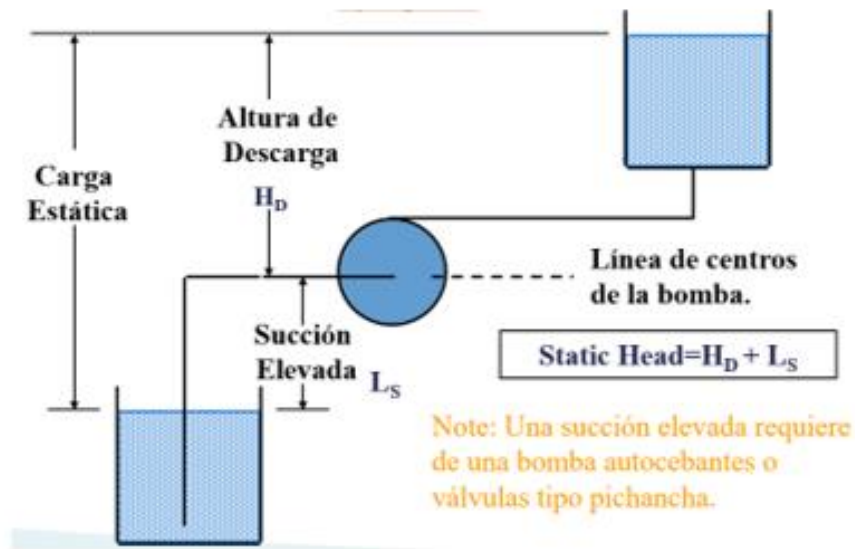
Carga estática de la bomba.



Fuente: Fesmex Fluid equipment supply. Carga dinámica total en un sistema de bombeo.

Imagen 24

Carga estática de la bomba (succión elevada o negativa).



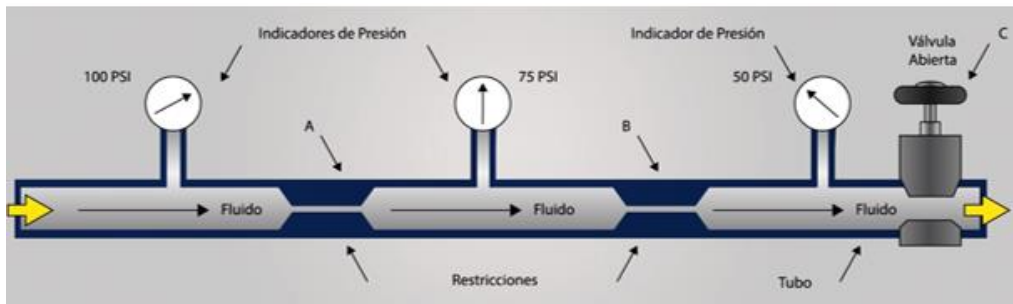
Fuente: Fesmex Fluid equipment supply. Carga dinámica total en un sistema de bombeo.

6.18.2 La carga dinámica

Representa la resistencia mientras el fluido bombeado está en movimiento, estas pérdidas son debido a la fricción, también conocidas como perdidas de fricción.

Imagen 25

Carga dinámica.



Fuente: Fesmex Fluid equipment supply. Carga dinámica total en un sistema de bombeo.

6.19 Consumo de agua

Es el volumen de agua utilizada para cubrir las necesidades de los usuarios o de una población. Para el cálculo de éste, se deberá tener los datos correspondientes como: el número de habitantes y la dotación por habitante.

$Ct = \text{Consumo Total en } M^3/\text{día}$

$Pt = \text{Población total en habitantes}$

$Dt = \text{Dotación total } M^3/\text{hab x día}$

Formula del consumo $Ct = Pt * Dt$

6.1 Agua no contabilizada

Al igual tendremos agua no registrada que es la diferencia entre el volumen de agua distribuida y el volumen de agua registrada, las principales causas por las cuales hay agua no registrada es por fugas, fraudes, subcontaje de contadores etc.

En general el “**Agua No Contabilizada**” -ANC- es el agua que ingresa el sistema de distribución y no es registrada en los micromedidores las causas principales por lo que pasa este acontecimiento es por impresiones de estos instrumentos.

6.2 Punto crítico

Se presentan en las zonas más altas del terreno, ya que se crean un número elevado de bolsones de aire, además de contemplarse las pérdidas que se causan por el roce de la tubería y perdidas locales.

6.3 Coeficiente de Uniformidad de Christiansen

El Coeficiente de Uniformidad de Christiansen se utiliza en un régimen permanente y uniforme con un caudal constante por derivaciones y salidas equidistantes, fue resultado en 1942 por Christiansen, es una herramienta muy utilizada en el sector agrícola principalmente en los sistemas de riego que ayuda a determinar qué tan eficientemente se está operando un sistema de riego, o que tan eficiente se utilizan o aplican los recursos naturales, especialmente el agua.

El CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) nos sirve para evaluar la relación que existe entre los datos y su desviación es ampliamente usado y un valor mayor o igual a 70 es considerado aceptable, el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) nos indica la uniformidad en la distribución del agua aplicada.

Nos sirve para evaluar la relación que existe entre los datos y su desviación. Es decir, el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) nos muestra el comportamiento final del fenómeno, ya que es una medida de campo y su efecto o causa se tiene que interpretar más en conjunto o integrar la información del por qué la magnitud de la variable.

Es la suma del valor absoluto de las desviaciones de las observaciones individuales, sobre el promedio de las observaciones y el número de observaciones.

Como se expresa en su fórmula:

$$CUC = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N |Y_i - \bar{Y}|}{N\bar{Y}}$$

Donde:

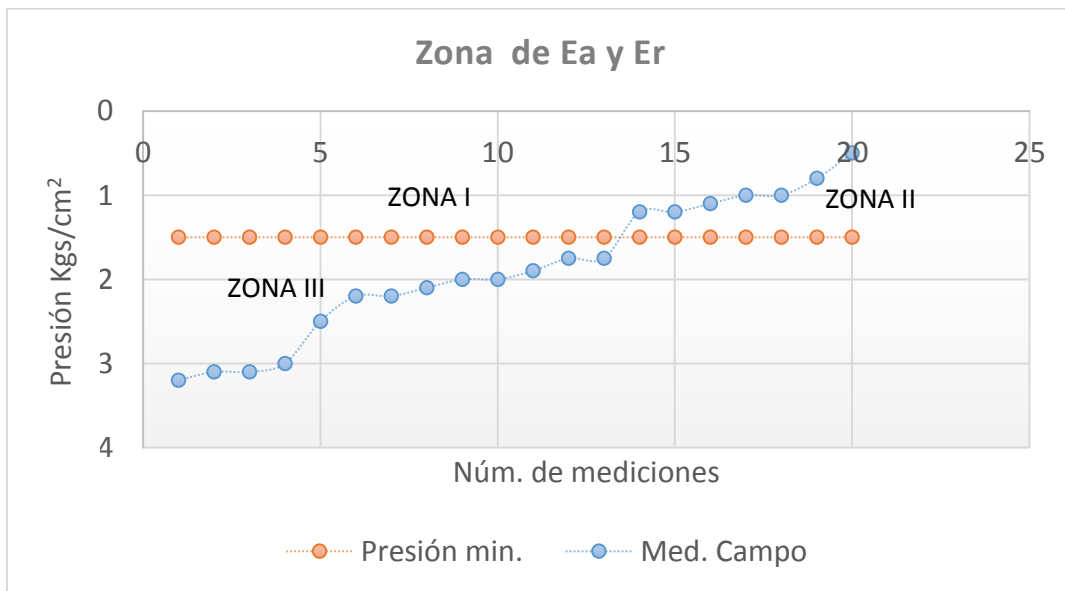
- Y_i = presión de cada punto.

- \bar{Y} =promedio de presiones.
- N=número total de datos.

Involucra dos eficiencias que son la E_a (Eficiencia de aplicación) y la E_r (Eficiencia de requerimiento), para la obtención de estas eficiencias se requiere realizar un gráfico que se basa en tres áreas, área I (Zona aprovechable), área II (Zona de la variable faltante) y el área III (Excedente de la variable), para realizar la gráfica se requieren de los datos de medición, presión mínima y número de mediciones.

Gráfica 1

Representación de las zonas para la E_a y E_r .



Elaboración propia.

- La Zona I o Área I corresponde a la variable aprovechada, en nuestro caso es el agua aprovechada del total de agua que se manda al Macro-Sector.

- La Zona II o Área II es la variable faltante, o falta de agua que puede perderse durante el trayecto por algunas pérdidas.
- La Zona III o Área III es el excedente de la variable, es decir el excedente de agua que se le aplica al Macro-Sector para que cumpla con la presión y gasto necesario.

6.4 Eficiencia en la red de abastecimiento de agua

El abastecimiento del agua potable debe ser sustentable, se tiene que tener en cuenta diferentes acciones, entre ellos:

1. Suministro de agua: Incorporándose fuentes de abastecimiento superficiales y subterráneas.
2. Descarga de agua: La descarga de agua tratada a ríos y cuerpos de agua que cumplan con las normas de calidad.
3. Eficiencia: Debe de cumplir como especial requisito ser eficiente en la distribución y calidad, evitando la máxima de pérdidas locales y pérdidas por carga, no dejando atrás la eficiencia en el momento de que le llega al usuario, cumpliendo con la presión y gasto requerido, contemplándose la calidad del agua, hablando de características físicas y químicas para el uso humano.

La eficiencia de agua potable se involucra temas que van desde captar, conducir, regular, potabilizar y distribuir el agua desde la fuente natural hasta los consumidores.

Una alta eficiencia significa que hay pocas pérdidas de agua en la distribución de este elemento, en otras palabras, de tal manera que un sistema bien diseñado y operado tendrá una alta eficiencia.

6.4.1 Eficiencia de aplicación

Es el total de agua que se manda y cuando agua resulta aprovechable para el abastecimiento.

$$Ea = \left(\frac{\sum zona I}{(\sum zona I + \sum zona II)} \right) * 100$$

Como su ecuación lo ilustra es la variable aprovechada (agua aprovechada), sobre la faltante más la variable aprovechable.

6.4.2 Eficiencia de requerimiento

Es la cantidad total requerida de la variable, para satisfacer al abastecimiento en gasto y presión a cualquier hora y día.

$$Er = \left(\frac{\sum zona I}{(\sum zona I + \sum zona III)} \right) * 100$$

La ecuación de Er es la variable aprovechable, sobre la variable aprovechable más el excedente de la variable.

7 Eficiencia Hídrica en la Distribución de la Red de Agua Potable a través de Modulación de Presiones en un Sistema Automatizado

La Ciudad de Monterrey por el gran desarrollo y aumento de población tan potencial en los últimos años, requiere de una gestión y de una mayor eficiencia en la red de abastecimiento, por ello se ha dado a la tarea de implementar estrategias y tecnología para el cumplimiento de gasto y presión, basando el abastecimiento de agua en sectorización (Macro-Sectores), telemetría y modulación de presiones mediante controladores y VRP (Válvula Reguladora de Presión), que se automatizan mediante una presión mínima 1.5 kgs/cm² y presión máxima de 3.5 kgs/cm² con su respectivo gasto requerido.

8 Objetivo General

El objetivo general de esta investigación es evaluar el comportamiento hidráulico y la eficiencia de distribución, que se genera al tener o instalar un accesorio automatizado, en el control de la presión y el gasto, como la VRP (Válvula Reguladora de Presión) del Macro-Sector Enrique C. Livas, que opera controla y administra dicha presión general de ingreso y su efecto secundario en las tomas domiciliarias de la red de abastecimiento del agua potable.

9 Objetivos específicos

Dentro del Macro-Sector Enrique C. Livas para la determinación del funcionamiento del abastecimiento del agua se requiere:

- Calcular el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen).
- Determinar la E_a (Eficiencia de aplicación) y E_r (Eficiencia de requerimiento).
- Construir una malla topográfica.
- Construir una malla de presiones georreferenciada.
- Evaluar si las presiones tomadas son generadas por su topografía, si es así la malla topográfica con las presiones medidas, se traslapará inversamente una de la otra.
- Evaluar la desviación media estándar de los datos contra el testigo, siendo esta el cumplimiento de 1.5 kgs/cm^2 como presión mínima y no sobrepasando una presión de 3.5 kgs/cm^2 en cualquier punto, día y hora del sector.

10 Hipótesis

El organismo operador (SADM) sostiene dentro de su hipótesis de calidad que, a cualquier hora, día o punto, les cumple a todos los usuarios en presión, teniendo un rango de 1.5 kgs/cm² a 3.5 kgs/cm² y en consecuencia con el gasto de demanda.

Por el desnivel topográfico que presenta el Macro-Sector Enrique C. Livas en la ciudad de Monterrey, es imposible tener una eficiencia de aplicación mayor o igual que 85%.

En cuestión de la eficiencia de requerimiento cumplirá con el 100%, mientras que el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) tendrá valores de 70 -80% resultado que refleja una correcta aplicación y distribución del agua en el área.

11 Metodología del trabajo

A efecto de sistematizar el trabajo se dividió la tesis mediante las siguientes fases:

- Elegir un Macro-Sector que nos permitiera trabajar.
- Selección de 34 puntos para la toma de presión sobre la red esto con la ayuda del programa ArcGIS.
- Selección de los puntos críticos con la ayuda de ArcGIS, contemplando puntos más alejados de la válvula, e intermedios y en base a cotas.
- Toma de datos.
- Análisis y ejecución de los datos con la ayuda del programa ArcGIS, Surface y AutoCAD.
- Evaluación de datos.
- Resultados.

12 Programas

Para la evaluación de datos se requirieron los siguientes programas:

- ArcGIS.
- Excel.
- Google Earth.
- Surfer.
- AutoCAD.

13 Equipos y materiales requeridos

- Software procesador de la información para el análisis estadístico del funcionamiento del sistema.
- Computadora: Para descargar los datos del software.
- Controlador de VRP en comunicaciones para puntos crítico.

Imagen 26

Controlador Triton I PDF, para el registro de presiones en los puntos críticos para las 24 hrs.



Triton I PDF, Cerezos, Hacienda las Puentes, San Nicolas de Garza, Nuevo León. 11/05/2021.

Imagen 27

SEBALOG D-3, Registrador de datos de presión y caudal con GPRS PDF, para los puntos críticos las 24 hrs.



SEBALOG D-3. Venezuela, Vista Hermosa, Monterrey, Nuevo León, 14/05/2021.

- Llave Stilson: Para la colocación de los manómetros en las llaves de agua.

Imagen 28

Llave Stilson.



Fuente: Surtimex. Junio 2021. Llave Stilson.

- Pericas: Para abrir la llave del agua.

Imagen 29

Pericas.



Fuente: ConstruActivo. Junio 2021. Pericas.

- Reducción campana roscada de hierro: Para colocar el manómetro y enroscara con la llave de agua.

Imagen 30

Reducción campana roscada de hierro.



Fuente: Grumosa. Junio 2021. Reducción campana roscada de hierro.

- Manómetro de Glicerina: Medir la presión de la red de abastecimiento en Kgs/cm².

Imagen 31

Manómetro.



Manómetro. Calle Enrique Granados, Sin nombre de la colonia, Monterrey, Nuevo León. 14/05/2021

14 Toma de datos.

Los pasos a seguir para la toma de datos en la selección de los 34 puntos, fueron los siguientes:

1. Encontrar una llave domiciliaria, sobre el punto elegido para la toma de presión.

2. Se puso la reducción campana con la ayuda de la llave stilson o perica.
3. Se realizo una revisión previa de la toma, revisando que no haya fugas que puedan afectar en la toma de los datos de presión.
4. Revisión de manómetro que se encuentre en óptimas condiciones.
5. Se coloco el manómetro con la ayuda de la llave stilson o perica.
6. Se procedió a abrir la llave domiciliaria.
7. Se concluyo con la medición de lectura del manómetro.
8. Se registro la presión obtenida en el manómetro, en libreta, anotando; hora, dirección, número de punto y presión.
9. Para reforzar la ubicación del punto donde se realizó la medición, se guardaron los lugares en Google maps.

15 Mediciones de puntos críticos

- Se seleccionó los puntos críticos en base a cota y distancia de la VRP (Válvula Reguladora de Presión) con ayuda del programa ArcGIS.
- Con ayuda de unas pericas se colocó los registradores en los puntos críticos, realizando mediciones de presión las 24 h, en un intervalo de tiempo de 5-15 min.
- Se recolectó la información de los registradores en una computadora, para la evaluación de datos, tomando como referencia la hipótesis de rango de presiones (1.5 kgs/cm² - 3.5 kgs/cm²).

16 Justificación

La tesis tiene como finalidad conocer el comportamiento hidráulico del abastecimiento de agua del Macro-Sector Enrique C. Livas, analizar si está involucrado con las condiciones topográficas que tiene el terreno, las pendientes de carga y gradiente hidráulico.

El comportamiento que se tiene a la hora de la distribución del agua, evaluando esto en base a CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) que nos ayuda a cuantificar la eficiencia de aplicación y eficiencia de requerimiento que tiene el Macro-Sector Enrique C. Livas.

Se estudian puntos críticos las 24 horas, evaluándolos en base a un testigo de 1.5 kgs/cm² a 3.5 kgs/cm² cuantificando con ello, los días y horas más críticos del Macro-Sector Enrique C. Livas.

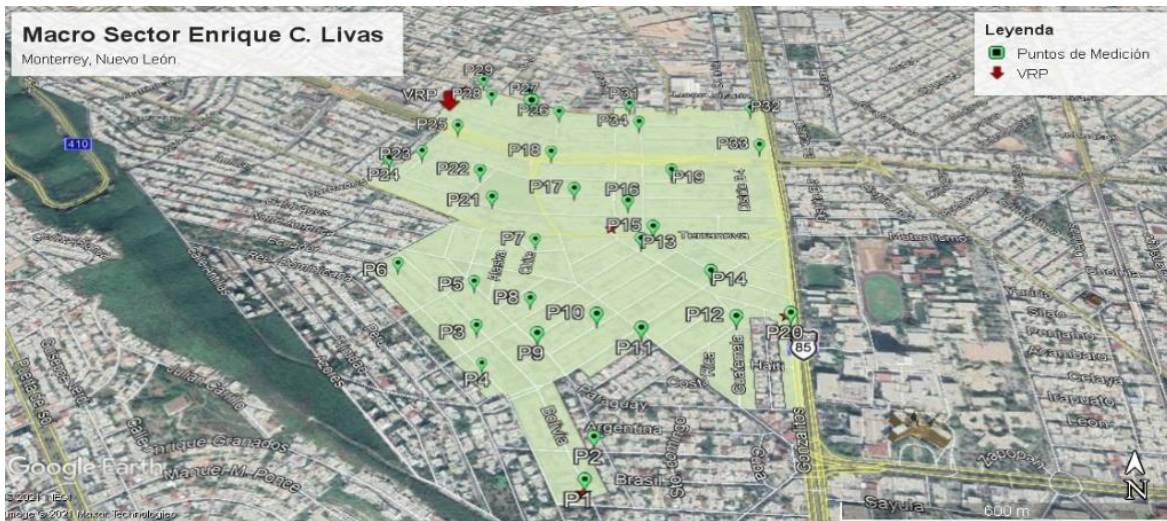
17 Lugar de Investigación.

Esta investigación se llevó a cabo en Monterrey, Nuevo León, en el Macro-Sector Enrique C. Livas, teniendo un desnivel de 30 m iniciando con una cota de 561 m y terminando con una cota de 591 m.

El punto de alimentación e inicio de distribución de agua se encuentra ubicado en la calle 8a. Avenida 114. La instrumentación del Macro-Sector está integrado por diversos elementos hidráulicos, en los que destacan 1 válvula reguladora de presión de 8", 2 válvulas de compuerta de 8", 1 válvula mariposa de 8", 2 válvulas aliviadoras de aire, 2 manómetros, 1 macromedidor electromagnético de 8", registrador y controlador autónomo de presión, todo los elementos instalados son indispensables para la integración de un sistema de modulaciones de presiones, mejorando el abastecimiento de agua y evitando las presiones excesiva y fluctuantes dentro del área de distribución contado.

Imagen 32

Ubicación satelital del Macro Sector y punto de abastecimiento (Válvula Reguladora de Presión).



Elaboración propia, Google earth.

Tabla 4

Datos del punto de alimentación.

PUNTO	DIRECCION	COORDENADAS		ZONA	COTA
VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN	8a. Avenida 114	363581.81 m E	2843051.71 m N	14 R	579

Elaboración propia.

Imagen 33

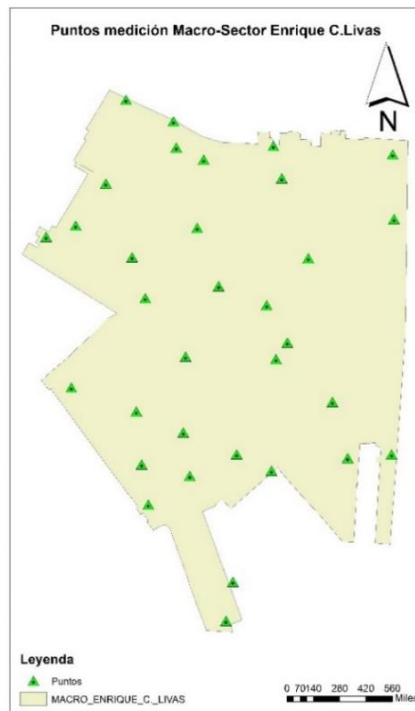
Localización de punto de abastecimiento (Válvula Reguladora de Presión) y Puntos críticos.



Elaboración propia.

Imagen 34

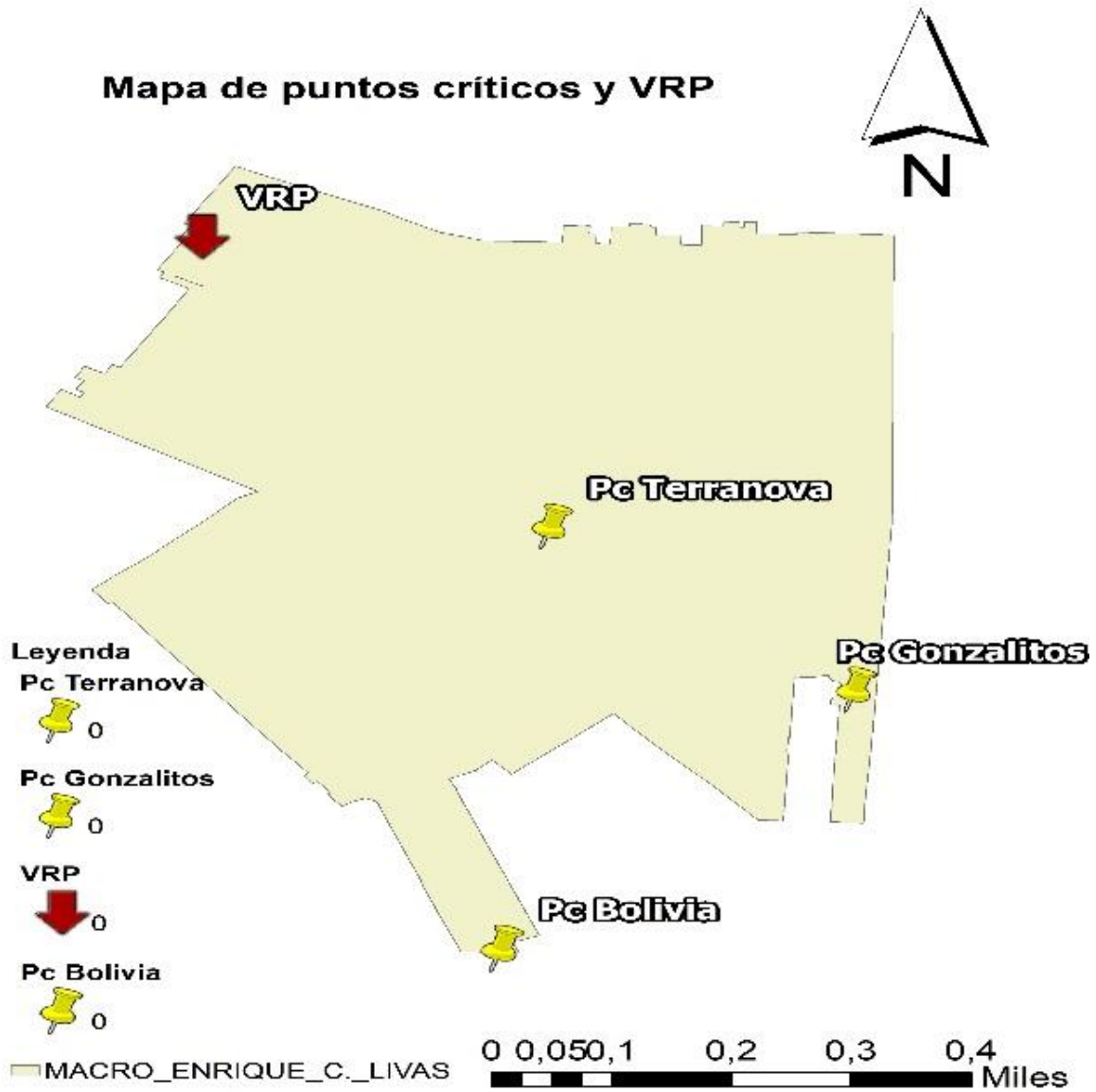
Puntos de medición Macro-Sector Enrique C. Livas.



Elaboración propia, Arcgis.

Imagen 35

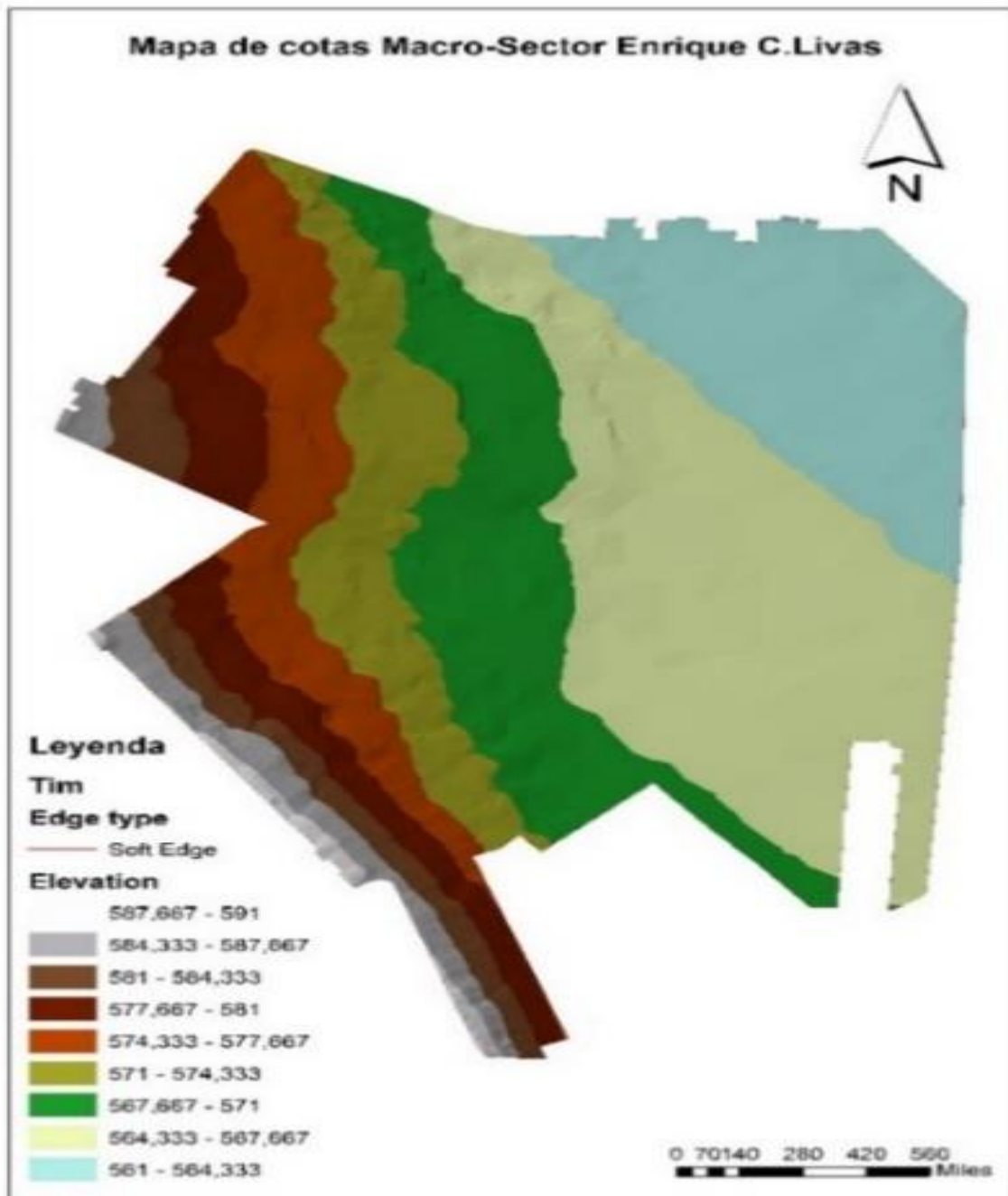
Puntos críticos y localización de VRP (Válvula Reguladora de Presión).



Elaboración propia, Arcgis.

Imagen 36

Mapa cotas Macro-Sector Enrique C. Livas.



Elaboración propia. ArcGis.

Partiendo de las imágenes anteriores y ajustes establecidos a la hora de la realización de mediciones en campo, se previó antes la selección de los 34 puntos que se evaluaron sobre la red de abastecimiento en un toma domiciliaria (llave de agua), estos puntos se eligieron en base a la altimetría y distancia que se tiene del punto de abastecimiento, con la ayuda del programa ArcGIS, se opto por medir 34 puntos debido al desnivel topografico que tiene el Macro-Sector que es de 30 m, entre más puntos seleccionados se tendrán resultados más significativos y con menor margen de error, los resultados obtenidos nos marcan como esta funcionando el Macro-Sector, su eficiencia y en que se pudiera mejorar.

Los puntos críticos se seleccionaron de igual forma por su altimetria y distancia que tienen del punto de abastecimiento, con el programa ArcGIS, a diferencia de los 34 puntos, se tomaron cotas más altas, debido a que los puntos criticos se encuentran en zonas que tienen mayor altitud, porque son propensas a que se acumulen burbujas de aire, entre más puntos altos locales existan en un Macro-Sector o zona, aparecerán más burbujas de aire, con el resultado que se perderá carga contribuyendo también las perdidas por el roce de agua sobre las paredes de la tubería.

18 Controlador de presión

Es un equipo electrónico que genera una presión determinada, en base a una presión de alimentación, tienen un papel muy importante en redes de abastecimiento automatizados ya que permiten el control de presión de un sistema de forma constante. Garantiza una presión mínima en el punto crítico de la red, durante condiciones de flujo máximo, tiene una elevada exactitud y estabilidad de control para las presiones sobre la red de abastecimiento de agua.

Los controladores con los que cuenta el Macro-Sector son los siguientes:

- GPRS NEPTUNE II FM
- PEGASUS+ 3G
- SEBALOG D-3
- TRITON I PF
- GPRS NEPTUNE II FM

18.1 GPRS NEPTUNE II FM

Es un controlador electrónico, que permite controlar la presión, dados los puntos más bajos y más altos, según sea la demanda de caudal, hora o fecha, provocando ahorros inmediatos en el agua.

Tabla 5

Datos técnicos de GPRS NEPTUNE II FM.

Memoria	2 M Byte, organizados en 8 archivos, separados de 64 000 lecturas
Lectura	Memoria flash no volátil, los datos se conservan durante más de 10 años
Tasa de muestreo	1 segundo a 24 hr
Tipo de datos registrados	Promedio, instantáneo, mínimo, máximo

Fuente: Ficha técnica GPRS NEPTUNE II FM-controlador de presión.

Imagen 37

GPRS NEPTUNE II FM.



Fuente: Ficha técnica GPRS NEPTUNE II FM-controlador de presión.

18.2 PEGASUS+ 3G

Es un controlador para válvulas reguladoras de presión, controla la presión de salida de la válvula reguladora en función del tiempo y/o caudal, predeterminando las presiones mecánicamente, dentro de estos límites, registrando presiones de aguas arriba y aguas abajo.

Imagen 38

PEGASUS+ 3G



Fuente: Ficha técnica PEGASUS+ 3G controlador de válvulas reguladoras de presión pdf.

Tabla 6

Datos técnicos de PEGASUS + 3G.

Señales de entrada	1 canal de caudal. 2 canales de presión.
Características de control	Infinitos valores de regulación de presión de salida, con cambio automático de verano-invierno.
Registro de Datos	Capacidad 179.760
Alimentación	Batería litio min de 5 años.
Comunicaciones	Modelo 3G, interface RD232, software de programación.

Fuente: Ficha técnica PEGASUS+ 3G controlador de válvulas reguladoras de presión pdf.

18.3 SEBALOG D-3

Informa constantemente los estados del caudal y de presión en la red.

Imagen 39
SEBALOG D-3.



Fuente: Ficha técnica SEBALOG D-3, Registrador de datos de presión y caudal con GPRS PDF.

tabla 7

Datos técnicos de SEBALOG D-3.

Entradas Digitales	4 frecuencia/pulso
Salida de Relé	2
Termino Análogo	2.0 a 5V/0 a 20 mA 2
Comunicación	SebaDataView-3 / SCADA/ GIS
Transmisión de datos	GSM/ GPRS/ 3G /UMTS 913

Fuente: Ficha técnica SEBALOG D-3, Registrador de datos de presión y caudal con GPRS PDF.

18.4 **Triton I PF**

Es una nueva gama de registradores, realizan mediciones frecuentes de hasta cada segundo monitorizando las entradas de presión/flujo. La precisión de la medición de presión se optimiza mediante la ventilación de los sensores de presión que están integrados a la atmosfera y el uso de calibración multipunto.

Imagen 40

Triton I PF.



Fuente: Ficha técnica Triton I PDF Registrador de datos de presión de entrada.

Tabla 8
Datos técnicos de Triton I PF.

Entradas	Digitales
Memoria	1 M Byte
Tasa de Muestreo	1 Segundo a 24 horas
Tipo de datos registrados	Recuento promedio, instantáneo y mínimo

Fuente: Ficha técnica Triton I PDF Registrador de datos de presión de entrada.

19 Métodos

Se utilizó la ecuación de CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen), para evaluar el comportamiento hidráulico y uniformidad de la distribución del agua del Macro-Sector Enrique C. Livas, que es el encargado de calcular la desviación estándar de los valores de presiones.

Evaluación del comportamiento topográfico con respecto a las presiones, si el comportamiento es inversamente proporcional, el mallado se montará perfectamente, coincidiendo puntos bajos de cotas con las presiones altas y presiones bajas con cotas altas.

Se utilizó la E_r (Eficiencia de requerimiento) y E_a (Eficiencia de aplicación) para el análisis del comportamiento en la distribución del agua en base a un testigo de presión que va de 1.5 kgs/cm² a 3.5 kgs/cm², donde este rango de presión se debe de cumplir en cualquier día y hora.

La evaluación de este método consiste en observar la variación que hay en el Macro Sector Enrique C. Livas en base a cotas y demandas.

20 Metodología

Se realiza una evaluación de presiones con base a la hipótesis del testigo: Servicio de Agua y Drenaje (SADM) para saber si cumple con la demanda de los usuarios del Macro Sector Enrique C. Livas en gasto y presión que va de 1.5 kgs/cm² a 3.5 kgs/cm² en cualquier hora, punto y día de la semana.

Analizando si el relieve topográfico está involucrado con las presiones que se obtienen a la hora de la medición, calculando una desviación media estándar mediante el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) además de la obtención de la eficiencia de aplicación y requerimiento que tiene el Macro-Sector Enrique C. Livas.

21 Resultados

El experimento se realizó en un periodo de 4 días, iniciando el día 11 al 14 de mayo del 2021, en el Macro Sector Enrique C. Livas en Monterrey, Nuevo León.

Se analizó si existe una relación de las cotas del terreno con respecto a las presiones obtenidas, realizando para ello un mallado de ambos datos utilizando un software que pueda maximizar en 3D dicho comportamiento, en este caso es el SURFER.

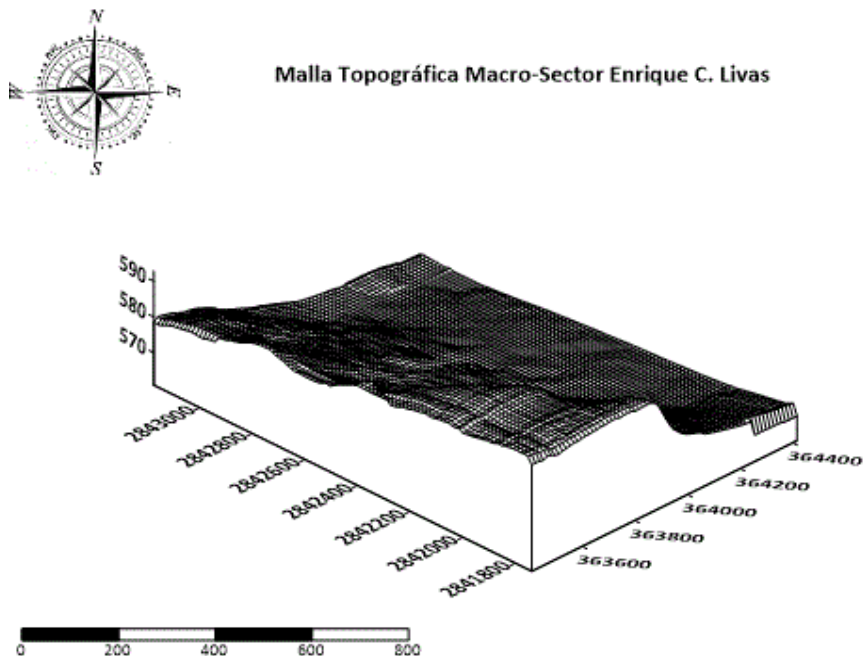
Los resultados obtenidos, se graficaron para el análisis del comportamiento de las mediciones en campo, realizándose una comparación con el testigo de SADM, que establece un rango de presión para la entrega al usuario que va de 1.5 kgs/cm² hasta 3.5 kgs/cm² y se finalizó con la interpretación de su comportamiento de cada medida obtenida en campo.

22 Mallas topográficas del Macro-Sector Enrique C. Livas

La malla topográfica es una red de nodos que da una representación real y detallada de una superficie de un terreno. Para la elaboración de la malla se usó un modelo digital de elevación con una estructura numérica, donde se insertaron los puntos evaluados previamente georreferenciados, representando la altitud del Macro Sector Enrique C. Livas, creándose esta malla mediante un TIN (redes de triángulos irregulares). Se partió de información vectorial, líneas (curvas de nivel) y puntos georreferenciados (m E y m N) en coordenadas UTM, una vez finalizada la elaboración del mallado se verificó que la malla obtenida fuera correcta, realizándose una comparación con Google earth.

Imagen 41

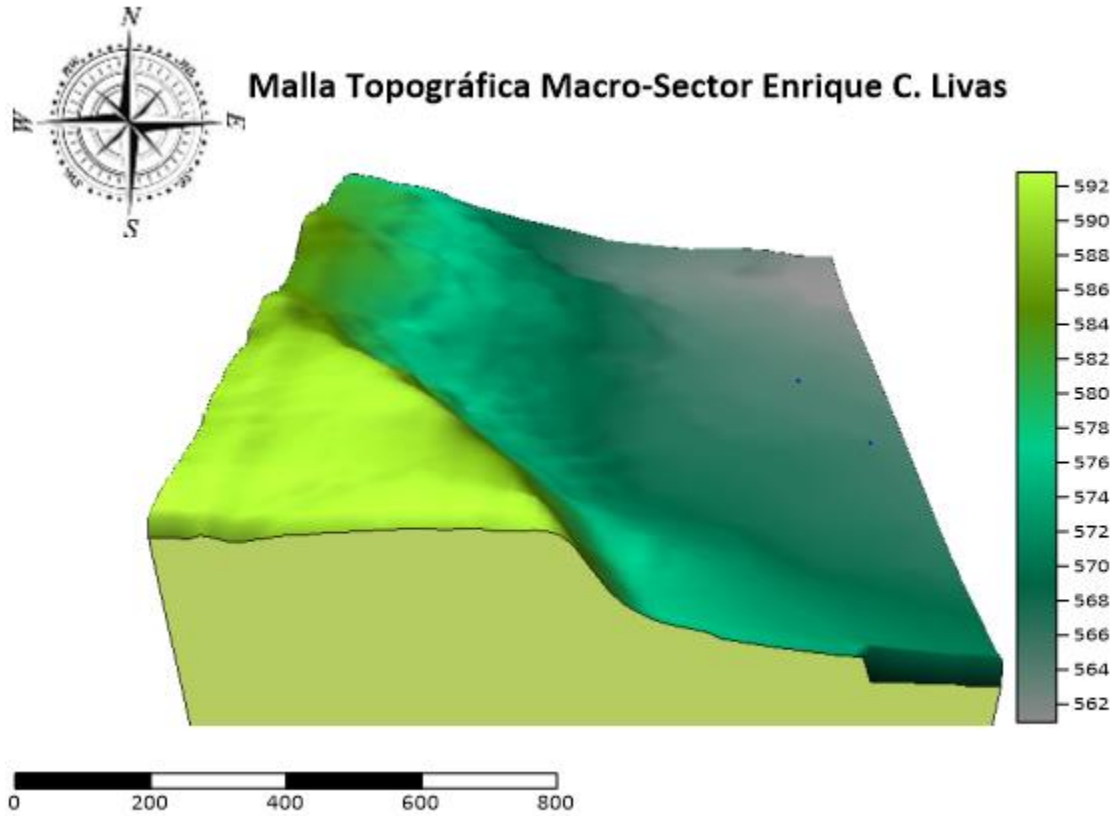
Malla Topográfica Macro-Sector Enrique C. Livas.



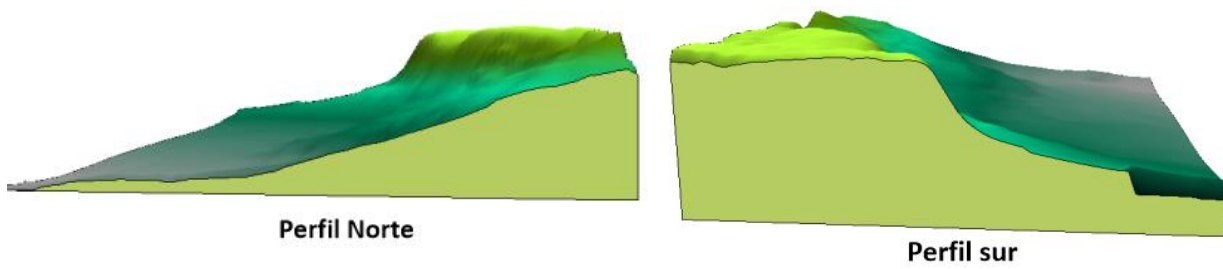
Elaboración propia.

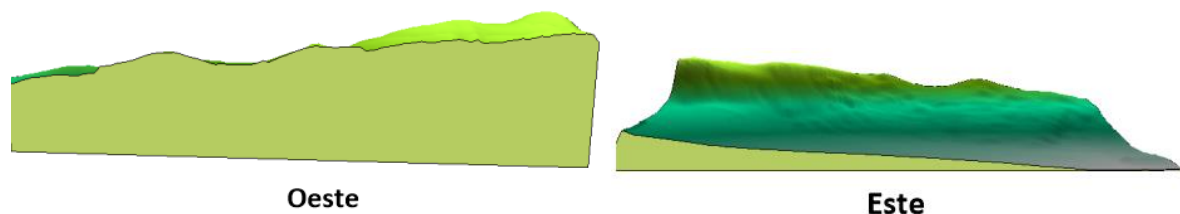
Imagen 42

Malla Topográfica 3D Macro-Sector Enrique C. Livas.



PERFILES





Elaboración propia.

En ambos mapas se ilustra el desnivel topográfico del Macro-Sector Enrique C. Livas, teniendo un desnivel de 30 m, con una cota que parten de 561 m a 591 m.

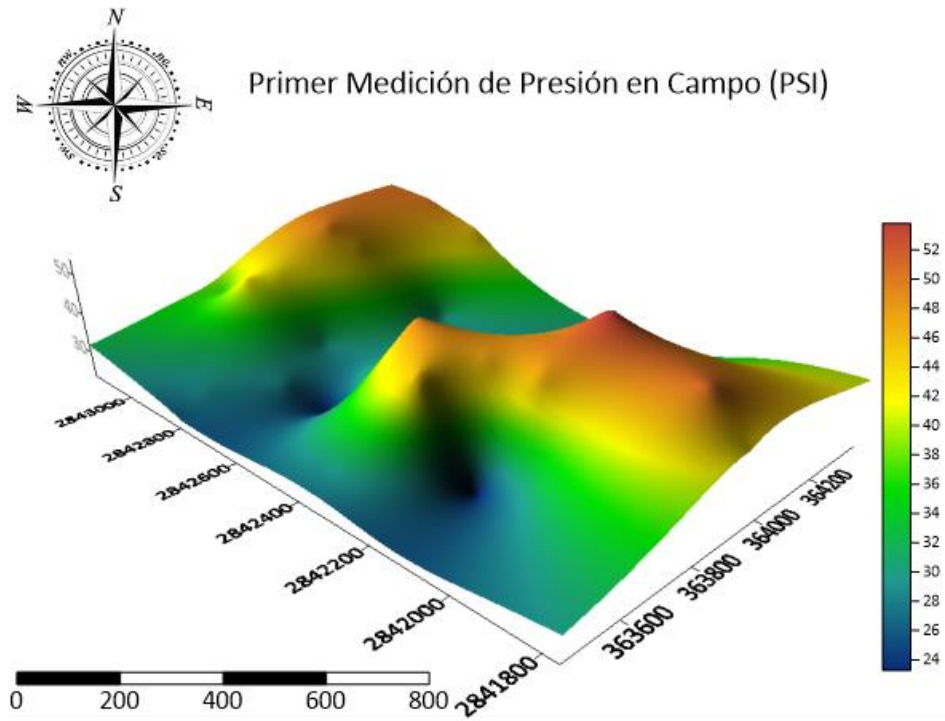
En el primer mapa se observan las cotas del terreno en blanco y negro mostrando su desnivel, mientras que en el segundo mapa se aprecia el mapa topográfico en base a una escala de colores 3D; viendo los perfiles que se tiene en los 4 puntos cardinales. Para la realización de ambos mapas se utilizaron las coordenadas UTM obtenidas en cada punto donde se realizó la medición de presión en la toma domiciliaria (llave de agua) y se corroboró la información obtenida.

Cada mapa se realizó con la ayuda del software “**SURFER**” siendo un programa sofisticado y agradable para el usuario, que ejecuta modelos en 3D, transformando datos de **X, Y, Z**, teniendo un control para su interpolación además de que ofrece mapas de calidad y personalizados, para producir una presentación significativa y lo más representativa posible.

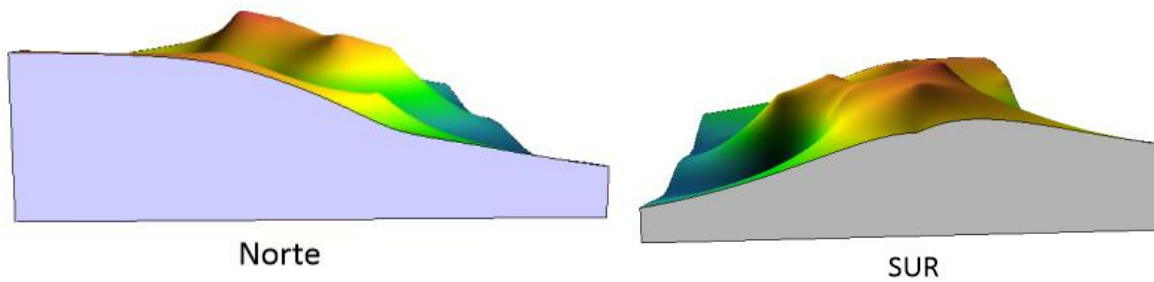
22.1 Comportamiento I

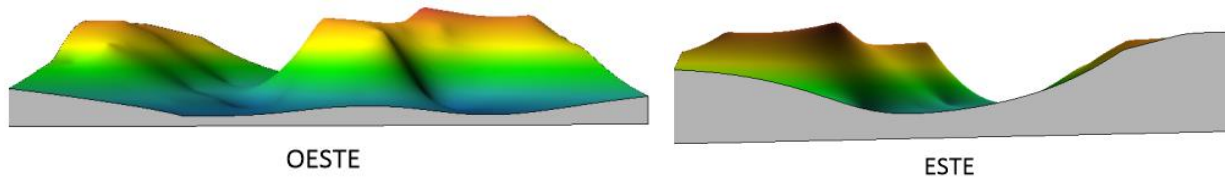
Imagen 43

Comportamiento primer medición en campo.



PERFILES

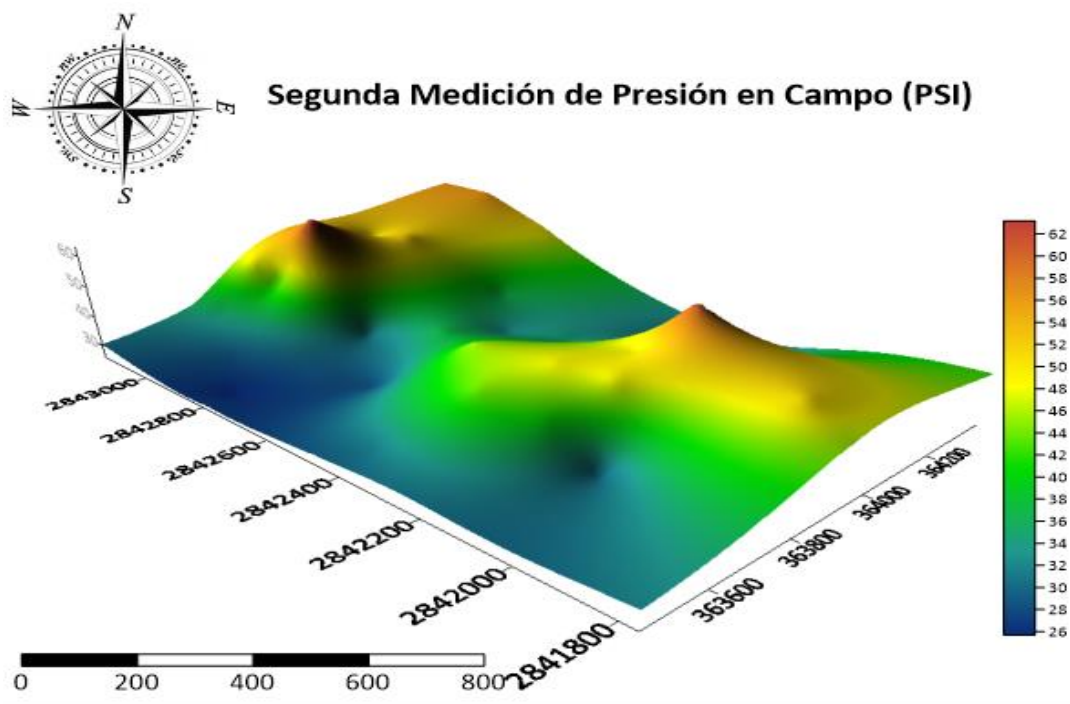




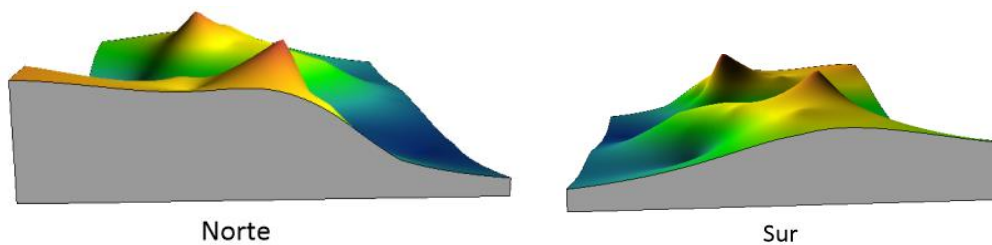
Elaboración propia.

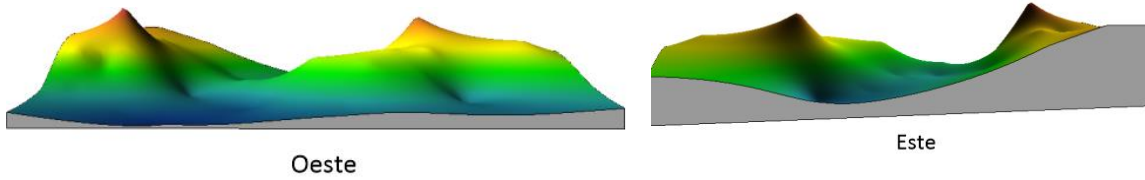
Imagen 44

Comportamiento segunda medición en campo.



PERFILES

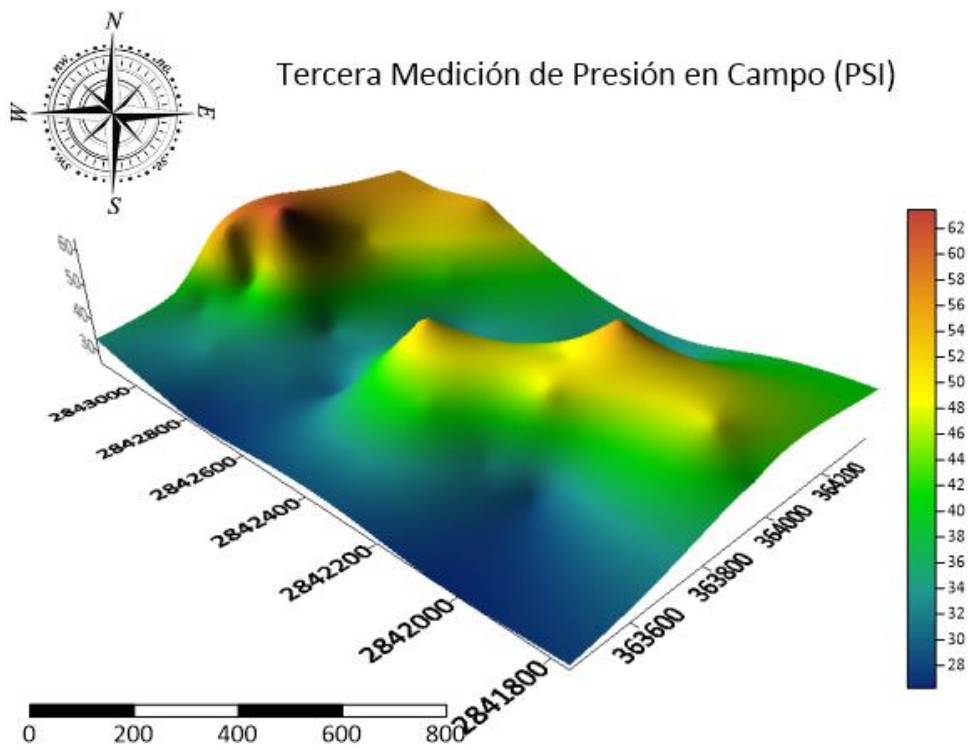




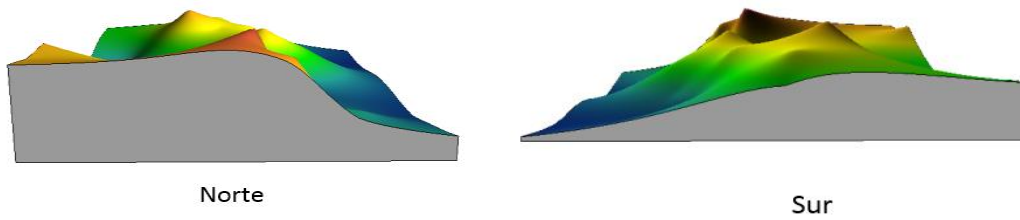
Elaboración propia.

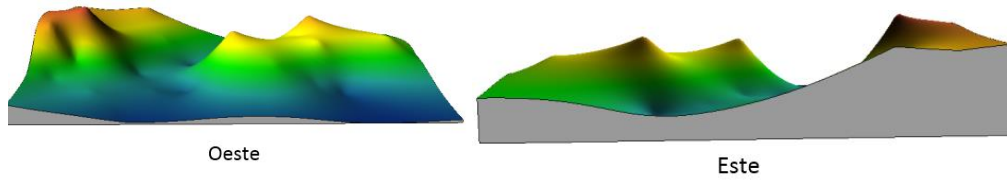
Imagen 45

Comportamiento tercera medición en campo.



PERFILES

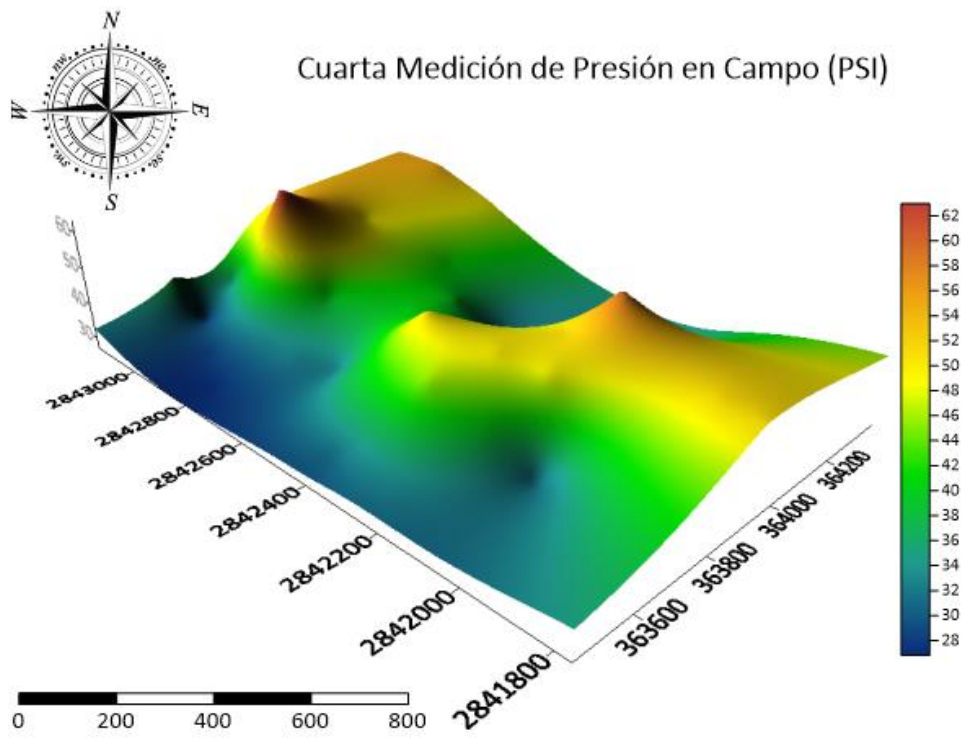




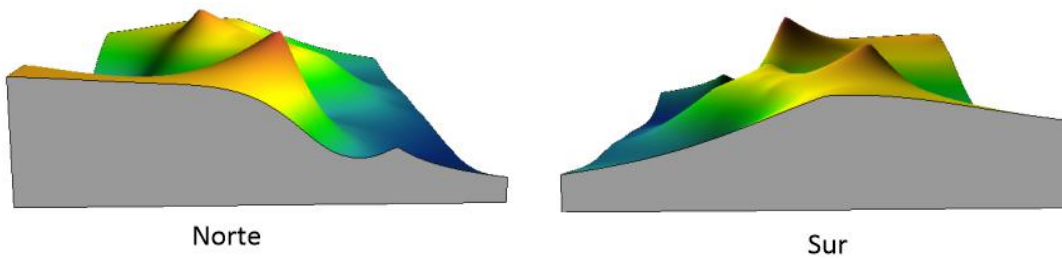
Elaboración propia.

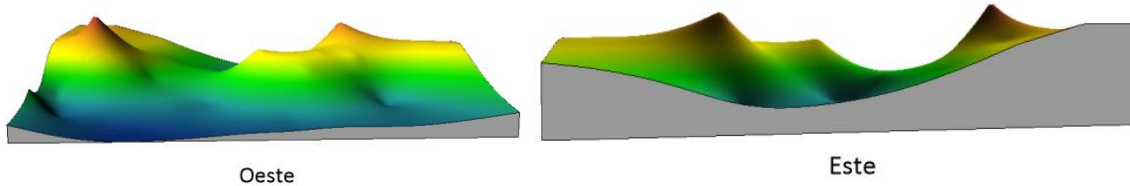
Imagen 46

Comportamiento cuarta medición en campo.



PERFILES





Elaboración propia.

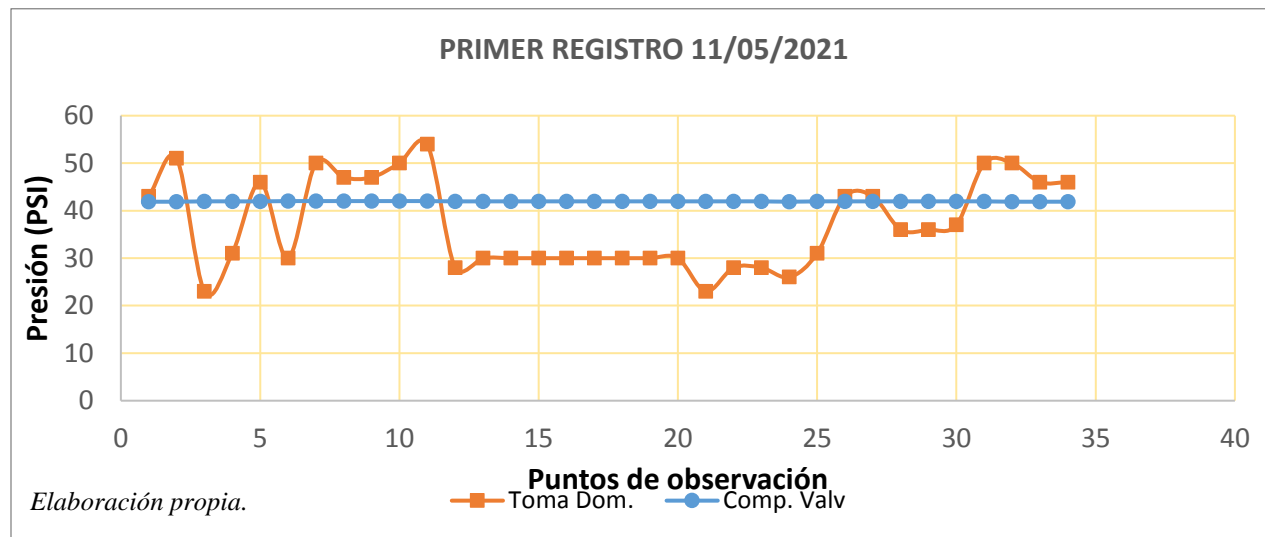
En cada mapa se muestra las presiones que se obtuvieron de los días evaluados, se representan de manera 3D en base a una escala de colores, las presiones que se ilustran están en PSI, cada presión esta georreferenciada, obteniendo una representación de perfiles de cada muestra.

22.2 Comportamiento II

El segundo comportamiento se basa en comparar las presiones de la VRP (Válvula Reguladora de Presión) con las presiones que fueron medidas en el campo.

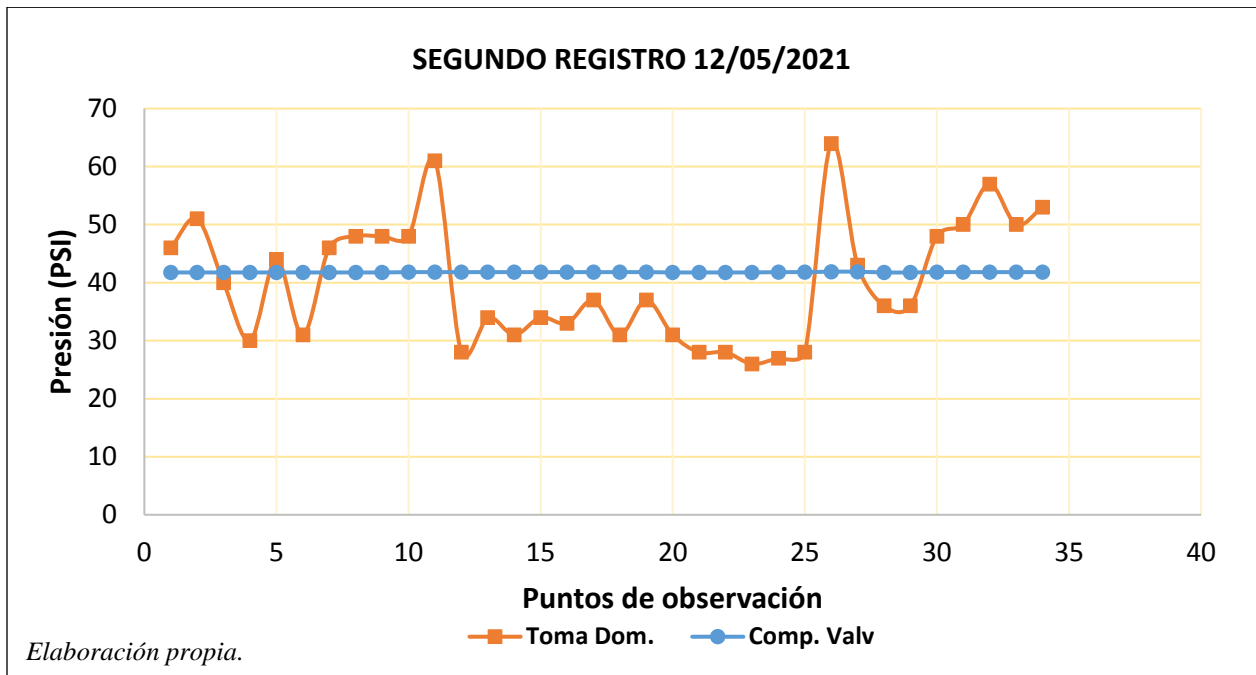
Gráfica 2

Primer registro toma domiciliaria vs VRPs.



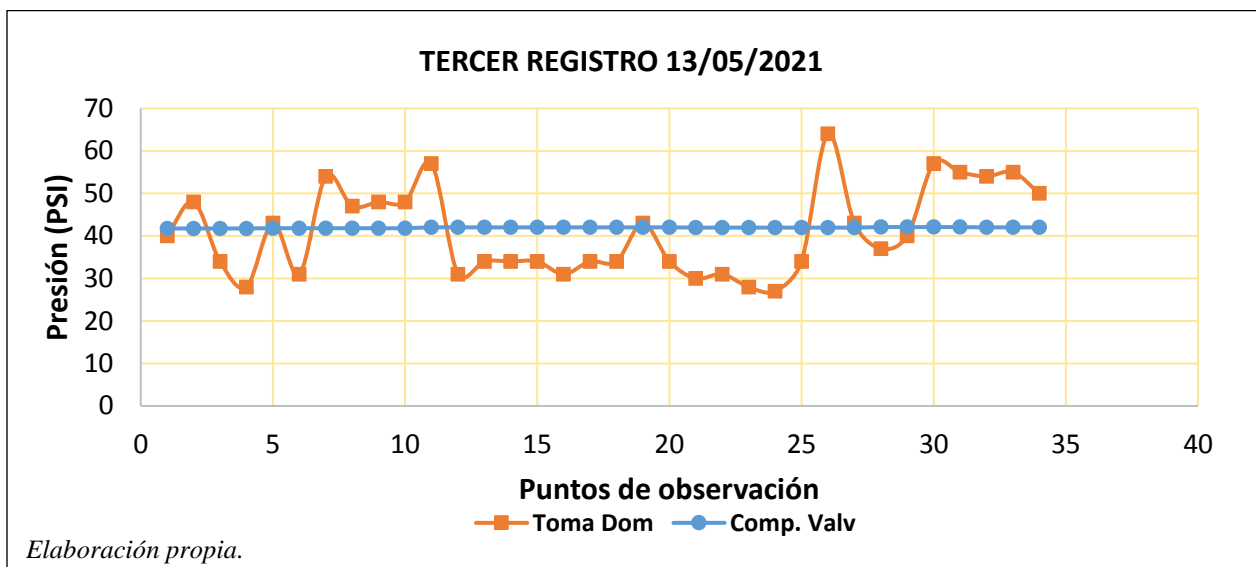
Gráfica 3

Segundo registro toma domiciliaria vs VRPs.



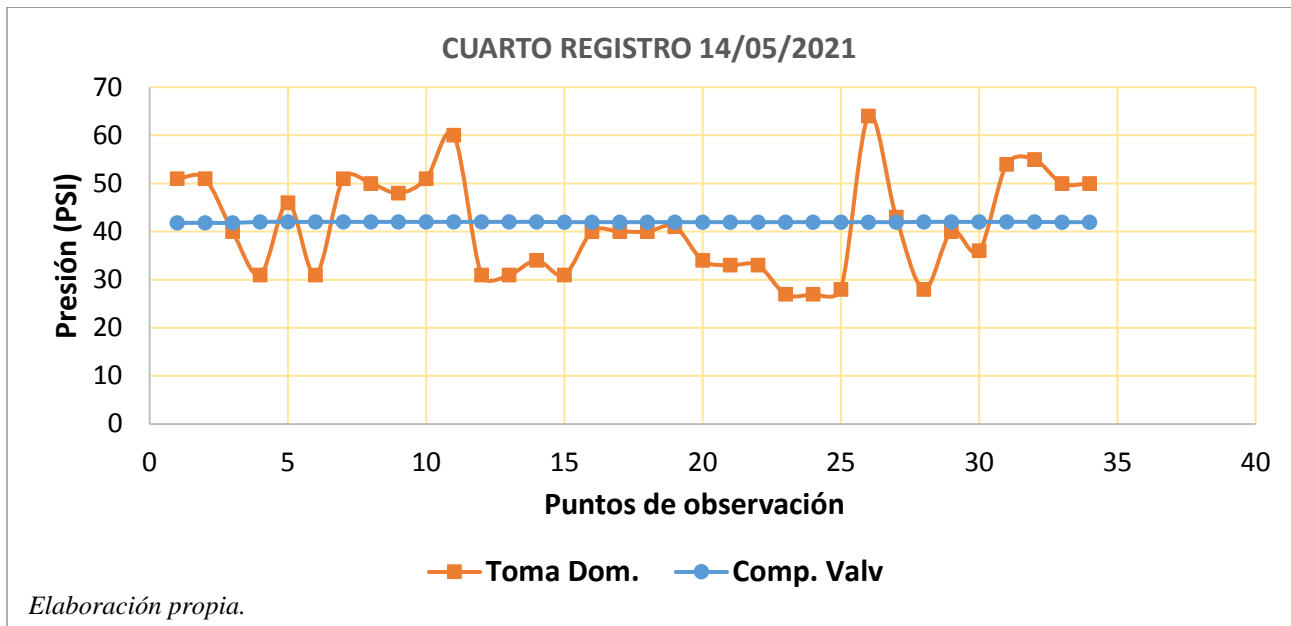
Gráfica 4

Tercer registro toma domiciliaria vs VRPs.



Gráfica 5

Cuarto registro toma domiciliaria vs VRPs.



Elaboración propia.

En las gráficas presentadas se nota como la presión de la VRPs (Válvula Reguladora de Presión, presión salida) no cambia, su valor permanece casi constante.

Las presiones de las tomas domiciliarias, varían conforme al tiempo (hora) y día. Las gráficas de los registros 3,4 y 5 son muy semejantes, no existiendo un valor discordante en ellas que se pueda tomar como un dato aleatorio marcando una sobrepresión, provocando una distribución con los mismos porcentajes de distribución.

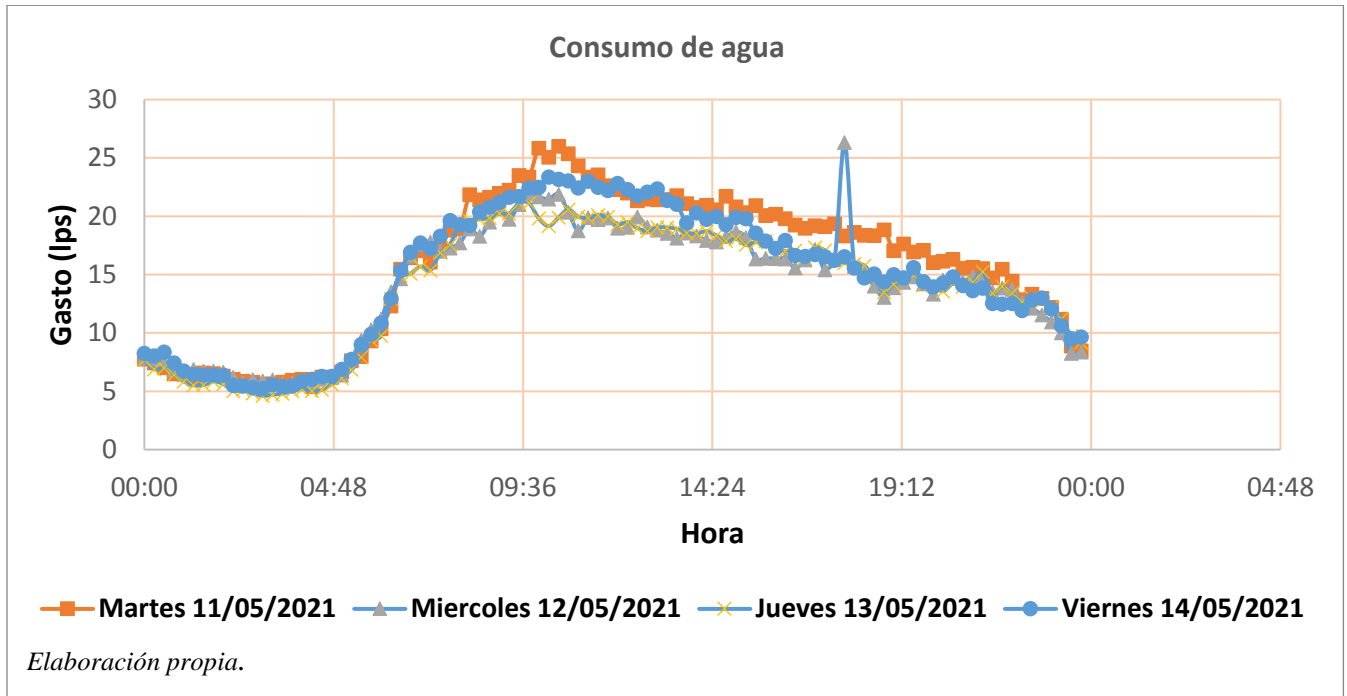
22.3 Comportamiento III

22.3.1 Consumo de agua

En la gráfica 6 del consumo de agua se puede observar que, dentro del Macro-Sector Enrique C. Livas, se registró mayor consumo de agua el martes, marcando un gasto máximo de 26 lps.

Gráfica 6

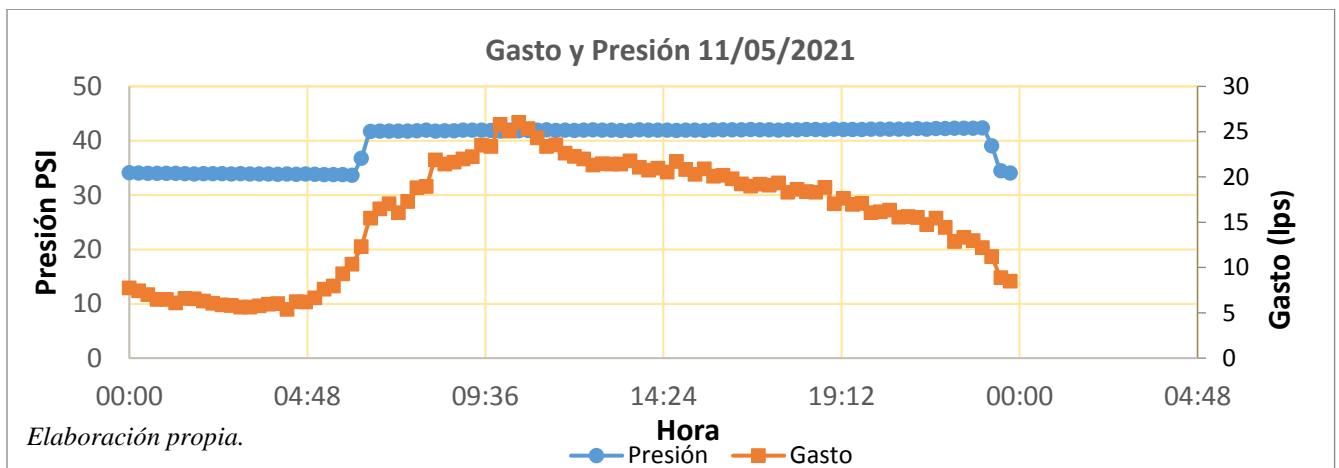
Consumo de agua.



Nótese que en los horarios 7:00 a 10:00 am el gasto aumenta considerablemente y después declina su consumo, al igual esto se puede ver en la presión.

Gráfica 7

Gasto y presión de agua martes 11/05/2021.



22.4 Cálculo del Coeficiente de Uniformidad de Christiansen y Eficiencias (Ea y Er)

$$CUC_1 = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|}{N * \bar{x}} \right] * 100$$

$$CUC_1 = \left[1 - \frac{291.9}{1263} \right] * 100$$

$$CUC_1 = 0.77 * 100$$

$$CUC_1 = 77\%$$

22.5 Eficiencia de requerimiento (Er)

$$Er_1 = \left(\frac{\sum zona I}{(\sum zona I + \sum zona II)} \right) * 100$$

$$Er_1 = \left(\frac{725}{725} \right) * 100$$

$$Er_1 = 100\%$$

22.6 Eficiencia de aplicación (Ea)

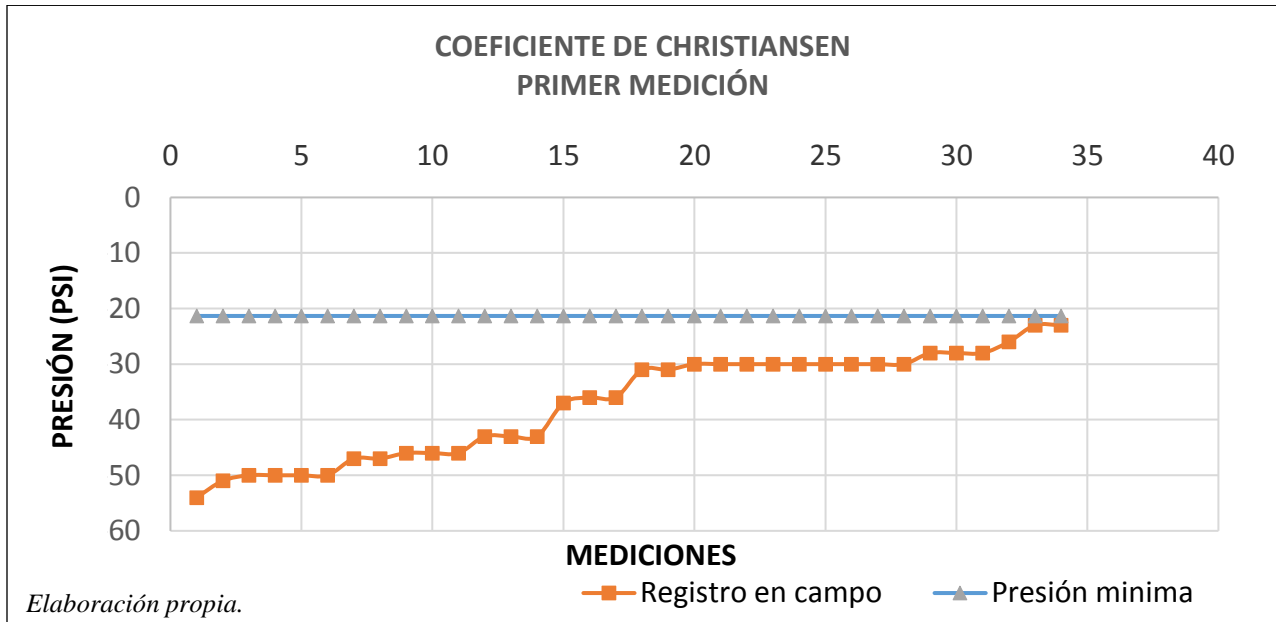
$$Ea_1 = \left(\frac{\sum zona I}{(\sum zona I + \sum zona III)} \right) * 100$$

$$Ea_1 = \left(\frac{725}{(725 + 510)} \right) * 100$$

$$Ea_1 = 59\%$$

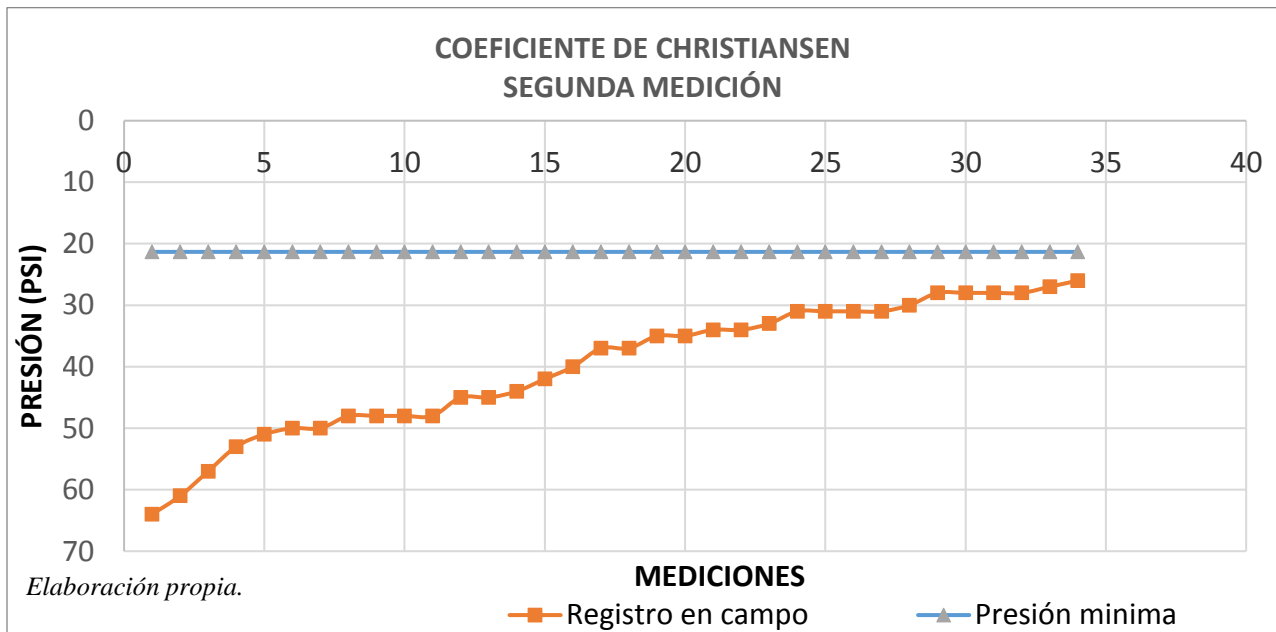
Gráfica 8

Primer medición CUC.



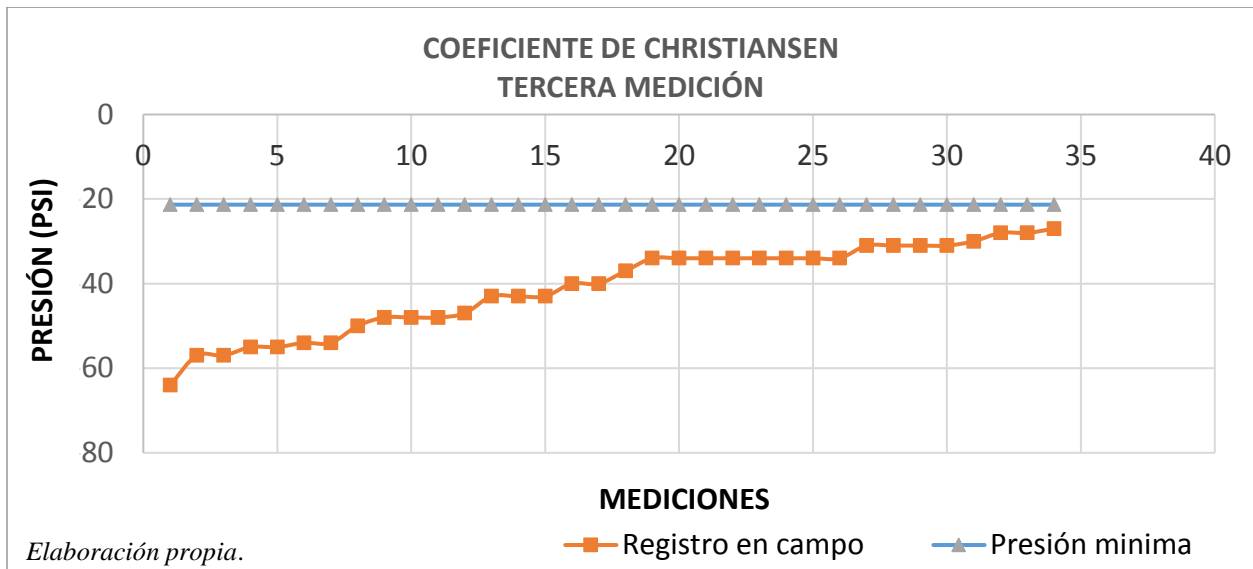
Gráfica 9

Segunda medición CUC.



Gráfica 10

Tercera medición CUC.



Gráfica 11

Cuarta medición CUC.

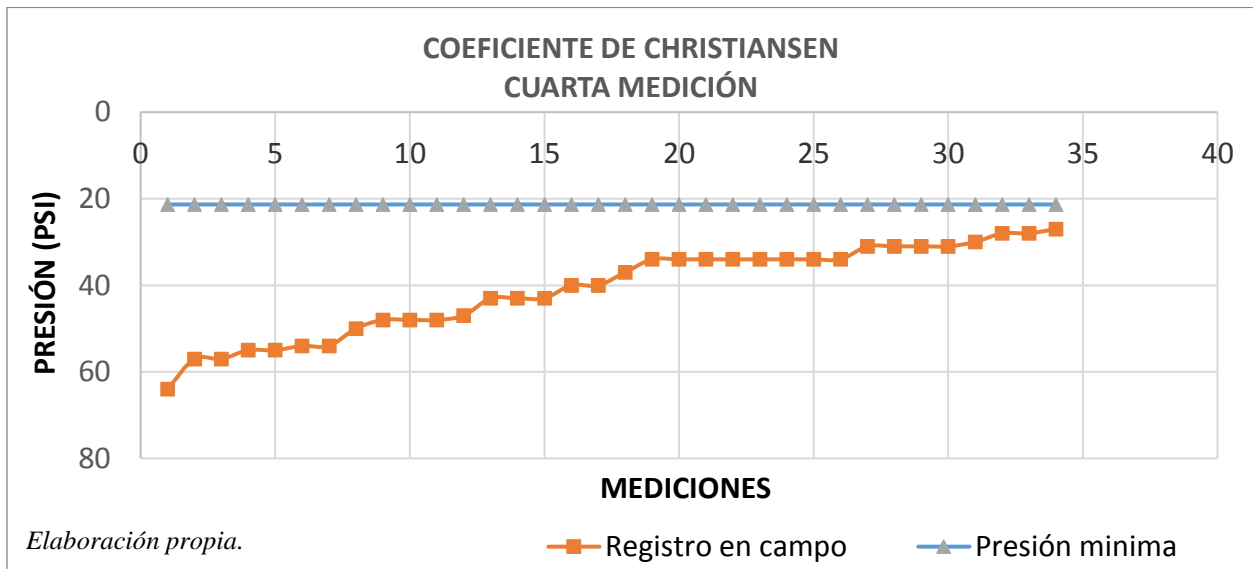


Tabla 9

Resultados de mediciones en campo.

Datos	Primer Medición	Segunda Medición	Tercer Medición	Cuarta Medición
CUC	77%	77%	78%	79%
Área I	725	725	725	725
Área III	510	596	648	425
Ea	59%	55%	53%	63%
Er	100%	100%	100%	100%

Elaboración propia.

En los resultados obtenidos, el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) es aceptable ya que todos están por encima del valor 70%, la Er (Eficiencia de requerimiento) es del 100% es decir la presión total mandada satisface al usuario en cualquier hora y día, la Ea (Eficiencia de aplicación) es baja y variada ya que los valores obtenidos son de (50%-65%) debiéndose principalmente al desnivel topográfico que presenta el Macro-Sector.

22.7 Comportamiento III puntos críticos

Tabla 10

Datos de los puntos críticos.

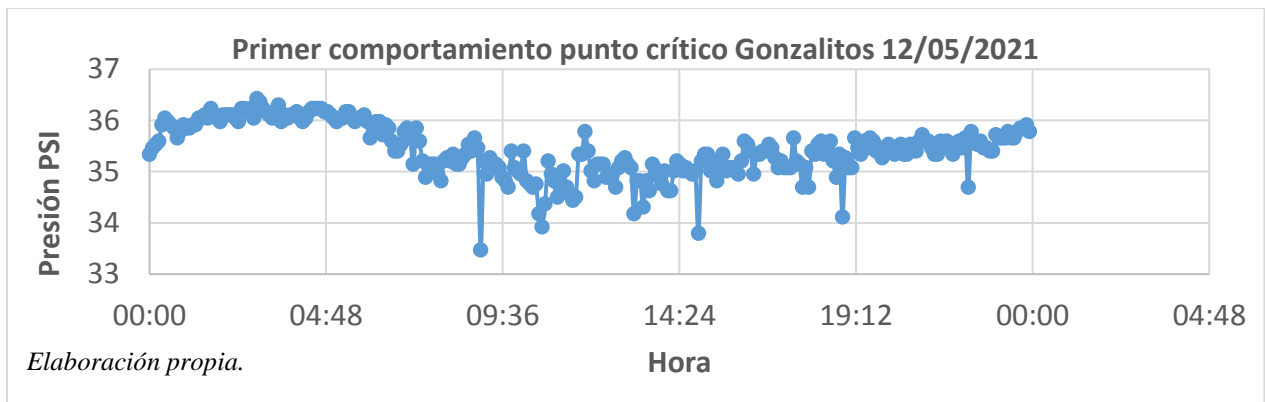
Punto	Dirección	COTA
Punto 1	Av. Gonzalitos #1077	567
Punto 2	Terranova	566
Punto 3	Bolivia #508	587

Elaboración propia

Estos puntos se monitorearon las 24 hrs, con un intervalo de tiempo de 5-15 min, para la obtención de estos datos se utilizaron diferentes registradores, que constantemente almacenaban los datos de presión, se optó por tomar los días miércoles 12/05/2021 y jueves 13/05/2021 para la realización de las gráficas y obtención de resultados.

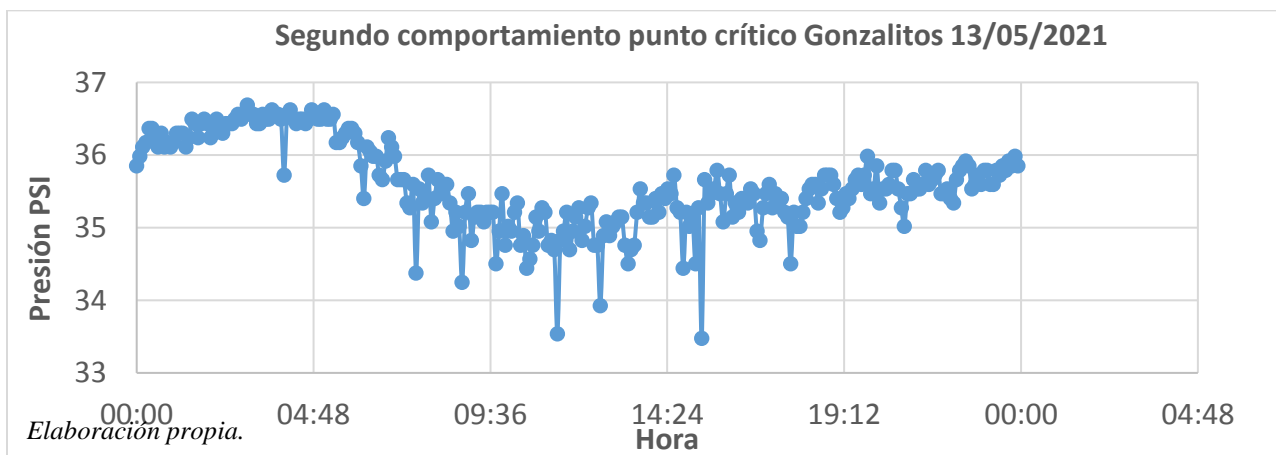
Gráfica 12

Primer comportamiento crítico Gonzalitos 12/05/2021.



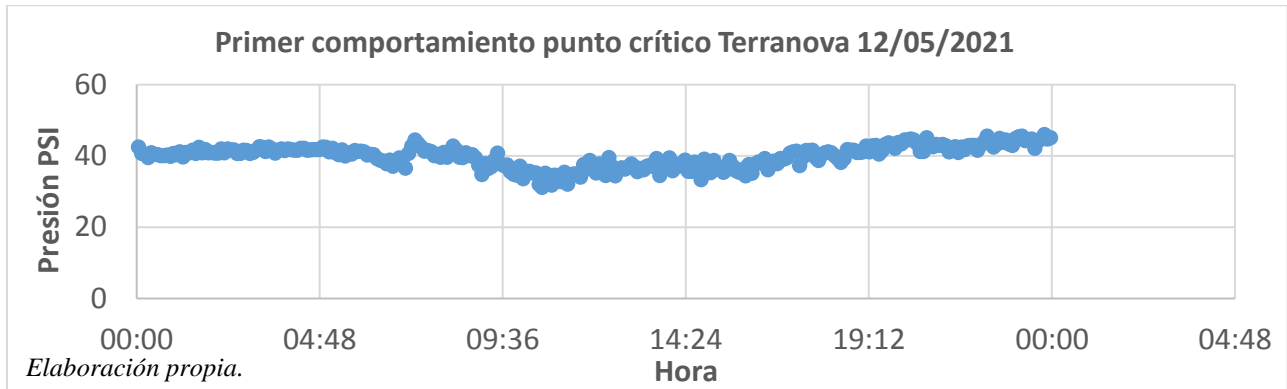
Gráfica 13

Segundo comportamiento crítico Gonzalitos 13/05/2021.



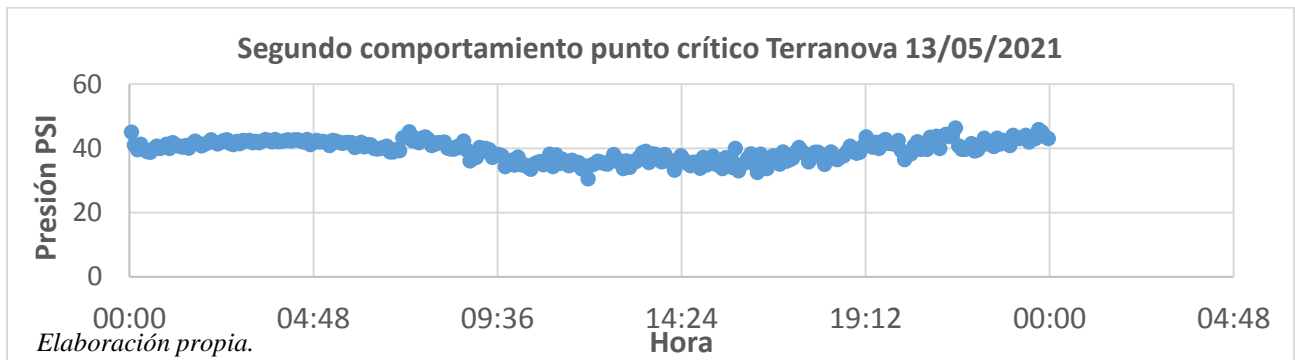
Gráfica 14

Primer comportamiento crítico Terranova 12/05/2021.



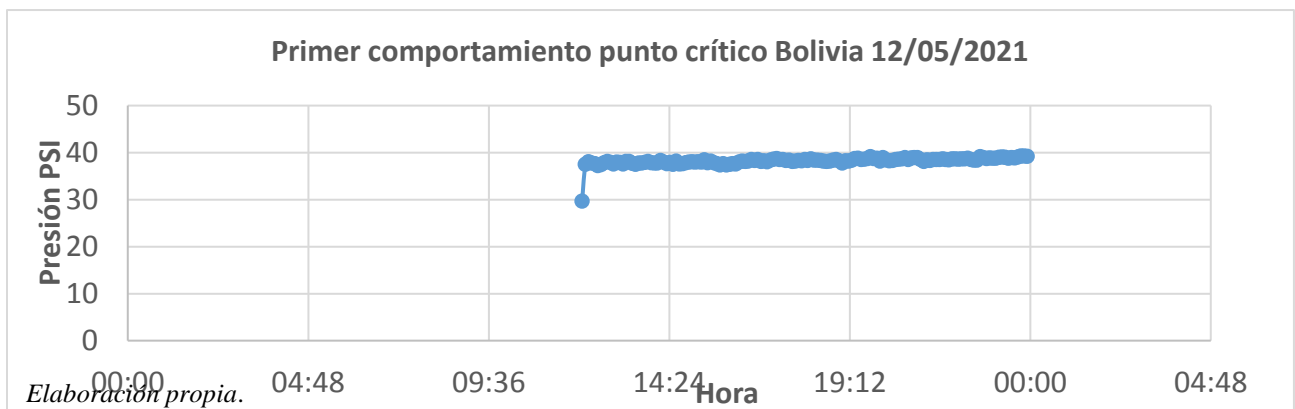
Gráfica 15

Segundo comportamiento crítico Terranova 13/05/2021.



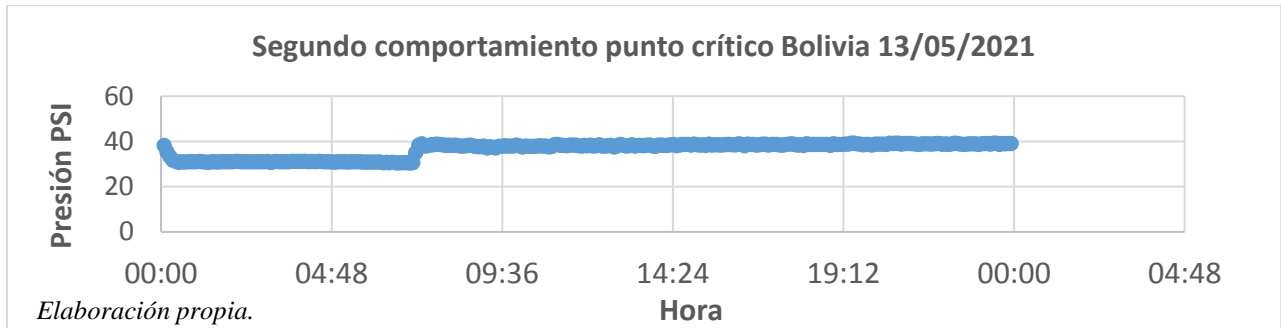
Gráfica 16

Primer comportamiento crítico Bolivia 12/05/2021.



Gráfica 17

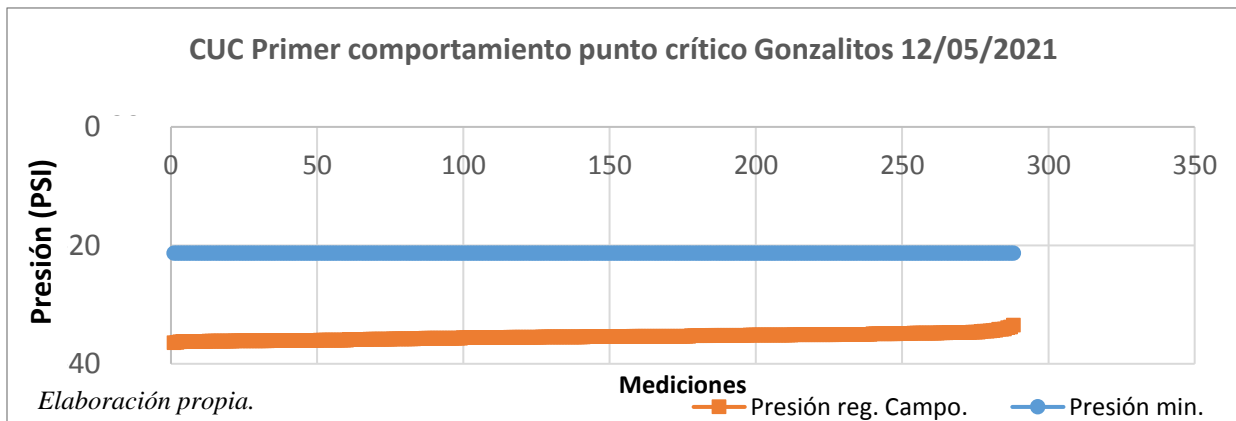
Segundo comportamiento crítico Bolivia 13/05/2021



Conforme se analizaron los puntos críticos, se nota que alrededor de un horario de 7:00 a 10:00 am se incrementan las presiones, debiéndose a la demanda de consumo de agua, se tiene una disminución de presión en un horario de 23:00 a 00:00, ya que disminuye el consumo de agua y las presiones tienden a disminuir notablemente.

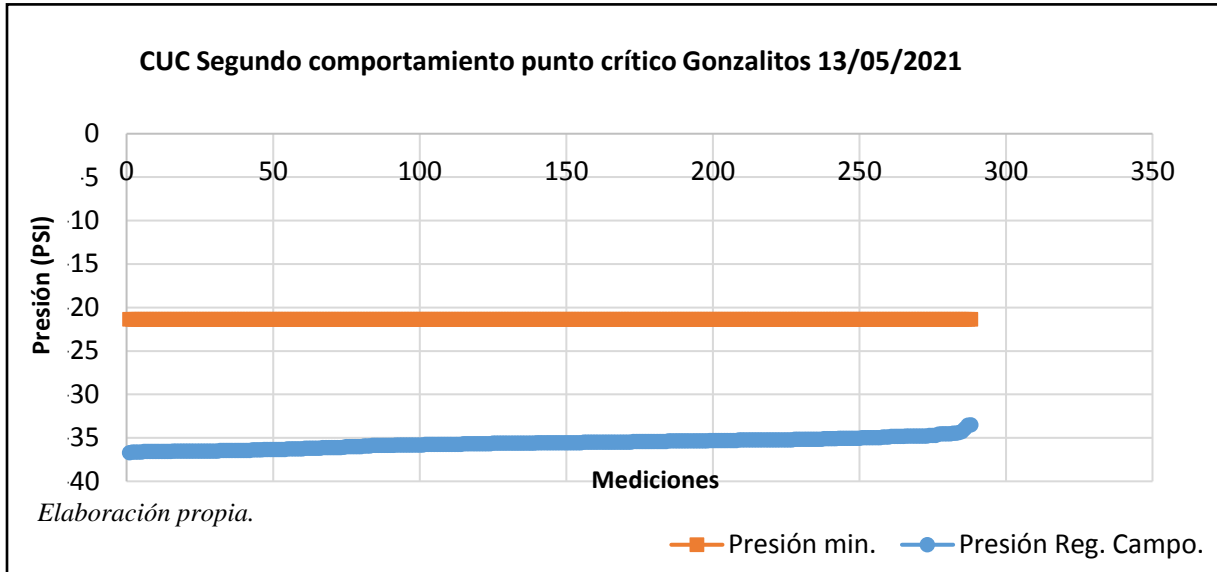
Gráfica 18

CUC Primer comportamiento punto crítico Gonzalitos 12/05/2021.



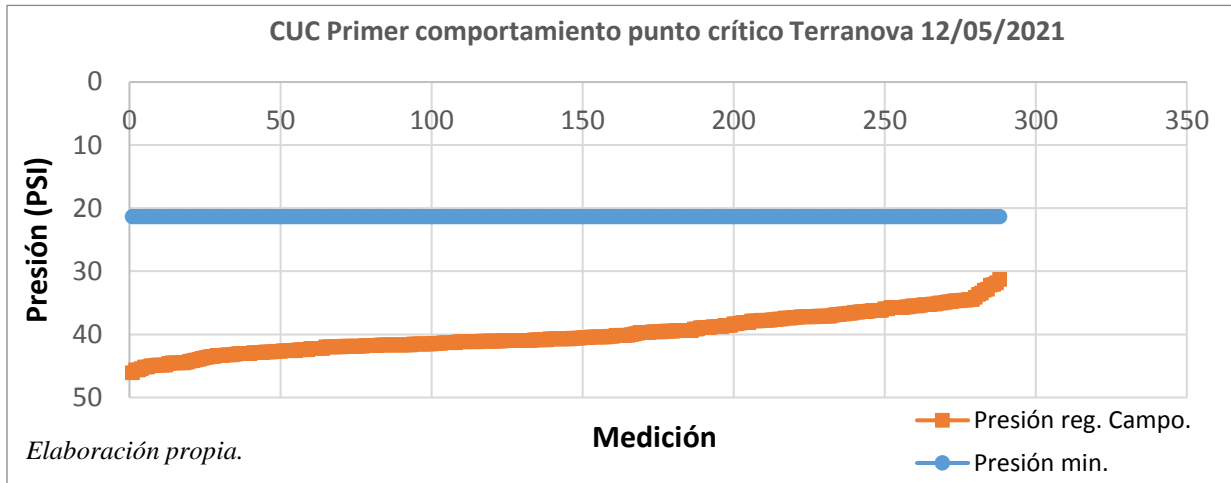
Gráfica 19

CUC Segundo comportamiento punto crítico Gonzalitos 13/05/2021.



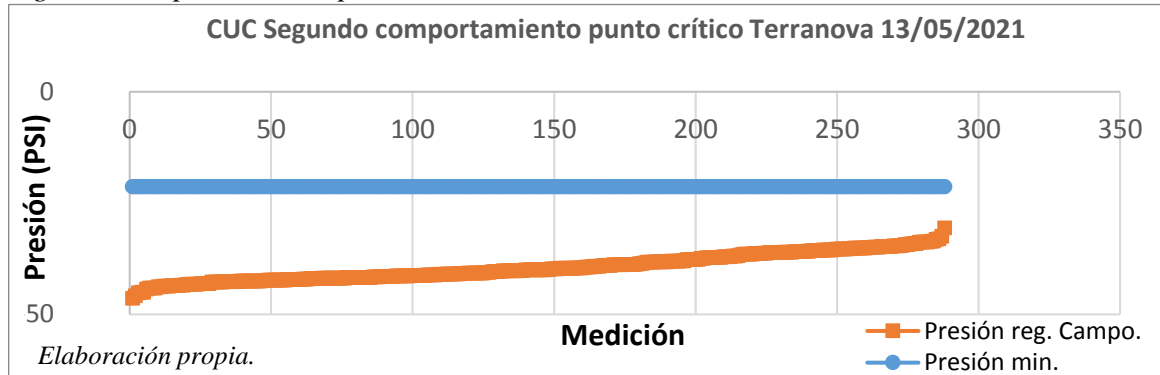
Gráfica 20

CUC Primer comportamiento punto crítico Terranova 12/05/2021.



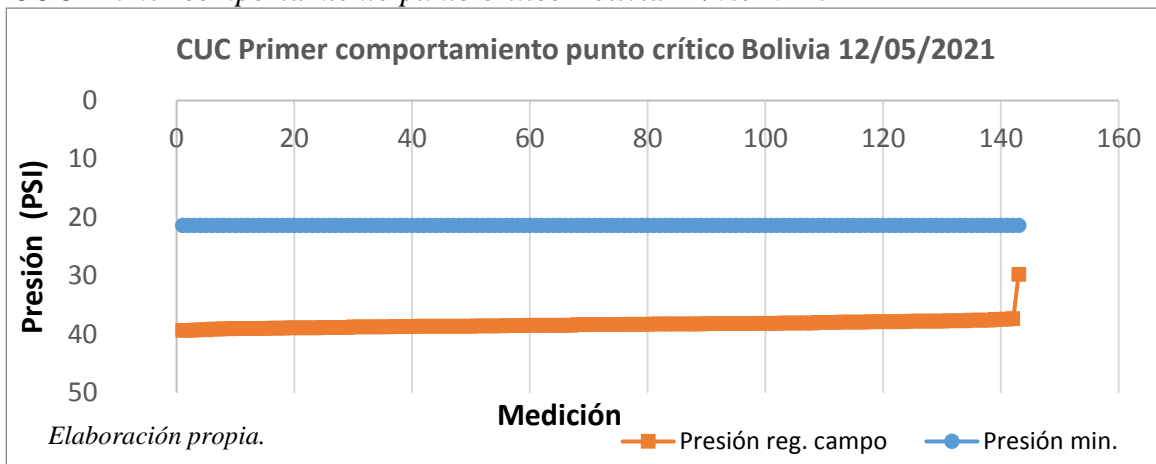
Gráfica 23

Segundo comportamiento punto crítico Terranova 13/05/2021.



Gráfica 22

CUC Primer comportamiento punto crítico Bolivia 12/05/2021.



Gráfica 21

CUC Segundo comportamiento punto crítico Bolivia 13/05/2021.

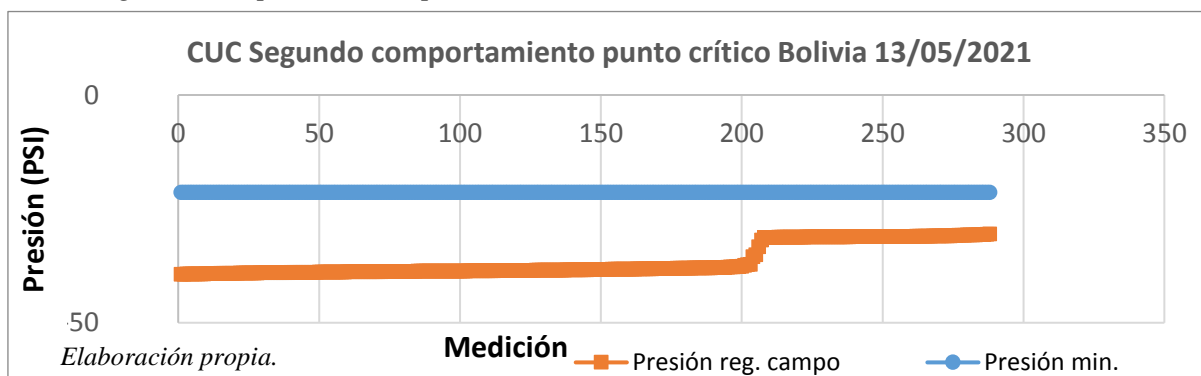


Tabla 11

Resultados de los puntos críticos.

Datos	Gonzalitos	Terranova	Bolivia
CUC_1	99%	94%	99%
CUC_2	99%	93%	92%
CUC_{PROM}	99%	93.5%	95.5%
Ea_1	60%	53%	79%
Ea_2	60%	54%	59%
Ea_{PROM}	60%	53.5%	69%
Er_1	100%	100%	100%
Er_2	100%	100%	100%
Er_{PROM}	100%	100%	100%

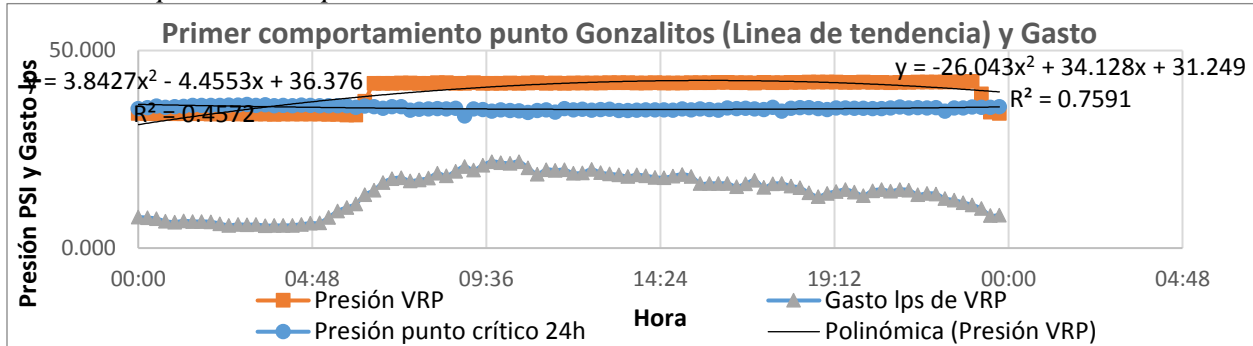
Elaboración propia.

En los puntos críticos el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) cumple con los resultados esperados, la Er (Eficiencia de Requerimiento) es del 100% mientras que la Ea (Eficiencia de aplicación) es baja.

22.8 Comportamiento IV Factor de relación

Gráfica 24

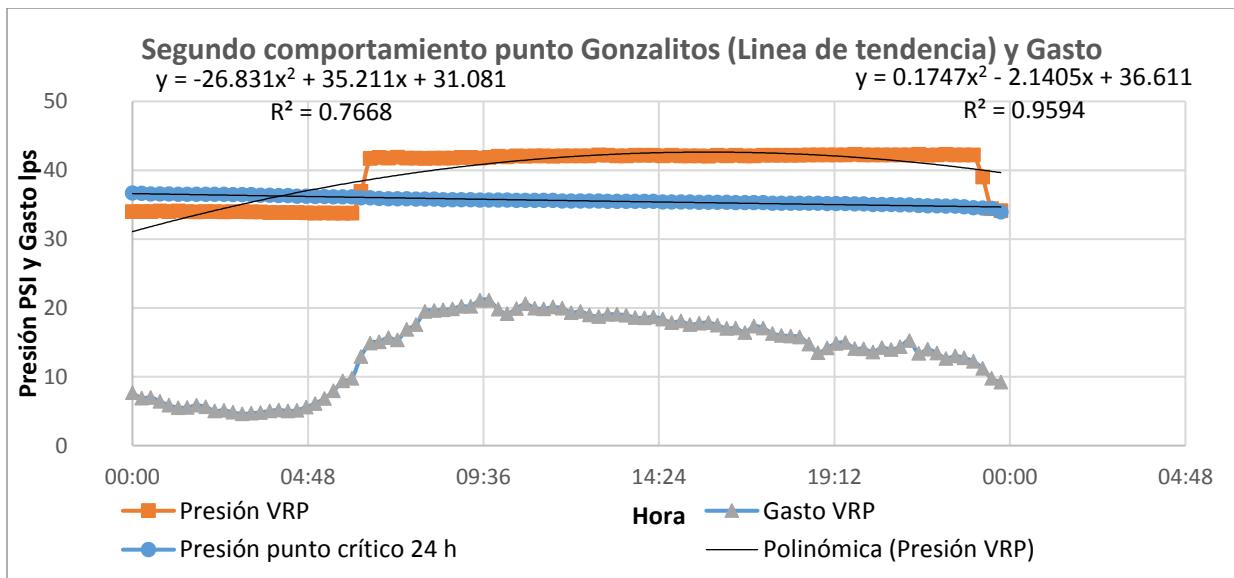
Primer comportamiento punto Gonzalitos línea de tendencia.



Elaboración propia.

Gráfica 25

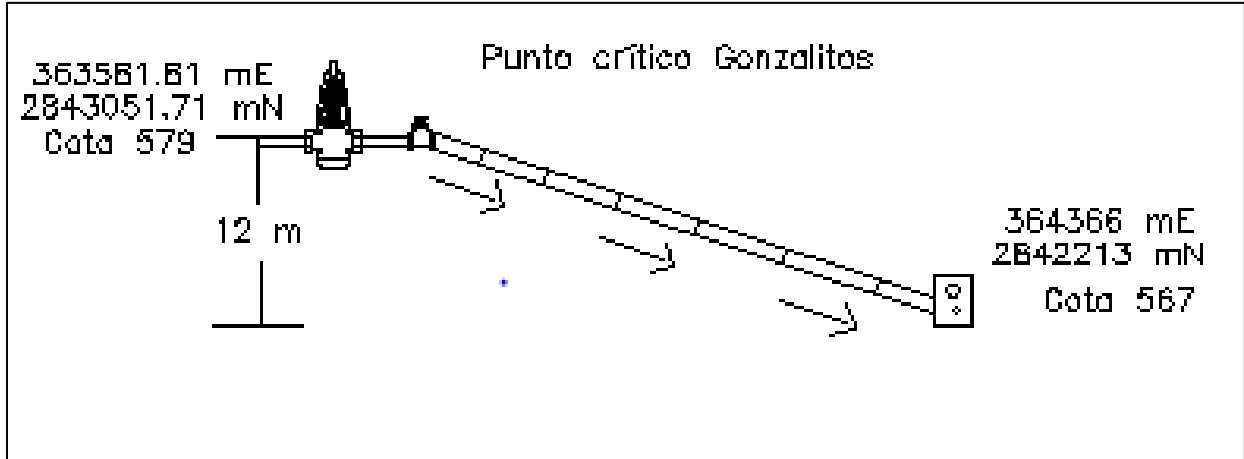
Segundo comportamiento Gonzalitos línea de tendencia.



Elaboración propia.

Imagen 47

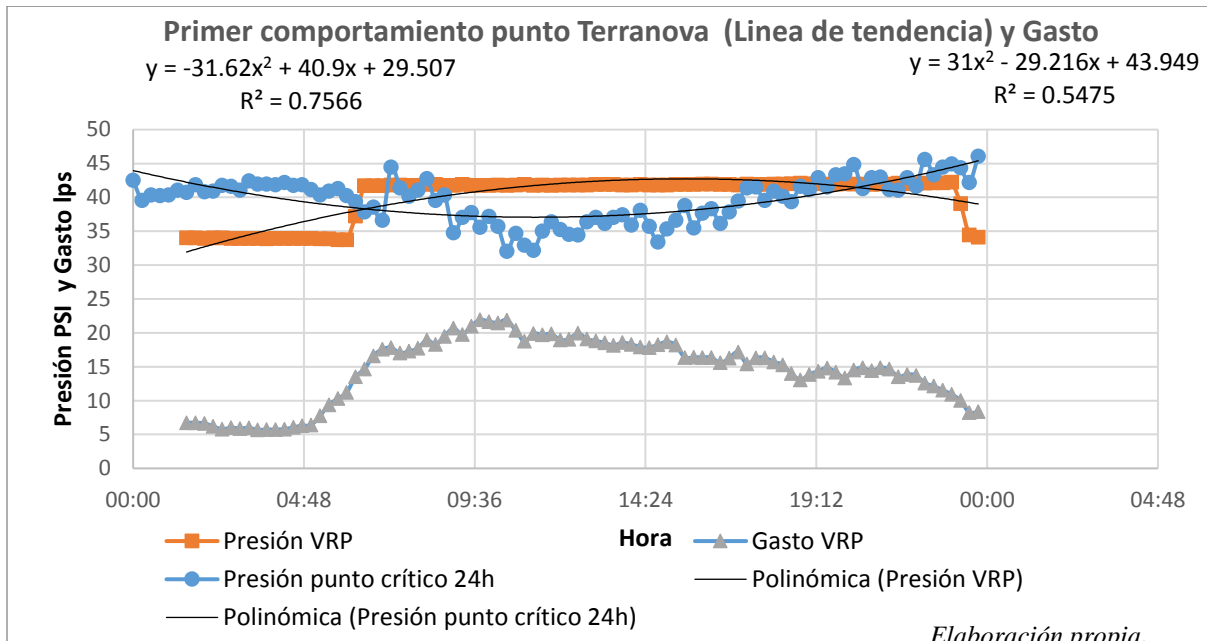
Representación de punto de abastecimiento VRP (Válvula Reguladora de Presión) y punto crítico Gonzalito.



Elaboración propia. AutoCAD.

Gráfica 26

Primer comportamiento Terranova línea de tendencia.



Gráfica 27

Segundo comportamiento Terranova línea de tendencia.

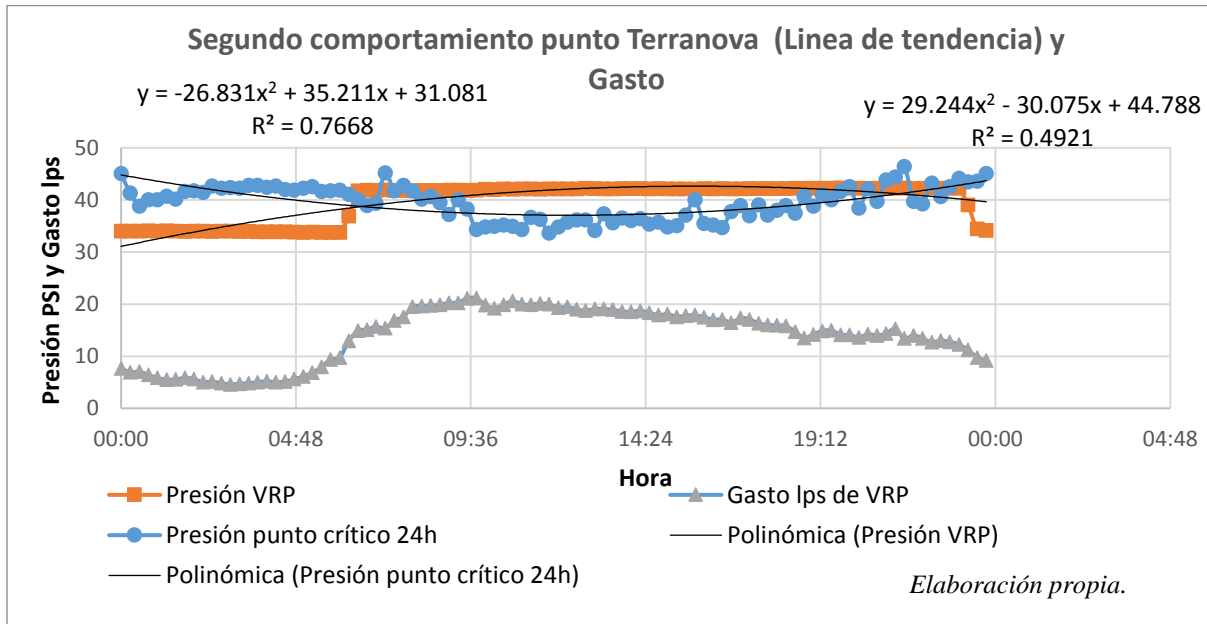
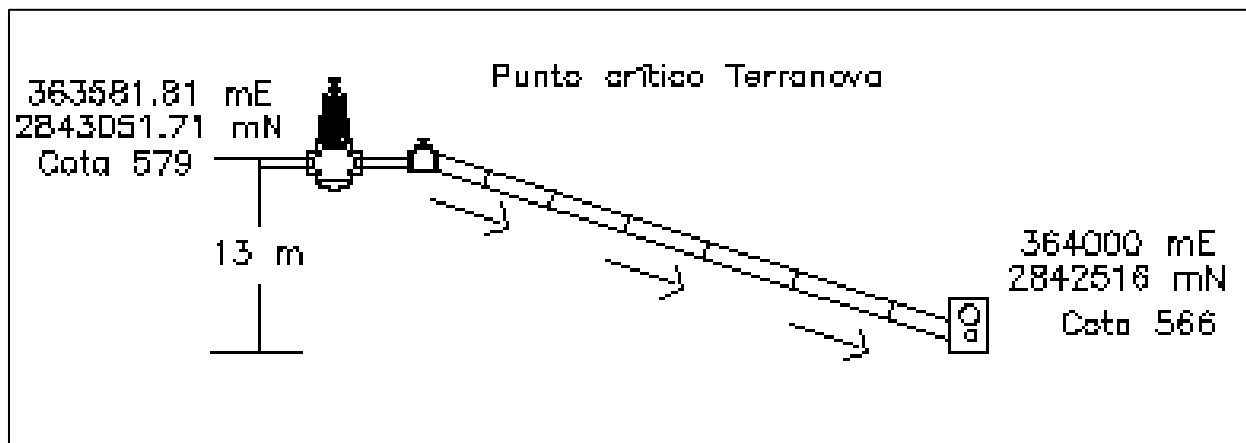


Imagen 48

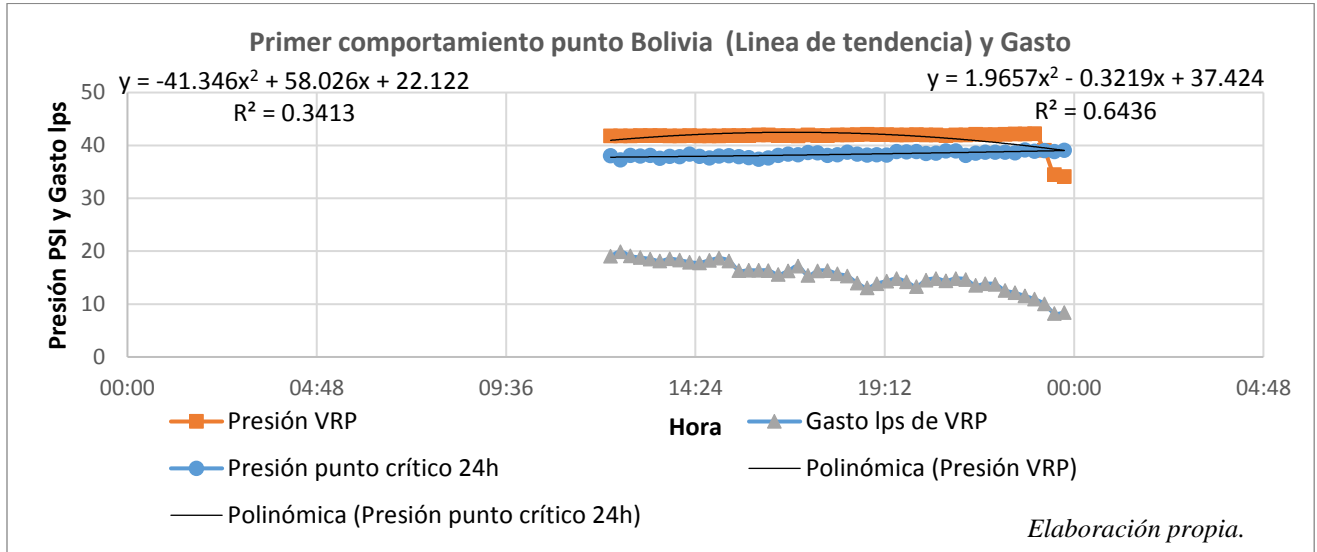
Representación de punto de abastecimiento VRP (Válvula Reguladora de Presión) y punto crítico Terranova.



Elaboración propia. AutoCAD.

Gráfica 28

Primer comportamiento Bolivia línea de tendencia.



Gráfica 29

Segundo comportamiento Bolivia línea de tendencia.

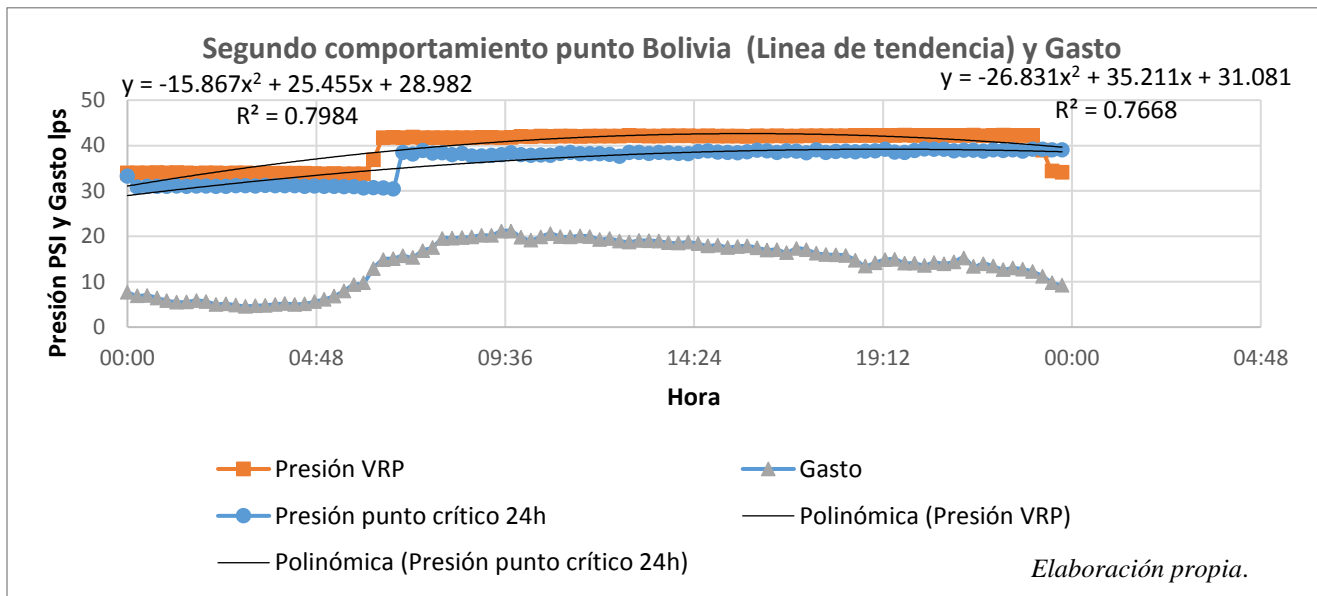


Imagen 49

Representación de punto de abastecimiento VRP (Válvula Reguladora de Presión) y punto crítico Bolivia.

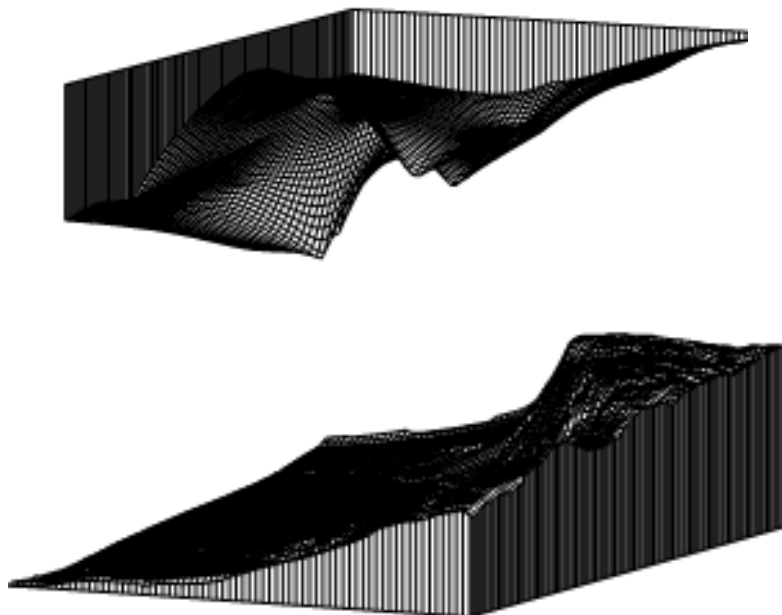


Elaboración propia. AutoCAD.

23 Monta de mallas, topográfica con presiones de registro 13/05/2021

Imagen 50

Monta de Mallas (Topográfica y Presión).



Elaboración propia. Surfer.

En la figura del montado de malla topográfico de las presiones registradas del día 13/05/2021, se puede ver como la presión es inversamente proporcional a la altimetría del terreno. La malla que está en la parte inferior corresponde a la malla topográfica, mientras que la malla superior corresponde a las presiones, nótese que las cotas más bajas corresponden a las presiones más altas, mientras que las cotas altas las presiones bajas son las que le corresponden.

24 Conclusión

En las mediciones de las presiones de las tomas domiciliarias CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) el promedio es de 77.78 %, la Er (Eficiencia de Requerimiento) promedio es de 100%, mientras que la Ea (Eficiencia de Aplicación) promedio es de 57.5 % y en los puntos críticos el CUC (Coeficiente de Uniformidad de Christiansen) promedio es del 96.00 %, la Ea (Eficiencia de Aplicación) promedio es del 60.83 %, mientras que la Er (Eficiencia de Requerimiento) promedio cumple al 100%.

Esto nos Indica que se cumple la hipótesis del organismo operador SADM ya que los parámetros o puntos de abastecimiento se cumplen, representando que a cualquier demanda en X punto le cumple a lo largo de Y tiempo a excepción de la Ea (Eficiencia de aplicación) debiéndose esto, por el desnivel topográfico tan marcado que se presenta en el Macro-Sector, que se pudiera mejorar con la implementación de algunos accesorios secundarios.

Se comprueba que el relieve topográfico es inversamente proporcional con las presiones obtenidas, viendo los resultados en la montado de malla.

La VRP (Válvula Reguladora de Presión) como se muestra en las gráficas en su comportamiento de uniformidad y operación, nos indica que opera bajo su función de automatización, es decir al

existir un diferencial de presión entre el abastecimiento y la demanda abre o cierra según sea el diferencial, evitando que exista una sobrepresión innecesaria, y en consecuencia fugas por sobrepresión a lo largo de la jornada hidráulica (horas, días, semana, mes, año).

Se cumple la hipótesis del testigo, dando al usuario la presión y gasto requerido, en día y hora, fundamento hidráulico principal de la sectorización, la automatización, a base del uso de VRP (Válvula Reguladora de presión) y telemetría con que cuenta el Macro-Sector.

Los Rangos de CUC (Coeficiente de Christiansen) están entre bien y altos ya que por más que se pretenda uniformizar los datos, estos serían imposible dado el desnivel, es decir que al llegar el fluido al Macro-Sector y ser regulado y administrado por una electroválvula hidráulica, al interior del Macro-Sector no se tiene control gravitacional del fluido como accesorios VRP (Válvula Reguladora de Presión) secundarios, por eso la desviación media estándar de este universo de información se encuentra en un **rango aceptable a alto.**

La distribución del fluido en el interior del Macro-Sector Enrique C. Livas, se puede considerar bajo esta evaluación, y observando el comportamiento de los puntos críticos y la válvula VRP (Válvula Reguladora de Presión) principal como **BUENA rumbo a ALTA.**

En las gráficas 2,3,4 y 5 del Macro-Sector donde la variable medida fue presión (X) y tiempo (Y), se observa que las presiones tienen un comportamiento no discordante o significativo, presentando una uniformidad en paralelo, es decir la presión h es igual a la presión de VP \pm altimetría del lugar más las pérdidas de carga en salidas múltiples y perdidas de carga locales.

En la gráfica 32 donde de evaluaron las presiones de la VRP (Válvula Reguladora de Presión) y del punto crítico Bolivia, se observa que el comportamiento es paralelo, ajustándose bajo una

ecuación polinómica, por lo que se concluye que la presión resultante en cualquier punto del Macro-Sector, depende de la presión inyectada en origen de la VRP (Válvula Reguladora de Presión).

Se observa en las gráficas 3,4,5 la presión en los diferentes puntos, con diferentes días, obedecen a un mismo patrón, no existiendo un valor discordante en estas graficas que se pueda tomar como un dato aleatorio marcando una sobrepresión, provocando una distribución con los mismos porcentos de distribución.

25 Referencia bibliográfica

Ayala, F. (2018). Eficiencia Hídrica en la Distribución de la Red de Agua Potable a través de Modulación de Presiones.

Ayala, F. (2019). *Modulación de presiones*. Monterrey.

Biblioteca ATRIUM de Instalaciones de Agua. Conceptos básicos de hidráulica. Editor Océano, tesis.

Casillas, S. (2015). *Sistemas de riego por aspersión y goteo*. México: Trillas.

Comisión Nacional del Agua. (2012). Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable.

Cruz Enrique. Introducción al anillo de transferencia

Gilles, C. (2005) Aire en tuberías de agua. Segunda edición.

Lam, G. José Andrés. (2011). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea captzin chiquito, municipio de San Mateo Ixtatápan, Huehuetenango, tesis.

Citas Vistas En Páginas Web

Fondo para la comunicación y la educación ambiental, A.C. Visión general del agua en México. Consultado en <https://agua.org.mx/cuanta-agua-tiene-mexico/> Consultado (16/06/2021).

Khan Academy. ¿Qué es la ecuación de Bernoulli? Consultado en <https://es.khanacademy.org/science/physics/fluids/fluid-dynamics/a/what-is-bernoullis-equation> Consultado (07/07/2021).

La Silla Rota. (22/03/2018). El consumo promedio de agua en México. Consultado en <https://lasillarota.com/consumo-promedio-agua-mexico/212034> Consultado (15/07/2021).

Nick Connor. (30-09-2019). ¿Qué es la ecuación de Darcy-Weisbach? Consultado en <https://www.thermal-engineering.org/es/que-es-la-ecuacion-de-darcy-weisbach-definicion/> Consultado (17/07/2021).

Rosalinda Tovar. (mayo 11, 2020). Hay poca agua... y consumo crece; rebasada, capacidad de agua y drenaje. Consultado en <https://d.elhorizonte.mx/local/agua-en-nl/2850131> Consultado (16/06/2021).

26 ANEXOS

Tabla 12

Datos de los puntos medidos.

Punto	Coordenadas (UTM)		Dirección
1	363932.87 m E	2841764.22 m N	Bolivia #130
2	363951.20 m E	2841868.49 m N	Colombia #430 A
3	363707.51 m E	2842181.04 m N	Jamaica #40
4	363725.58 m E	2842074.18 m N	Ecuador #315
5	363693.51 m E	2842322.41 m N	Venezuela #496
6	363519.83 m E	2842386.12 m N	Ecuador #515
7	363824.98 m E	2842468.61 m N	República de Chile #407
8	363818.69 m E	2842266.18 m N	Jamaica # 228
9	363836.27 m E	2842150.47 m N	Venezuela #320
10	363961.41 m E	2842208.00 m N	Guayana Francesa #210
11	364054.40 m E	2842164.29 m N	Enrique Livas #688
12	364257.79 m E	2842198.21 m N	Guatemala #127
13	364066.40 m E	2842462.00 m N	Panamá #316
14	364216.97 m E	2842347.94 m N	Canadá #303
15	364096.65 m E	2842506.03 m N	Nicaragua #336
16	364041.36 m E	2842605.51 m N	Francisco Fernández #105 A
17	363913.22 m E	2842656.67 m N	5A Avenida #114

18	363855.80 m E	2842811.68 m N	Av. Paseo de los León
19	364152.54 m E	2842730.65 m N	Factores Mutuos #480
20	364374.92 m E	2842207.76 m N	Gonzalitos Meridiana #252
21	363717.38 m E	2842624.35 m N	3A. Avenida #113
22	363682.28 m E	2842733.37 m N	4A. Avenida #302
23	363531.80 m E	2842817.67 m N	6A. Avenida #215
24	363452.50 m E	2842787.69 m N	3A. Avenida #290
25	363612.24 m E	2842929.94 m N	Av. Paseo de los Leones #1390
26	363873.22 m E	2842993.38 m N	Enrique Livas
27	363800.10 m E	2843025.93 m N	Enrique Livas
28	363692.13 m E	363692.13 m E	11 A. Avenida
29	363666.00 m E	2843153.00 m N	Av. Lázaro Cárdenas #4368
30	363792.68 m E	2843095.57 m N	Av. Lázaro Cárdenas
31	364059.47 m E	2843030.02 m N	Av. Lázaro Cárdenas
32	364377.88 m E	2843007.48 m N	Av. Lázaro Cárdenas #234
33	364381.64 m E	2842835.31 m N	Av. De los Leones #901
34	364081.77 m E	2842944.05 m N	Distrito B-6

Tabla 13 Resultados de la medición de presiones.

Punto	Primer	Hora	Segunda	Hora	Tercer	Hora	Cuarta	Hora
	Presión (PSI)		Presión (PSI)		Presión (PSI)		Presión (PSI)	
	11/05/21		12/05/21		13/05/21		14/05/21	
1	43	12:27	46	11:30	40	10:38	51	8:56
2	51	12:31	51	11:40	48	10:34	51	9:01
3	23	12:37	40	10:12	34	10:23	40	9:07
4	31	12:45	30	10:23	28	10:25	31	9:16
5	46	12:50	44	10:25	43	10:41	46	9:10
6	30	13:03	31	10:20	31	10:24	31	9:13
7	50	13:42	46	11:37	54	10:10	51	9:26
8	47	13:48	48	10:17	47	10:15	50	9:05
9	47	13:52	48	10:30	48	10:28	48	9:04
10	50	13:56	48	10:32	48	10:30	51	9:20
11	54	14:00	61	11:35	57	10:32	60	9:46
12	28	14:02	28	11:23	31	10:55	31	8:46
13	30	14:11	34	11:15	34	10:12	31	9:41
14	30	14:17	31	11:03	34	10:07	34	9:44
15	30	14:20	34	10:55	34	10:03	31	9:39
16	30	14:23	33	10:47	31	9:57	40	9:34

17	30	14:26	37	10:35	34	9:55	40	9:28
18	30	14:34	31	10:45	34	10:47	40	9:31
19	30	14:38	37	10:40	43	10:00	41	9:37
20	30	14:42	31	11:47	34	10:56	34	8:48
21	23	13:05	28	10:17	30	9:30	33	8:39
22	28	13:10	28	10:21	31	9:31	33	8:41
23	28	13:15	26	10:23	28	9:40	27	8:44
24	26	13:17	27	10:27	27	9:45	27	8:45
25	31	13:20	28	10:30	34	9:50	28	8:47
26	43	12:00	64	10:05	64	9:52	64	8:50
27	43	12:15	43	10:07	43	10:00	43	8:52
28	36	12:20	36	10:11	37	10:05	28	8:54
29	36	12:27	36	10:13	40	10:07	40	8:58
30	37	13:00	48	10:09	57	10:10	36	8:59
31	50	12:32	50	10:00	55	10:12	54	9:00
32	50	12:40	57	9:57	54	10:15	55	9:02
33	46	12:45	50	9:55	55	10:16	50	9:05
34	46	12:52	53	9:50	50	10:17	50	9:06

Tabla 14

Primer CUC registro de campo.

Punto N	Reg. en campo xi	xi-xm
1	43	5.9
2	51	13.9
3	23	14.1
4	31	6.1
5	46	8.9
6	30	7.1
7	50	12.9
8	47	9.9
9	47	9.9
10	50	12.9
11	54	16.9
12	28	9.1
13	30	7.1
14	30	7.1
15	30	7.1
16	30	7.1
17	30	7.1
18	30	7.1
19	30	7.1
20	30	7.1
21	23	14.1
22	28	9.1
23	28	9.1
24	26	11.1
25	31	6.1
26	43	5.9
27	43	5.9
28	36	1.1
29	36	1.1
30	37	0.1
31	50	12.9
32	50	12.9
33	46	8.9
34	46	8.9
Σ	1263	291.9

Elaboración propia.

Promedio $x_m = 37.1$

$N \cdot x_m = 1263$

Tabla 15

Segundo CUC registro de campo.

Punto N	Reg. en campo x_i	$x_i - x_m$
1	46	5.9
2	51	10.9
3	40	0.1
4	30	10.1
5	44	3.9
6	31	9.1
7	46	5.9
8	48	7.9
9	48	7.9
10	48	7.9
11	61	20.9
12	28	12.1
13	34	6.1
14	31	9.1
15	34	6.1
16	33	7.1
17	37	3.1
18	31	9.1
19	37	3.1
20	31	9.1
21	28	12.1
22	28	12.1
23	26	14.1
24	27	13.1
25	28	12.1
26	64	23.9
27	43	2.9
28	36	4.1
29	36	4.1
30	48	7.9
31	50	9.9
32	57	16.9
33	50	9.9
34	53	12.9

Σ	1363	311.4
----------	------	-------

Elaboración propia

Promedio $x_m = 40.1$

$N \cdot x_m = 1363$

Tabla 16

Tercer CUC registro de campo.

Punto	Reg. en campo x_i	$x_i - x_m$
1	40	0.9
2	48	7.1
3	34	6.9
4	28	12.9
5	43	2.1
6	31	9.9
7	54	13.1
8	47	6.1
9	48	7.1
10	48	7.1
11	57	16.1
12	31	9.9
13	34	6.9
14	34	6.9
15	34	6.9
16	31	9.9
17	34	6.9
18	34	6.9
19	43	2.1
20	34	6.9
21	30	10.9
22	31	9.9
23	28	12.9
24	27	13.9
25	34	6.9
26	64	23.1
27	43	2.1
28	37	3.9
29	40	0.9

30	57	16.1
31	55	14.1
32	54	13.1
33	55	14.1
34	50	9.1
Σ	1392	303.8

Elaboración propia

Promedio $x_m = 40.9$

$N \cdot x_m = 1392$

Tabla 17

Cuarto CUC registro de campo.

Punto	Reg. en campo x_i	$x_i - x_m$
1	51	9.8
2	51	9.8
3	40	1.2
4	31	10.2
5	46	4.8
6	31	10.2
7	51	9.8
8	50	8.8
9	48	6.8
10	51	9.8
11	60	18.8
12	31	10.2
13	31	10.2
14	34	7.2
15	31	10.2
16	40	1.2
17	40	1.2
18	40	1.2
19	41	0.2
20	34	7.2
21	33	8.2
22	33	8.2
23	27	14.2
24	27	14.2
25	28	13.2

26	64	22.8
27	43	1.8
28	28	13.2
29	40	1.2
30	36	5.2
31	54	12.8
32	55	13.8
33	50	8.8
34	50	8.8
Σ	1400	295.1

Elaboración propia.

Promedio $x_m = 41.2$

$N \cdot x_m = 1400$

Tabla 18

Datos para E_a y E_r 1er medición.

Núm. de mediciones	Med. en (PSI)	Presión mínima (PSI)	ZONA I	ZONA III
1	54	21.33	21.33	32.67
2	51	21.33	21.33	29.67
3	50	21.33	21.33	28.67
4	50	21.33	21.33	28.67
5	50	21.33	21.33	28.67
6	50	21.33	21.33	28.67
7	47	21.33	21.33	25.67
8	47	21.33	21.33	25.67
9	46	21.33	21.33	24.67
10	46	21.33	21.33	24.67
11	46	21.33	21.33	24.67
12	43	21.33	21.33	21.67
13	43	21.33	21.33	21.67
14	43	21.33	21.33	21.67
15	37	21.33	21.33	15.67
16	36	21.33	21.33	14.67
17	36	21.33	21.33	14.67
18	31	21.33	21.33	9.67
19	31	21.33	21.33	9.67
20	30	21.33	21.33	8.67
21	30	21.33	21.33	8.67
22	30	21.33	21.33	8.67
23	30	21.33	21.33	8.67
24	30	21.33	21.33	8.67
25	30	21.33	21.33	8.67
26	30	21.33	21.33	8.67
27	30	21.33	21.33	8.67
28	30	21.33	21.33	8.67
29	28	21.33	21.33	6.67
30	28	21.33	21.33	6.67
31	28	21.33	21.33	6.67
32	26	21.33	21.33	4.67
33	23	21.33	21.33	1.67
34	23	21.33	21.33	1.67

Tabla 19

Datos para Ea y Er 2da medición.

Núm. de mediciones	Med. en (PSI)	Presión mínima (PSI)	Zona I	Zona III
1	64	21.33	21.33	42.67
2	61	21.33	21.33	39.67
3	57	21.33	21.33	35.67
4	53	21.33	21.33	31.67
5	51	21.33	21.33	29.67
6	50	21.33	21.33	28.67
7	50	21.33	21.33	28.67
8	48	21.33	21.33	26.67
9	48	21.33	21.33	26.67
10	48	21.33	21.33	26.67
11	48	21.33	21.33	26.67
12	45	21.33	21.33	23.67
13	45	21.33	21.33	23.67
14	44	21.33	21.33	22.67
15	42	21.33	21.33	20.67
16	40	21.33	21.33	18.67
17	37	21.33	21.33	15.67
18	37	21.33	21.33	15.67
19	35	21.33	21.33	13.67
20	35	21.33	21.33	13.67
21	34	21.33	21.33	12.67
22	34	21.33	21.33	12.67
23	33	21.33	21.33	11.67
24	31	21.33	21.33	9.67
25	31	21.33	21.33	9.67
26	31	21.33	21.33	9.67
27	31	21.33	21.33	9.67
28	30	21.33	21.33	8.67
29	28	21.33	21.33	6.67
30	28	21.33	21.33	6.67
31	28	21.33	21.33	6.67
32	28	21.33	21.33	6.67
33	27	21.33	21.33	5.67
34	26	21.33	21.33	4.67

Tabla 20

Datos para Ea y Er 3era medición.

Núm. de mediciones	Med. en (PSI)	Presión mínima (PSI)	ZONA I	ZONA III
1	64	21.33	21.33	42.67
2	57	21.33	21.33	35.67
3	57	21.33	21.33	35.67
4	55	21.33	21.33	33.67
5	55	21.33	21.33	33.67
6	54	21.33	21.33	32.67
7	54	21.33	21.33	32.67
8	50	21.33	21.33	28.67
9	48	21.33	21.33	26.67
10	48	21.33	21.33	26.67
11	48	21.33	21.33	26.67
12	47	21.33	21.33	25.67
13	43	21.33	21.33	21.67
14	43	21.33	21.33	21.67
15	43	21.33	21.33	21.67
16	40	21.33	21.33	18.67
17	40	21.33	21.33	18.67
18	37	21.33	21.33	15.67
19	34	21.33	21.33	12.67
20	34	21.33	21.33	12.67
21	34	21.33	21.33	12.67
22	34	21.33	21.33	12.67
23	34	21.33	21.33	12.67
24	34	21.33	21.33	12.67
25	34	21.33	21.33	12.67
26	34	21.33	21.33	12.67
27	31	21.33	21.33	9.67
28	31	21.33	21.33	9.67
29	31	21.33	21.33	9.67
30	31	21.33	21.33	9.67
31	30	21.33	21.33	8.67
32	28	21.33	21.33	6.67
33	28	21.33	21.33	6.67
34	27	21.33	21.33	5.67

Tabla 21 Datos de Ea y Er 4ta medición.

Núm. de mediciones	Med. en (PSI)	Presión mínima (PSI)	Presión mínima	
			ZONA I	ZONA III
1	64	21.33	21,33	42.67
2	60	21.33	21.33	38.67
3	56	21.33	21.33	34.67
4	54	21.33	21.33	32.67
5	51	21.33	21.33	29.67
6	51	21.33	21.33	29.67
7	51	21.33	21.33	29.67
8	51	21.33	21.33	29.67
9	50	21.33	21.33	28.67
10	50	21.33	21.33	28.67
11	50	21.33	21.33	28.67
12	48	21.33	21.33	26.67
13	45	21.33	21.33	23.67
14	43	21.33	21.33	21.67
15	41	21.33	21.33	19.67
16	40	21.33	21.33	18.67
17	40	21.33	21.33	18.67
18	40	21.33	21.33	18.67
19	40	21.33	21.33	18.67
20	40	21.33	21.33	18.67
21	36	21.33	21.33	14.67
22	34	21.33	21.33	12.67
23	34	21.33	21.33	12.67
24	33	21.33	21.33	11.67
25	33	21.33	21.33	11.67
26	31	21.33	21.33	9.67
27	31	21.33	21.33	9.67
28	31	21.33	21.33	9.67
29	31	21.33	21.33	9.67
30	31	21.33	21.33	9.67
31	28	21.33	21.33	6.67
32	28	21.33	21.33	6.67
33	27	21.33	21.33	5.67
34	27	21.33	21.33	5.67

Tabla 22

Datos del punto crítico Gonzalitos 12-13/05/2021.

Fecha	Hora	Presión VRP (PSI)	Fecha	Presión VRP (PSI)
12/05/2021	0:00	34.13	13/05/2021	34.00
12/05/2021	0:15	34.07	13/05/2021	34.00
12/05/2021	0:30	34.07	13/05/2021	34.00
12/05/2021	0:45	34.13	13/05/2021	34.07
12/05/2021	1:00	34.07	13/05/2021	34.00
12/05/2021	1:15	34.00	13/05/2021	34.07
12/05/2021	1:30	34.00	13/05/2021	34.00
12/05/2021	1:45	34.00	13/05/2021	33.93
12/05/2021	2:00	33.93	13/05/2021	34.00
12/05/2021	2:15	34.00	13/05/2021	34.00
12/05/2021	2:30	34.00	13/05/2021	33.93
12/05/2021	2:45	33.93	13/05/2021	34.00
12/05/2021	3:00	33.93	13/05/2021	34.00
12/05/2021	3:15	33.93	13/05/2021	33.93
12/05/2021	3:30	33.93	13/05/2021	33.93
12/05/2021	3:45	33.87	13/05/2021	33.87
12/05/2021	4:00	33.93	13/05/2021	33.87
12/05/2021	4:15	33.93	13/05/2021	33.87
12/05/2021	4:30	33.93	13/05/2021	33.87
12/05/2021	4:45	33.93	13/05/2021	33.80
12/05/2021	5:00	33.93	13/05/2021	33.74
12/05/2021	5:15	33.87	13/05/2021	33.80
12/05/2021	5:30	33.87	13/05/2021	33.74
12/05/2021	5:45	33.74	13/05/2021	33.74
12/05/2021	6:00	33.74	13/05/2021	33.74
12/05/2021	6:15	37.22	13/05/2021	36.89
12/05/2021	6:30	41.69	13/05/2021	41.69
12/05/2021	6:45	41.69	13/05/2021	41.83
12/05/2021	7:00	41.69	13/05/2021	41.76
12/05/2021	7:15	41.83	13/05/2021	41.89
12/05/2021	7:30	41.83	13/05/2021	41.76
12/05/2021	7:45	41.76	13/05/2021	41.76
12/05/2021	8:00	41.76	13/05/2021	41.69
12/05/2021	8:15	41.89	13/05/2021	41.76
12/05/2021	8:30	41.89	13/05/2021	41.76

12/05/2021	8:45	41.76	13/05/2021	41.76
12/05/2021	9:00	41.76	13/05/2021	41.83
12/05/2021	9:15	41.89	13/05/2021	41.83
12/05/2021	9:30	41.76	13/05/2021	41.76
12/05/2021	9:45	41.76	13/05/2021	41.83
12/05/2021	10:00	41.76	13/05/2021	42.02
12/05/2021	10:15	41.83	13/05/2021	41.96
12/05/2021	10:30	41.76	13/05/2021	42.09
12/05/2021	10:45	41.83	13/05/2021	42.02
12/05/2021	11:00	41.89	13/05/2021	42.09
12/05/2021	11:15	41.76	13/05/2021	42.09
12/05/2021	11:30	41.83	13/05/2021	42.02
12/05/2021	11:45	41.76	13/05/2021	42.09
12/05/2021	12:00	41.83	13/05/2021	42.09
12/05/2021	12:15	41.83	13/05/2021	42.09
12/05/2021	12:30	41.83	13/05/2021	42.09
12/05/2021	12:45	41.83	13/05/2021	42.22
12/05/2021	13:00	41.89	13/05/2021	42.15
12/05/2021	13:15	41.89	13/05/2021	42.09
12/05/2021	13:30	41.89	13/05/2021	42.09
12/05/2021	13:45	41.83	13/05/2021	42.15
12/05/2021	14:00	41.83	13/05/2021	42.15
12/05/2021	14:15	41.89	13/05/2021	42.15
12/05/2021	14:30	41.83	13/05/2021	42.09
12/05/2021	14:45	41.83	13/05/2021	42.15
12/05/2021	15:00	41.83	13/05/2021	42.09
12/05/2021	15:15	41.89	13/05/2021	42.09
12/05/2021	15:30	41.89	13/05/2021	42.09
12/05/2021	15:45	41.89	13/05/2021	42.02
12/05/2021	16:00	41.96	13/05/2021	42.15
12/05/2021	16:15	41.96	13/05/2021	42.09
12/05/2021	16:30	41.89	13/05/2021	42.15
12/05/2021	16:45	41.89	13/05/2021	42.09
12/05/2021	17:00	41.83	13/05/2021	42.09
12/05/2021	17:15	41.96	13/05/2021	42.15
12/05/2021	17:30	41.89	13/05/2021	42.15
12/05/2021	17:45	41.89	13/05/2021	42.15
12/05/2021	18:00	41.96	13/05/2021	42.15
12/05/2021	18:15	41.96	13/05/2021	42.15
12/05/2021	18:30	42.02	13/05/2021	42.22

12/05/2021	18:45	42.09	13/05/2021	42.22
12/05/2021	19:00	42.02	13/05/2021	42.22
12/05/2021	19:15	42.02	13/05/2021	42.22
12/05/2021	19:30	41.96	13/05/2021	42.22
12/05/2021	19:45	41.96	13/05/2021	42.29
12/05/2021	20:00	42.02	13/05/2021	42.22
12/05/2021	20:15	41.96	13/05/2021	42.22
12/05/2021	20:30	41.96	13/05/2021	42.22
12/05/2021	20:45	41.89	13/05/2021	42.22
12/05/2021	21:00	41.96	13/05/2021	42.22
12/05/2021	21:15	41.96	13/05/2021	42.22
12/05/2021	21:30	42.09	13/05/2021	42.29
12/05/2021	21:45	42.02	13/05/2021	42.15
12/05/2021	22:00	42.02	13/05/2021	42.22
12/05/2021	22:15	42.09	13/05/2021	42.29
12/05/2021	22:30	42.15	13/05/2021	42.22
12/05/2021	22:45	42.15	13/05/2021	42.22
12/05/2021	23:00	42.22	13/05/2021	42.22
12/05/2021	23:15	39.06	13/05/2021	39.00
12/05/2021	23:30	34.46	13/05/2021	34.39
12/05/2021	23:45	34.13	13/05/2021	34.13

Tabla 23

CUC, Ea y Er Punto crítico Gonzalitos.

CUC y Ea-Er (12/05/2021)			CUC y Ea-Er (13/05/2021)		
ZONA I	ZONA III	xi-xm	ZONA I	ZONA III	xi-xm
21.33	15.10	0.09	21.33	15.36	1.09
21.33	15.04	0.03	21.33	15.29	1.02
21.33	14.97	0.10	21.33	15.29	1.02
21.33	14.91	0.16	21.33	15.29	1.02
21.33	14.91	0.49	21.33	15.29	1.02
21.33	14.91	0.61	21.33	15.23	0.96
21.33	14.91	0.55	21.33	15.23	0.96
21.33	14.91	0.49	21.33	15.23	0.96
21.33	14.91	0.42	21.33	15.23	0.96
21.33	14.91	0.23	21.33	15.23	0.96
21.33	14.91	0.36	21.33	15.23	0.96

21.33	14.91	0.49	21.33	15.23	0.96
21.33	14.84	0.42	21.33	15.23	0.96
21.33	14.84	0.42	21.33	15.23	0.96
21.33	14.84	0.49	21.33	15.23	0.96
21.33	14.84	0.49	21.33	15.16	0.90
21.33	14.84	0.61	21.33	15.16	0.90
21.33	14.84	0.61	21.33	15.16	0.90
21.33	14.84	0.68	21.33	15.16	0.90
21.33	14.84	0.61	21.33	15.16	0.90
21.33	14.84	0.81	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.68	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.61	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.55	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.68	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.68	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.68	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.68	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.68	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.61	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.55	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.81	21.33	15.16	0.90
21.33	14.78	0.81	21.33	15.10	0.83
21.33	14.78	0.74	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	0.81	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	0.61	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	1.00	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	0.93	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	0.81	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	0.74	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	0.68	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	0.61	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	0.74	21.33	15.10	0.83
21.33	14.71	0.87	21.33	15.04	0.77
21.33	14.71	0.55	21.33	15.04	0.77
21.33	14.71	0.68	21.33	15.04	0.77
21.33	14.71	0.61	21.33	15.04	0.77
21.33	14.71	0.68	21.33	14.97	0.70
21.33	14.71	0.68	21.33	14.97	0.70
21.33	14.71	0.74	21.33	14.97	0.70
21.33	14.71	0.61	21.33	14.97	0.70
21.33	14.65	0.55	21.33	14.97	0.70

21.33	14.65	0.61	21.33	14.97	0.70
21.33	14.65	0.74	21.33	14.97	0.70
21.33	14.65	0.81	21.33	14.97	0.70
21.33	14.65	0.81	21.33	14.91	0.64
21.33	14.65	0.81	21.33	14.91	0.64
21.33	14.65	0.81	21.33	14.91	0.64
21.33	14.65	0.74	21.33	14.91	0.64
21.33	14.65	0.74	21.33	14.91	0.64
21.33	14.65	0.68	21.33	14.91	0.64
21.33	14.59	0.61	21.33	14.84	0.58
21.33	14.59	0.55	21.33	14.84	0.58
21.33	14.59	0.61	21.33	14.84	0.58
21.33	14.59	0.61	21.33	14.84	0.58
21.33	14.59	0.74	21.33	14.84	0.58
21.33	14.59	0.74	21.33	14.84	0.58
21.33	14.59	0.61	21.33	14.78	0.51
21.33	14.52	0.55	21.33	14.78	0.51
21.33	14.52	0.61	21.33	14.78	0.51
21.33	14.52	0.61	21.33	14.78	0.51
21.33	14.52	0.68	21.33	14.78	0.51
21.33	14.52	0.55	21.33	14.78	0.51
21.33	14.52	0.23	21.33	14.78	0.51
21.33	14.52	0.36	21.33	14.71	0.45
21.33	14.52	0.55	21.33	14.65	0.38
21.33	14.46	0.55	21.33	14.65	0.38
21.33	14.46	0.29	21.33	14.65	0.38
21.33	14.46	0.49	21.33	14.65	0.38
21.33	14.46	0.42	21.33	14.65	0.38
21.33	14.46	0.16	21.33	14.65	0.38
21.33	14.46	0.03	21.33	14.59	0.32
21.33	14.46	0.03	21.33	14.59	0.32
21.33	14.46	0.10	21.33	14.59	0.32
21.33	14.39	0.36	21.33	14.52	0.25
21.33	14.39	0.42	21.33	14.52	0.25
21.33	14.39	0.23	21.33	14.52	0.25
21.33	14.33	0.29	21.33	14.52	0.25
21.33	14.33	0.42	21.33	14.52	0.25
21.33	14.33	0.16	21.33	14.52	0.25
21.33	14.33	0.22	21.33	14.52	0.25
21.33	14.33	0.54	21.33	14.52	0.25

21.33	14.33	0.29	21.33	14.46	0.19
21.33	14.33	0.29	21.33	14.46	0.19
21.33	14.33	0.29	21.33	14.46	0.19
21.33	14.33	0.48	21.33	14.46	0.19
21.33	14.33	0.61	21.33	14.46	0.19
21.33	14.33	0.22	21.33	14.46	0.19
21.33	14.33	0.16	21.33	14.46	0.19
21.33	14.33	0.22	21.33	14.46	0.19
21.33	14.26	0.09	21.33	14.46	0.19
21.33	14.26	0.29	21.33	14.46	0.19
21.33	14.26	0.29	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.16	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.09	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.10	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.03	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.23	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.03	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	1.96	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.22	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.48	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.16	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.35	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.29	21.33	14.39	0.13
21.33	14.26	0.35	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.54	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.61	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.74	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.03	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.35	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.41	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.48	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.03	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.61	21.33	14.33	0.06
21.33	14.20	0.67	21.33	14.26	0.00
21.33	14.20	0.74	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.67	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	1.25	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	1.51	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	1.06	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.22	21.33	14.26	0.00

21.33	14.14	0.48	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.61	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.93	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.74	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.41	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.74	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.86	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.99	21.33	14.26	0.00
21.33	14.14	0.93	21.33	14.20	0.07
21.33	14.14	0.09	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.09	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.36	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.03	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.41	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.61	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.29	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.29	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.29	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.54	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.54	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.48	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.74	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.35	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.22	21.33	14.20	0.07
21.33	14.07	0.16	21.33	14.14	0.13
21.33	14.07	0.29	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.35	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	1.25	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.61	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.61	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	1.12	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.61	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.80	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.29	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.48	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.41	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.67	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.41	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.80	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.80	21.33	14.14	0.13

21.33	14.01	0.41	21.33	14.14	0.13
21.33	14.01	0.22	21.33	14.07	0.20
21.33	14.01	0.29	21.33	14.07	0.20
21.33	14.01	0.41	21.33	14.07	0.20
21.33	14.01	0.35	21.33	14.07	0.20
21.33	14.01	0.41	21.33	14.07	0.20
21.33	13.94	0.48	21.33	14.07	0.20
21.33	13.94	0.41	21.33	14.07	0.20
21.33	13.94	1.64	21.33	14.07	0.20
21.33	13.94	0.22	21.33	14.07	0.20
21.33	13.94	0.09	21.33	14.07	0.20
21.33	13.94	0.09	21.33	14.07	0.20
21.33	13.94	0.41	21.33	14.07	0.20
21.33	13.88	0.29	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.61	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.22	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.09	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.41	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.35	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.35	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.41	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.48	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.22	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.16	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.10	21.33	14.01	0.26
21.33	13.88	0.03	21.33	14.01	0.26
21.33	13.81	0.48	21.33	14.01	0.26
21.33	13.81	0.09	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.09	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.03	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.03	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.10	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.03	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.16	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.35	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.22	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.35	21.33	13.94	0.32
21.33	13.81	0.35	21.33	13.88	0.39
21.33	13.81	0.35	21.33	13.88	0.39
21.33	13.81	0.23	21.33	13.88	0.39

21.33	13.81	0.22	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.29	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.74	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.35	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.74	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.03	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.09	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.10	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.16	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.09	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.03	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.16	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.22	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.54	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	0.09	21.33	13.88	0.39
21.33	13.75	1.31	21.33	13.88	0.39
21.33	13.69	0.16	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.35	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.35	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.23	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.03	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.09	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.16	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.03	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.23	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.16	21.33	13.81	0.45
21.33	13.69	0.03	21.33	13.75	0.52
21.33	13.69	0.03	21.33	13.75	0.52
21.33	13.62	0.16	21.33	13.75	0.52
21.33	13.62	0.03	21.33	13.75	0.52
21.33	13.62	0.10	21.33	13.75	0.52
21.33	13.62	0.03	21.33	13.69	0.58
21.33	13.62	0.09	21.33	13.69	0.58
21.33	13.62	0.03	21.33	13.69	0.58
21.33	13.62	0.10	21.33	13.69	0.58
21.33	13.62	0.09	21.33	13.69	0.58
21.33	13.62	0.09	21.33	13.69	0.58
21.33	13.56	0.10	21.33	13.69	0.58
21.33	13.56	0.03	21.33	13.69	0.58
21.33	13.56	0.03	21.33	13.62	0.65

21.33	13.56	0.16	21.33	13.62	0.65
21.33	13.56	0.29	21.33	13.62	0.65
21.33	13.49	0.16	21.33	13.62	0.65
21.33	13.49	0.16	21.33	13.62	0.65
21.33	13.49	0.03	21.33	13.62	0.65
21.33	13.49	0.09	21.33	13.62	0.65
21.33	13.49	0.09	21.33	13.56	0.71
21.33	13.49	0.16	21.33	13.56	0.71
21.33	13.49	0.03	21.33	13.56	0.71
21.33	13.49	0.16	21.33	13.49	0.77
21.33	13.49	0.10	21.33	13.49	0.77
21.33	13.43	0.09	21.33	13.49	0.77
21.33	13.43	0.03	21.33	13.49	0.77
21.33	13.43	0.16	21.33	13.49	0.77
21.33	13.36	0.03	21.33	13.43	0.84
21.33	13.36	0.23	21.33	13.43	0.84
21.33	13.36	0.74	21.33	13.43	0.84
21.33	13.36	0.36	21.33	13.43	0.84
21.33	13.36	0.16	21.33	13.43	0.84
21.33	13.36	0.10	21.33	13.43	0.84
21.33	13.36	0.16	21.33	13.43	0.84
21.33	13.36	0.03	21.33	13.43	0.84
21.33	13.30	0.03	21.33	13.36	0.90
21.33	13.30	0.03	21.33	13.36	0.90
21.33	13.30	0.03	21.33	13.36	0.90
21.33	13.24	0.29	21.33	13.24	1.03
21.33	13.17	0.23	21.33	13.17	1.09
21.33	13.17	0.23	21.33	13.17	1.09
21.33	13.11	0.23	21.33	13.17	1.09
21.33	13.04	0.36	21.33	13.17	1.09
21.33	12.98	0.23	21.33	13.11	1.16
21.33	12.85	0.23	21.33	13.11	1.16
21.33	12.85	0.36	21.33	13.04	1.22
21.33	12.79	0.42	21.33	12.91	1.35
21.33	12.59	0.42	21.33	12.59	1.67
21.33	12.47	0.49	21.33	12.21	2.06
21.33	12.14	0.36	21.33	12.14	2.12

Promedio x_{m1} = 35.430

$N \cdot x_{m1} = 10203.9813$

Promedio x_{m2} = 35.597

$N \cdot x_{m2} = 10251.8516$

Tabla 24

Datos del punto crítico Terranova 12-13/05/2021

Fecha	Hora	Presión VRP (PSI)	Fecha	Presión VRP (PSI)
12/05/2021	0:03	42.54	13/05/2021	45.04
12/05/2021	0:08	40.71	13/05/2021	41.05
12/05/2021	0:13	40.59	13/05/2021	39.57
12/05/2021	0:18	39.57	13/05/2021	41.29
12/05/2021	0:23	40.93	13/05/2021	39.68
12/05/2021	0:28	40.48	13/05/2021	39.00
12/05/2021	0:33	40.36	13/05/2021	38.77
12/05/2021	0:38	40.14	13/05/2021	39.91
12/05/2021	0:43	40.14	13/05/2021	40.71
12/05/2021	0:48	40.25	13/05/2021	40.02
12/05/2021	0:53	39.91	13/05/2021	40.25
12/05/2021	0:58	40.71	13/05/2021	41.29
12/05/2021	1:03	40.36	13/05/2021	40.02
12/05/2021	1:08	41.16	13/05/2021	41.74
12/05/2021	1:13	39.80	13/05/2021	41.05
12/05/2021	1:18	41.05	13/05/2021	40.71
12/05/2021	1:23	40.93	13/05/2021	40.36
12/05/2021	1:28	41.63	13/05/2021	40.93
12/05/2021	1:33	40.71	13/05/2021	40.14
12/05/2021	1:38	42.43	13/05/2021	41.40
12/05/2021	1:43	40.93	13/05/2021	42.31
12/05/2021	1:48	41.86	13/05/2021	41.63
12/05/2021	1:53	40.93	13/05/2021	40.82
12/05/2021	1:58	41.05	13/05/2021	41.29
12/05/2021	2:03	40.82	13/05/2021	41.74
12/05/2021	2:08	40.82	13/05/2021	42.65
12/05/2021	2:13	41.97	13/05/2021	41.86

12/05/2021	2:18	40.93	13/05/2021	41.40
12/05/2021	2:23	41.97	13/05/2021	41.86
12/05/2021	2:28	41.74	13/05/2021	42.54
12/05/2021	2:33	41.74	13/05/2021	42.65
12/05/2021	2:38	40.71	13/05/2021	41.52
12/05/2021	2:43	40.71	13/05/2021	41.16
12/05/2021	2:48	41.63	13/05/2021	42.20
12/05/2021	2:53	41.52	13/05/2021	41.52
12/05/2021	2:58	40.71	13/05/2021	42.54
12/05/2021	3:03	41.05	13/05/2021	42.31
12/05/2021	3:08	41.63	13/05/2021	42.54
12/05/2021	3:13	42.65	13/05/2021	41.74
12/05/2021	3:18	42.43	13/05/2021	42.20
12/05/2021	3:23	41.29	13/05/2021	41.74
12/05/2021	3:28	42.54	13/05/2021	42.31
12/05/2021	3:33	41.97	13/05/2021	42.77
12/05/2021	3:38	40.82	13/05/2021	42.54
12/05/2021	3:43	41.63	13/05/2021	42.09
12/05/2021	3:48	41.97	13/05/2021	42.77
12/05/2021	3:53	41.52	13/05/2021	42.09
12/05/2021	3:58	41.97	13/05/2021	42.20
12/05/2021	4:03	41.86	13/05/2021	42.43
12/05/2021	4:08	41.63	13/05/2021	42.65
12/05/2021	4:13	41.63	13/05/2021	42.31
12/05/2021	4:18	42.20	13/05/2021	42.65
12/05/2021	4:23	42.20	13/05/2021	42.65
12/05/2021	4:28	41.63	13/05/2021	42.31
12/05/2021	4:33	41.74	13/05/2021	41.97
12/05/2021	4:38	41.86	13/05/2021	42.77
12/05/2021	4:43	41.86	13/05/2021	41.16
12/05/2021	4:48	41.86	13/05/2021	41.86
12/05/2021	4:53	42.54	13/05/2021	42.54
12/05/2021	4:58	42.43	13/05/2021	41.97
12/05/2021	5:03	41.16	13/05/2021	42.20
12/05/2021	5:08	42.20	13/05/2021	41.86
12/05/2021	5:13	40.93	13/05/2021	40.93
12/05/2021	5:18	40.36	13/05/2021	42.54
12/05/2021	5:23	41.74	13/05/2021	42.31
12/05/2021	5:28	40.02	13/05/2021	41.86
12/05/2021	5:33	40.93	13/05/2021	41.63

12/05/2021	5:38	40.59	13/05/2021	41.74
12/05/2021	5:43	41.52	13/05/2021	41.86
12/05/2021	5:48	41.29	13/05/2021	41.74
12/05/2021	5:53	41.40	13/05/2021	40.25
12/05/2021	5:58	41.16	13/05/2021	40.71
12/05/2021	6:03	40.25	13/05/2021	41.86
12/05/2021	6:08	40.48	13/05/2021	40.48
12/05/2021	6:13	40.36	13/05/2021	41.16
12/05/2021	6:18	39.34	13/05/2021	41.05
12/05/2021	6:23	38.89	13/05/2021	40.02
12/05/2021	6:28	38.54	13/05/2021	39.80
12/05/2021	6:33	37.86	13/05/2021	40.02
12/05/2021	6:38	38.89	13/05/2021	40.25
12/05/2021	6:43	37.18	13/05/2021	40.71
12/05/2021	6:48	38.54	13/05/2021	38.89
12/05/2021	6:53	39.45	13/05/2021	38.89
12/05/2021	6:58	38.09	13/05/2021	39.68
12/05/2021	7:03	36.61	13/05/2021	39.34
12/05/2021	7:08	40.71	13/05/2021	43.34
12/05/2021	7:13	42.77	13/05/2021	43.68
12/05/2021	7:18	44.48	13/05/2021	45.16
12/05/2021	7:23	43.45	13/05/2021	42.43
12/05/2021	7:28	42.43	13/05/2021	43.11
12/05/2021	7:33	41.40	13/05/2021	41.74
12/05/2021	7:38	41.52	13/05/2021	43.22
12/05/2021	7:43	41.29	13/05/2021	43.57
12/05/2021	7:48	40.14	13/05/2021	42.77
12/05/2021	7:53	40.48	13/05/2021	40.93
12/05/2021	7:58	39.68	13/05/2021	41.29
12/05/2021	8:03	41.05	13/05/2021	41.74
12/05/2021	8:08	39.68	13/05/2021	41.74
12/05/2021	8:13	40.71	13/05/2021	41.97
12/05/2021	8:18	42.77	13/05/2021	40.14
12/05/2021	8:23	41.74	13/05/2021	39.80
12/05/2021	8:28	39.68	13/05/2021	39.80
12/05/2021	8:33	39.57	13/05/2021	40.59
12/05/2021	8:38	40.93	13/05/2021	40.25
12/05/2021	8:43	40.14	13/05/2021	42.31
12/05/2021	8:48	40.36	13/05/2021	39.45
12/05/2021	8:53	39.45	13/05/2021	36.15

12/05/2021	8:58	37.41	13/05/2021	37.29
12/05/2021	9:03	34.78	13/05/2021	37.18
12/05/2021	9:08	37.86	13/05/2021	40.25
12/05/2021	9:13	36.50	13/05/2021	39.23
12/05/2021	9:18	37.07	13/05/2021	40.02
12/05/2021	9:23	38.89	13/05/2021	39.57
12/05/2021	9:28	40.82	13/05/2021	37.18
12/05/2021	9:33	37.75	13/05/2021	38.20
12/05/2021	9:38	37.29	13/05/2021	38.09
12/05/2021	9:43	37.52	13/05/2021	37.75
12/05/2021	9:48	35.59	13/05/2021	34.32
12/05/2021	9:53	34.89	13/05/2021	35.36
12/05/2021	9:58	34.66	13/05/2021	36.27
12/05/2021	10:03	37.18	13/05/2021	34.78
12/05/2021	10:08	33.64	13/05/2021	37.29
12/05/2021	10:13	35.70	13/05/2021	34.89
12/05/2021	10:18	35.70	13/05/2021	34.89
12/05/2021	10:23	35.24	13/05/2021	34.21
12/05/2021	10:28	35.24	13/05/2021	33.52
12/05/2021	10:33	32.04	13/05/2021	35.13
12/05/2021	10:38	31.25	13/05/2021	35.59
12/05/2021	10:43	35.13	13/05/2021	35.93
12/05/2021	10:48	34.66	13/05/2021	34.89
12/05/2021	10:53	31.82	13/05/2021	35.70
12/05/2021	10:58	34.66	13/05/2021	38.20
12/05/2021	11:03	32.95	13/05/2021	34.32
12/05/2021	11:08	32.84	13/05/2021	37.98
12/05/2021	11:13	35.47	13/05/2021	35.36
12/05/2021	11:18	32.16	13/05/2021	36.61
12/05/2021	11:23	34.78	13/05/2021	35.24
12/05/2021	11:28	35.02	13/05/2021	34.66
12/05/2021	11:33	35.02	13/05/2021	36.27
12/05/2021	11:38	34.09	13/05/2021	35.13
12/05/2021	11:43	37.63	13/05/2021	35.59
12/05/2021	11:48	36.38	13/05/2021	33.64
12/05/2021	11:53	38.77	13/05/2021	34.55
12/05/2021	11:58	36.95	13/05/2021	30.57
12/05/2021	12:03	35.24	13/05/2021	34.78
12/05/2021	12:08	37.75	13/05/2021	35.24
12/05/2021	12:13	35.70	13/05/2021	36.04

12/05/2021	12:18	34.55	13/05/2021	35.70
12/05/2021	12:23	39.57	13/05/2021	35.36
12/05/2021	12:28	37.07	13/05/2021	35.13
12/05/2021	12:33	34.43	13/05/2021	36.15
12/05/2021	12:38	36.15	13/05/2021	38.09
12/05/2021	12:43	36.72	13/05/2021	36.04
12/05/2021	12:48	36.38	13/05/2021	36.15
12/05/2021	12:53	36.84	13/05/2021	33.75
12/05/2021	12:58	37.75	13/05/2021	36.15
12/05/2021	13:03	37.07	13/05/2021	34.09
12/05/2021	13:08	35.59	13/05/2021	35.93
12/05/2021	13:13	36.50	13/05/2021	35.93
12/05/2021	13:18	36.15	13/05/2021	37.29
12/05/2021	13:23	37.18	13/05/2021	38.66
12/05/2021	13:28	37.41	13/05/2021	39.11
12/05/2021	13:33	37.07	13/05/2021	35.59
12/05/2021	13:38	39.34	13/05/2021	38.32
12/05/2021	13:43	34.55	13/05/2021	38.20
12/05/2021	13:48	37.41	13/05/2021	36.50
12/05/2021	13:53	36.84	13/05/2021	35.81
12/05/2021	13:58	39.45	13/05/2021	38.09
12/05/2021	14:03	35.93	13/05/2021	36.04
12/05/2021	14:08	37.18	13/05/2021	36.15
12/05/2021	14:13	37.18	13/05/2021	33.18
12/05/2021	14:18	38.09	13/05/2021	36.38
12/05/2021	14:23	38.89	13/05/2021	37.75
12/05/2021	14:28	35.70	13/05/2021	36.38
12/05/2021	14:33	35.70	13/05/2021	35.36
12/05/2021	14:38	38.32	13/05/2021	34.66
12/05/2021	14:43	36.38	13/05/2021	35.70
12/05/2021	14:48	33.41	13/05/2021	35.70
12/05/2021	14:53	39.11	13/05/2021	33.86
12/05/2021	14:58	36.72	13/05/2021	37.18
12/05/2021	15:03	35.36	13/05/2021	34.78
12/05/2021	15:08	38.77	13/05/2021	36.50
12/05/2021	15:13	37.07	13/05/2021	37.63
12/05/2021	15:18	36.61	13/05/2021	35.02
12/05/2021	15:23	35.47	13/05/2021	35.59
12/05/2021	15:28	36.15	13/05/2021	33.75
12/05/2021	15:33	38.77	13/05/2021	37.07

12/05/2021	15:38	37.18	13/05/2021	35.93
12/05/2021	15:43	35.93	13/05/2021	34.09
12/05/2021	15:48	35.47	13/05/2021	40.02
12/05/2021	15:53	36.27	13/05/2021	33.07
12/05/2021	15:58	34.43	13/05/2021	34.78
12/05/2021	16:03	37.63	13/05/2021	35.47
12/05/2021	16:08	35.13	13/05/2021	36.95
12/05/2021	16:13	37.75	13/05/2021	38.32
12/05/2021	16:18	38.32	13/05/2021	35.13
12/05/2021	16:23	38.09	13/05/2021	32.50
12/05/2021	16:28	39.34	13/05/2021	38.20
12/05/2021	16:33	36.15	13/05/2021	34.66
12/05/2021	16:38	37.52	13/05/2021	33.75
12/05/2021	16:43	38.54	13/05/2021	37.07
12/05/2021	16:48	37.86	13/05/2021	37.75
12/05/2021	16:53	39.34	13/05/2021	37.41
12/05/2021	16:58	39.11	13/05/2021	35.13
12/05/2021	17:03	39.45	13/05/2021	38.89
12/05/2021	17:08	40.82	13/05/2021	36.04
12/05/2021	17:13	41.16	13/05/2021	36.38
12/05/2021	17:18	41.40	13/05/2021	36.95
12/05/2021	17:23	37.29	13/05/2021	38.89
12/05/2021	17:28	39.68	13/05/2021	40.25
12/05/2021	17:33	41.52	13/05/2021	39.00
12/05/2021	17:38	41.52	13/05/2021	38.20
12/05/2021	17:43	41.63	13/05/2021	35.81
12/05/2021	17:48	39.57	13/05/2021	37.07
12/05/2021	17:53	38.77	13/05/2021	38.77
12/05/2021	17:58	40.36	13/05/2021	38.77
12/05/2021	18:03	40.93	13/05/2021	37.98
12/05/2021	18:08	41.16	13/05/2021	35.02
12/05/2021	18:13	40.93	13/05/2021	38.09
12/05/2021	18:18	40.14	13/05/2021	38.89
12/05/2021	18:23	39.34	13/05/2021	36.84
12/05/2021	18:28	38.20	13/05/2021	36.50
12/05/2021	18:33	39.34	13/05/2021	37.41
12/05/2021	18:38	41.86	13/05/2021	37.75
12/05/2021	18:43	41.63	13/05/2021	39.00
12/05/2021	18:48	41.63	13/05/2021	40.71
12/05/2021	18:53	41.05	13/05/2021	39.23

12/05/2021	18:58	41.05	13/05/2021	38.54
12/05/2021	19:03	41.16	13/05/2021	38.77
12/05/2021	19:08	42.77	13/05/2021	40.71
12/05/2021	19:13	41.16	13/05/2021	43.57
12/05/2021	19:18	42.88	13/05/2021	40.93
12/05/2021	19:23	43.00	13/05/2021	40.36
12/05/2021	19:28	40.59	13/05/2021	41.86
12/05/2021	19:33	41.52	13/05/2021	40.02
12/05/2021	19:38	43.22	13/05/2021	42.20
12/05/2021	19:43	43.68	13/05/2021	42.77
12/05/2021	19:48	43.34	13/05/2021	41.63
12/05/2021	19:53	42.20	13/05/2021	41.52
12/05/2021	19:58	43.79	13/05/2021	41.29
12/05/2021	20:03	43.45	13/05/2021	42.54
12/05/2021	20:08	44.48	13/05/2021	39.34
12/05/2021	20:13	44.48	13/05/2021	36.50
12/05/2021	20:18	44.82	13/05/2021	38.43
12/05/2021	20:23	44.48	13/05/2021	38.32
12/05/2021	20:28	43.57	13/05/2021	40.82
12/05/2021	20:33	41.29	13/05/2021	42.09
12/05/2021	20:38	41.29	13/05/2021	39.68
12/05/2021	20:43	45.16	13/05/2021	41.40
12/05/2021	20:48	42.88	13/05/2021	39.68
12/05/2021	20:53	42.65	13/05/2021	43.45
12/05/2021	20:58	43.22	13/05/2021	41.40
12/05/2021	21:03	43.00	13/05/2021	43.79
12/05/2021	21:08	43.22	13/05/2021	40.02
12/05/2021	21:13	42.88	13/05/2021	43.79
12/05/2021	21:18	41.16	13/05/2021	44.36
12/05/2021	21:23	41.97	13/05/2021	43.68
12/05/2021	21:28	42.65	13/05/2021	44.13
12/05/2021	21:33	41.05	13/05/2021	46.41
12/05/2021	21:38	42.54	13/05/2021	40.82
12/05/2021	21:43	41.86	13/05/2021	39.68
12/05/2021	21:48	42.88	13/05/2021	39.68
12/05/2021	21:53	43.00	13/05/2021	40.36
12/05/2021	21:58	43.00	13/05/2021	41.52
12/05/2021	22:03	41.63	13/05/2021	39.23
12/05/2021	22:08	43.11	13/05/2021	39.57
12/05/2021	22:13	44.02	13/05/2021	41.16

12/05/2021	22:18	45.61	13/05/2021	43.22
12/05/2021	22:23	44.13	13/05/2021	41.40
12/05/2021	22:28	42.54	13/05/2021	41.52
12/05/2021	22:33	43.34	13/05/2021	40.59
12/05/2021	22:38	44.93	13/05/2021	43.22
12/05/2021	22:43	43.91	13/05/2021	41.40
12/05/2021	22:48	44.48	13/05/2021	42.54
12/05/2021	22:53	43.34	13/05/2021	41.86
12/05/2021	22:58	43.00	13/05/2021	40.93
12/05/2021	23:03	44.93	13/05/2021	44.13
12/05/2021	23:08	45.39	13/05/2021	43.22
12/05/2021	23:13	45.61	13/05/2021	43.11
12/05/2021	23:18	44.36	13/05/2021	43.45
12/05/2021	23:23	44.59	13/05/2021	44.13
12/05/2021	23:28	44.82	13/05/2021	41.97
12/05/2021	23:33	42.20	13/05/2021	43.57
12/05/2021	23:38	44.25	13/05/2021	43.11
12/05/2021	23:43	44.82	13/05/2021	45.84
12/05/2021	23:48	46.07	13/05/2021	45.04
12/05/2021	23:53	44.82	13/05/2021	43.68
12/05/2021	23:58	45.16	13/05/2021	43.11

Tabla 25

CUC, Ea y Er Punto Crítico Terranova.

CUC y Ea-Er 12/05/2021			CUC y Ea-Er 13/05/2021		
ZONA I	ZONA III	Xi-Xm	ZONA I	ZONA III	Xi-Xm
21.33	24.74	6.19	21.33	25.08	7.00
21.33	24.28	5.73	21.33	24.51	6.43
21.33	24.28	5.73	21.33	23.83	5.75
21.33	24.06	5.50	21.33	23.71	5.63
21.33	23.83	5.28	21.33	23.71	5.63
21.33	23.83	5.28	21.33	23.03	4.95
21.33	23.60	5.05	21.33	22.80	4.72
21.33	23.60	5.05	21.33	22.80	4.72
21.33	23.49	4.93	21.33	22.80	4.72
21.33	23.49	4.93	21.33	22.46	4.38
21.33	23.49	4.93	21.33	22.46	4.38

21.33	23.49	4.93	21.33	22.35	4.27
21.33	23.26	4.71	21.33	22.35	4.27
21.33	23.15	4.59	21.33	22.35	4.27
21.33	23.15	4.59	21.33	22.24	4.15
21.33	23.15	4.59	21.33	22.24	4.15
21.33	23.15	4.59	21.33	22.24	4.15
21.33	23.15	4.59	21.33	22.12	4.04
21.33	23.03	4.48	21.33	22.12	4.04
21.33	22.92	4.36	21.33	22.01	3.93
21.33	22.80	4.25	21.33	21.89	3.81
21.33	22.69	4.14	21.33	21.89	3.81
21.33	22.58	4.02	21.33	21.89	3.81
21.33	22.46	3.91	21.33	21.89	3.81
21.33	22.35	3.80	21.33	21.78	3.70
21.33	22.24	3.68	21.33	21.78	3.70
21.33	22.12	3.57	21.33	21.78	3.70
21.33	22.12	3.57	21.33	21.78	3.70
21.33	22.01	3.45	21.33	21.44	3.36
21.33	22.01	3.45	21.33	21.44	3.36
21.33	22.01	3.45	21.33	21.44	3.36
21.33	21.89	3.34	21.33	21.44	3.36
21.33	21.89	3.34	21.33	21.44	3.36
21.33	21.89	3.34	21.33	21.32	3.24
21.33	21.78	3.23	21.33	21.32	3.24
21.33	21.67	3.11	21.33	21.32	3.24
21.33	21.67	3.11	21.33	21.32	3.24
21.33	21.67	3.11	21.33	21.32	3.24
21.33	21.67	3.11	21.33	21.21	3.13
21.33	21.67	3.11	21.33	21.21	3.13
21.33	21.55	3.00	21.33	21.21	3.13
21.33	21.55	3.00	21.33	21.21	3.13
21.33	21.55	3.00	21.33	21.21	3.13
21.33	21.55	3.00	21.33	21.21	3.13
21.33	21.44	2.89	21.33	21.21	3.13
21.33	21.44	2.89	21.33	21.21	3.13
21.33	21.44	2.89	21.33	21.10	3.02
21.33	21.32	2.77	21.33	21.10	3.02
21.33	21.32	2.77	21.33	20.98	2.90
21.33	21.32	2.77	21.33	20.98	2.90
21.33	21.21	2.66	21.33	20.98	2.90

21.33	21.21	2.66	21.33	20.98	2.90
21.33	21.21	2.66	21.33	20.98	2.90
21.33	21.21	2.66	21.33	20.98	2.90
21.33	21.21	2.66	21.33	20.98	2.90
21.33	21.10	2.54	21.33	20.87	2.79
21.33	21.10	2.54	21.33	20.87	2.79
21.33	21.10	2.54	21.33	20.87	2.79
21.33	21.10	2.54	21.33	20.87	2.79
21.33	20.87	2.32	21.33	20.87	2.79
21.33	20.87	2.32	21.33	20.76	2.67
21.33	20.87	2.32	21.33	20.76	2.67
21.33	20.87	2.32	21.33	20.76	2.67
21.33	20.87	2.32	21.33	20.64	2.56
21.33	20.64	2.09	21.33	20,64	2.56
21.33	20.64	2.09	21.33	20.64	2.56
21.33	20.64	2.09	21.33	20.64	2.56
21.33	20.64	2.09	21.33	20.53	2.45
21.33	20.64	2.09	21.33	20.53	2.45
21.33	20.64	2.09	21.33	20.53	2.45
21.33	20.53	1.98	21.33	20.53	2.45
21.33	20.53	1.98	21.33	20.53	2.45
21.33	20.53	1.98	21.33	20.53	2.45
21.33	20.53	1.98	21.33	20.53	2.45
21.33	20.53	1.98	21.33	20.53	2.45
21.33	20.53	1.98	21.33	20.41	2.33
21.33	20.41	1.86	21.33	20.41	2.33
21.33	20.41	1.86	21.33	20.41	2.33
21.33	20.41	1.86	21.33	20.41	2.33
21.33	20.41	1.86	21.33	20.41	2.33
21.33	20.41	1.86	21.33	20.41	2.33
21.33	20.30	1.75	21.33	20.41	2.33
21.33	20.30	1.75	21.33	20.41	2.33
21.33	20.30	1.75	21.33	20.30	2.22
21.33	20.30	1.75	21.33	20.30	2.22
21.33	20.30	1.75	21.33	20.30	2.22
21.33	20.30	1.75	21.33	20.19	2.11
21.33	20.30	1.75	21.33	20.19	2.11
21.33	20.30	1.75	21.33	20.19	2.11

21.33	20.30	1.75	21.33	20.19	2.11
21.33	20.30	1.75	21.33	20.19	2.11
21.33	20.19	1.63	21.33	20.07	1.99
21.33	20.19	1.63	21.33	20.07	1.99
21.33	20.19	1.63	21.33	20.07	1.99
21.33	20.19	1.63	21.33	20.07	1.99
21.33	20.19	1.63	21.33	20.07	1.99
21.33	20.19	1.63	21.33	20.07	1.99
21.33	20.19	1.63	21.33	19.96	1.88
21.33	20.07	1.52	21.33	19.96	1.88
21.33	20.07	1.52	21.33	19.96	1.88
21.33	20.07	1.52	21.33	19.96	1.88
21.33	19.96	1.41	21.33	19.96	1.88
21.33	19.96	1.41	21.33	19.83	1.75
21.33	19.96	1.41	21.33	19.83	1.75
21.33	19.96	1.41	21.33	19.83	1.75
21.33	19.96	1.41	21.33	19.83	1.75
21.33	19.83	1.28	21.33	19.72	1.64
21.33	19.83	1.28	21.33	19.72	1.64
21.33	19.83	1.28	21.33	19.72	1.64
21.33	19.83	1.28	21.33	19.60	1.52
21.33	19.83	1.28	21.33	19.60	1.52
21.33	19.83	1.28	21.33	19.60	1.52
21.33	19.83	1.28	21.33	19.60	1.52
21.33	19.83	1.28	21.33	19.60	1.52
21.33	19.72	1.16	21.33	19.49	1.41
21.33	19.72	1.16	21.33	19.49	1.41
21.33	19.72	1.16	21.33	19.49	1.41
21.33	19.72	1.16	21.33	19.38	1.30
21.33	19.72	1.16	21.33	19.38	1.30
21.33	19.72	1.16	21.33	19.38	1.30
21.33	19.72	1.16	21.33	19.38	1.30
21.33	19.60	1.05	21.33	19.38	1.30
21.33	19.60	1.05	21.33	19.38	1.30
21.33	19.60	1.05	21.33	19.26	1.18
21.33	19.60	1.05	21.33	19.26	1.18
21.33	19.60	1.05	21.33	19.15	1.07
21.33	19.60	1.05	21.33	19.03	0.95
21.33	19.60	1.05	21.33	19.03	0.95
21.33	19.60	1.05	21.33	19.03	0.95

21.33	19.60	1.05	21.33	18.92	0.84
21.33	19.60	1.05	21.33	18.92	0.84
21.33	19.49	0.94	21.33	18.92	0.84
21.33	19.49	0.94	21.33	18.92	0.84
21.33	19.49	0.94	21.33	18.92	0.84
21.33	19.49	0.94	21.33	18.92	0.84
21.33	19.49	0.94	21.33	18.81	0.73
21.33	19.38	0.82	21.33	18.81	0.73
21.33	19.38	0.82	21.33	18.69	0.61
21.33	19.38	0.82	21.33	18.69	0.61
21.33	19.38	0.82	21.33	18.69	0.61
21.33	19.38	0.82	21.33	18.69	0.61
21.33	19.38	0.82	21.33	18.69	0.61
21.33	19.38	0.82	21.33	18.69	0.61
21.33	19.38	0.82	21.33	18.69	0.61
21.33	19.26	0.71	21.33	18.69	0.61
21.33	19.26	0.71	21.33	18.58	0.50
21.33	19.26	0.71	21.33	18.47	0.38
21.33	19.15	0.60	21.33	18.47	0.38
21.33	19.15	0.60	21.33	18.47	0.38
21.33	19.15	0.60	21.33	18.35	0.27
21.33	19.03	0.48	21.33	18.35	0.27
21.33	19.03	0.48	21.33	18.35	0.27
21.33	19.03	0.48	21.33	18.35	0.27
21.33	19.03	0.48	21.33	18.35	0.27
21.33	19.03	0.48	21.33	18.35	0.27
21.33	19.03	0.48	21.33	18.24	0.16
21.33	18.92	0.37	21.33	18.24	0.16
21.33	18.92	0.37	21.33	18.24	0.16
21.33	18.81	0.25	21.33	18.12	0.04
21.33	18.81	0.25	21.33	18.01	0.07
21.33	18.81	0.25	21.33	18.01	0.07
21.33	18.81	0.25	21.33	17.90	0.18
21.33	18.81	0.25	21.33	17.90	0.18
21.33	18.69	0.14	21.33	17.90	0.18
21.33	18.58	0.03	21.33	17.78	0.30
21.33	18.47	0.09	21.33	17.67	0.41
21.33	18.35	0.20	21.33	17.67	0.41
21.33	18.35	0.20	21.33	17.67	0.41
21.33	18.35	0.20	21.33	17.56	0.53

21.33	18.35	0.20	21.33	17.56	0.53
21.33	18.24	0.31	21.33	17.56	0.53
21.33	18.24	0.31	21.33	17.56	0.53
21.33	18.24	0.31	21.33	17.56	0.53
21.33	18.24	0.31	21.33	17.44	0.64
21.33	18.12	0.43	21.33	17.44	0.64
21.33	18.12	0.43	21.33	17.44	0.64
21.33	18.12	0.43	21.33	17.44	0.64
21.33	18.12	0.43	21.33	17.33	0.75
21.33	18.01	0.54	21.33	17.21	0.87
21.33	18.01	0.54	21.33	17.10	0.98
21.33	18.01	0.54	21.33	16.99	1.09
21.33	18.01	0.54	21.33	16.99	1.09
21.33	18.01	0.54	21.33	16.99	1.09
21.33	18.01	0.54	21.33	16.87	1.21
21.33	17.78	0.77	21.33	16.87	1.21
21.33	17.78	0.77	21.33	16.87	1.21
21.33	17.56	1.00	21.33	16.87	1.21
21.33	17.56	1.00	21.33	16.87	1.21
21.33	17.56	1.00	21.33	16.76	1.32
21.33	17.56	1.00	21.33	16.76	1.32
21.33	17.44	1.11	21.33	16.76	1.32
21.33	17.44	1.11	21.33	16.76	1.32
21.33	17.44	1.11	21.33	16.65	1.44
21.33	17.44	1.11	21.33	16.65	1.44
21.33	17.21	1.34	21.33	16.42	1.66
21.33	17.21	1.34	21.33	16.42	1.66
21.33	17.21	1.34	21.33	16.42	1.66
21.33	16.99	1.57	21.33	16.42	1.66
21.33	16.99	1.57	21.33	16.30	1.78
21.33	16.87	1.68	21.33	16.08	2.00
21.33	16.76	1.79	21.33	16.08	2.00
21.33	16.76	1.79	21.33	15.96	2.12
21.33	16.76	1.79	21.33	15.96	2.12
21.33	16.53	2.02	21.33	15.96	2.12
21.33	16.53	2.02	21.33	15.85	2.23
21.33	16.53	2.02	21.33	15.85	2.23
21.33	16.42	2.14	21.33	15.85	2.23
21.33	16.42	2.14	21.33	15.74	2.35
21.33	16.42	2.14	21.33	15.74	2.35

21.33	16.42	2.14	21.33	15.74	2.35
21.33	16.30	2.25	21.33	15.62	2.46
21.33	16.30	2.25	21.33	15.62	2.46
21.33	16.19	2.36	21.33	15.51	2.57
21.33	16.19	2.36	21.33	15.28	2.80
21.33	16.08	2.48	21.33	15.17	2.91
21.33	16.08	2.48	21.33	15.17	2.91
21.33	16.08	2.48	21.33	15.17	2.91
21.33	15.96	2.59	21.33	15.17	2.91
21.33	15.96	2.59	21.33	15.05	3.03
21.33	15.85	2.70	21.33	15.05	3.03
21.33	15.85	2.70	21.33	15.05	3.03
21.33	15.85	2.70	21.33	14.94	3.14
21.33	15.85	2.70	21.33	14.94	3.14
21.33	15.85	2.70	21.33	14.82	3.26
21.33	15.85	2.70	21.33	14.82	3.26
21.33	15.74	2.82	21.33	14.82	3.26
21.33	15.74	2.82	21.33	14.82	3.26
21.33	15.74	2.82	21.33	14.82	3.26
21.33	15.74	2.82	21.33	14.71	3.37
21.33	15.74	2.82	21.33	14.71	3.37
21.33	15.62	2.93	21.33	14.71	3.37
21.33	15.51	3.05	21.33	14.71	3.37
21.33	15.51	3.05	21.33	14.60	3.48
21.33	15.39	3.16	21.33	14.60	3.48
21.33	15.39	3.16	21.33	14.60	3.48
21.33	15.28	3.27	21.33	14.60	3.48
21.33	15.28	3.27	21.33	14.48	3.60
21.33	15.17	3.39	21.33	14.48	3.60
21.33	15.17	3.39	21.33	14.37	3.71
21.33	15.05	3.50	21.33	14.37	3.71
21.33	15.05	3.50	21.33	14.37	3.71
21.33	15.05	3.50	21.33	14.37	3.71
21.33	14.94	3.61	21.33	14.26	3.83
21.33	14.82	3.73	21.33	14.26	3.83
21.33	14.82	3.73	21.33	14.26	3.83
21.33	14.82	3.73	21.33	14.26	3.83
21.33	14.82	3.73	21.33	14.14	3.94
21.33	14.60	3.96	21.33	14.03	4.05
21.33	14.60	3.96	21.33	14.03	4.05

21.33	14.37	4.18	21.33	14.03	4.05
21.33	14.37	4.18	21.33	14.03	4.05
21.33	14.37	4.18	21.33	13.91	4.17
21.33	14.37	4.18	21.33	13.91	4.17
21.33	14.37	4.18	21.33	13.80	4.28
21.33	14.26	4.30	21.33	13.80	4.28
21.33	14.26	4.30	21.33	13.80	4.28
21.33	14.14	4.41	21.33	13.80	4.28
21.33	14.14	4.41	21.33	13.80	4.28
21.33	14.14	4.41	21.33	13.69	4.39
21.33	14.03	4.52	21.33	13.69	4.39
21.33	13.91	4.64	21.33	13.56	4.52
21.33	13.91	4.64	21.33	13.56	4.52
21.33	13.91	4.64	21.33	13.56	4.52
21.33	13.80	4.75	21.33	13.45	4.64
21.33	13.80	4.75	21.33	13.45	4.64
21.33	13.69	4.87	21.33	13.45	4.64
21.33	13.69	4.87	21.33	13.45	4.64
21.33	13.56	4.99	21.33	13.33	4.75
21.33	13.45	5.11	21.33	13.33	4.75
21.33	13.45	5.11	21.33	13.33	4.75
21.33	13.33	5.22	21.33	13.22	4.86
21.33	13.33	5.22	21.33	12.99	5.09
21.33	13.33	5.22	21.33	12.99	5.09
21.33	13.22	5.34	21.33	12.88	5.20
21.33	13.22	5.34	21.33	12.76	5.32
21.33	13.10	5.45	21.33	12.76	5.32
21.33	13.10	5.45	21.33	12.53	5.55
21.33	12.76	5.79	21.33	12.42	5.66
21.33	12.31	6.25	21.33	12.42	5.66
21.33	12.08	6.47	21.33	12.42	5.66
21.33	11.62	6.93	21.33	12.31	5.77
21.33	11.51	7.04	21.33	12.19	5.89
21.33	10.83	7.72	21.33	11.85	6.23
21.33	10.71	7.84	21.33	11.74	6.34
21.33	10.49	8.07	21.33	11.17	6.91
21.33	9.92	8.63	21.33	9.24	8.85

Promedio x_{m1} = 39.883

$N \cdot \bar{x}_{m1} = 11486.2815$

Promedio $\bar{x}_{m2} = 39.411$

$N \cdot \bar{x}_{m2} = 11350.3807$

Tabla 26

Datos del punto crítico Bolivia 12-13/05/2021

Fecha	Hora	Presión VRP (PSI)	Fecha	Hora	Presión VRP (PSI)
12/05/2021	12:05	29.70	13/05/2021	0:00	39.223
12/05/2021	12:10	37.56	13/05/2021	0:05	38.328
12/05/2021	12:15	38.07	13/05/2021	0:10	35.454
12/05/2021	12:20	37.82	13/05/2021	0:15	33.282
12/05/2021	12:25	37.69	13/05/2021	0:20	31.813
12/05/2021	12:30	37.24	13/05/2021	0:25	31.174
12/05/2021	12:35	37.43	13/05/2021	0:30	30.855
12/05/2021	12:40	37.88	13/05/2021	0:35	31.046
12/05/2021	12:45	38.14	13/05/2021	0:40	30.982
12/05/2021	12:50	37.95	13/05/2021	0:45	31.046
12/05/2021	12:55	37.63	13/05/2021	0:50	31.046
12/05/2021	13:00	38.01	13/05/2021	0:55	31.110
12/05/2021	13:05	37.95	13/05/2021	1:00	31.046
12/05/2021	13:10	37.63	13/05/2021	1:05	31.174
12/05/2021	13:15	38.14	13/05/2021	1:10	31.110
12/05/2021	13:20	38.14	13/05/2021	1:15	30.982
12/05/2021	13:25	37.75	13/05/2021	1:20	30.855
12/05/2021	13:30	37.56	13/05/2021	1:25	31.110
12/05/2021	13:35	37.82	13/05/2021	1:30	31.110
12/05/2021	13:40	37.82	13/05/2021	1:35	30.982
12/05/2021	13:45	37.95	13/05/2021	1:40	31.110
12/05/2021	13:50	38.14	13/05/2021	1:45	31.046
12/05/2021	13:55	37.88	13/05/2021	1:50	31.046
12/05/2021	14:00	37.82	13/05/2021	1:55	31.046
12/05/2021	14:05	37.82	13/05/2021	2:00	31.110
12/05/2021	14:10	38.33	13/05/2021	2:05	31.238
12/05/2021	14:15	38.01	13/05/2021	2:10	31.174
12/05/2021	14:20	37.69	13/05/2021	2:15	31.110
12/05/2021	14:25	37.95	13/05/2021	2:20	31.110

12/05/2021	14:30	37.56	13/05/2021	2:25	31.046
12/05/2021	14:35	38.20	13/05/2021	2:30	31.046
12/05/2021	14:40	37.63	13/05/2021	2:35	31.046
12/05/2021	14:45	37.69	13/05/2021	2:40	31.046
12/05/2021	14:50	37.88	13/05/2021	2:45	31.046
12/05/2021	14:55	38.01	13/05/2021	2:50	31.046
12/05/2021	15:00	38.07	13/05/2021	2:55	31.046
12/05/2021	15:05	38.01	13/05/2021	3:00	31.174
12/05/2021	15:10	38.07	13/05/2021	3:05	30.727
12/05/2021	15:15	38.01	13/05/2021	3:10	31.046
12/05/2021	15:20	38.46	13/05/2021	3:15	31.174
12/05/2021	15:25	37.88	13/05/2021	3:20	31.110
12/05/2021	15:30	38.20	13/05/2021	3:25	31.046
12/05/2021	15:35	37.88	13/05/2021	3:30	31.110
12/05/2021	15:40	37.69	13/05/2021	3:35	31.110
12/05/2021	15:45	37.37	13/05/2021	3:40	31.238
12/05/2021	15:50	37.69	13/05/2021	3:45	31.238
12/05/2021	15:55	37.37	13/05/2021	3:50	31.238
12/05/2021	16:00	37.56	13/05/2021	3:55	31.238
12/05/2021	16:05	37.69	13/05/2021	4:00	31.174
12/05/2021	16:10	37.63	13/05/2021	4:05	31.174
12/05/2021	16:15	38.01	13/05/2021	4:10	31.110
12/05/2021	16:20	38.20	13/05/2021	4:15	31.174
12/05/2021	16:25	38.14	13/05/2021	4:20	31.046
12/05/2021	16:30	38.20	13/05/2021	4:25	31.174
12/05/2021	16:35	38.52	13/05/2021	4:30	31.174
12/05/2021	16:40	38.33	13/05/2021	4:35	31.110
12/05/2021	16:45	38.58	13/05/2021	4:40	31.046
12/05/2021	16:50	38.14	13/05/2021	4:45	31.046
12/05/2021	16:55	38.27	13/05/2021	4:50	30.918
12/05/2021	17:00	38.07	13/05/2021	4:55	30.918
12/05/2021	17:05	38.39	13/05/2021	5:00	31.110
12/05/2021	17:10	38.65	13/05/2021	5:05	31.110
12/05/2021	17:15	38.78	13/05/2021	5:10	31.046
12/05/2021	17:20	38.58	13/05/2021	5:15	30.982
12/05/2021	17:25	38.58	13/05/2021	5:20	31.046
12/05/2021	17:30	38.33	13/05/2021	5:25	31.046
12/05/2021	17:35	38.39	13/05/2021	5:30	31.046
12/05/2021	17:40	38.14	13/05/2021	5:35	31.110
12/05/2021	17:45	38.20	13/05/2021	5:40	30.982

12/05/2021	17:50	38.33	13/05/2021	5:45	30.918
12/05/2021	17:55	38.27	13/05/2021	5:50	30.918
12/05/2021	18:00	38.58	13/05/2021	5:55	30.918
12/05/2021	18:05	38.33	13/05/2021	6:00	30.918
12/05/2021	18:10	38.71	13/05/2021	6:05	30.982
12/05/2021	18:15	38.39	13/05/2021	6:10	30.918
12/05/2021	18:20	38.39	13/05/2021	6:15	30.663
12/05/2021	18:25	38.33	13/05/2021	6:20	30.727
12/05/2021	18:30	38.20	13/05/2021	6:25	30.663
12/05/2021	18:35	38.14	13/05/2021	6:30	30.727
12/05/2021	18:40	38.20	13/05/2021	6:35	30.663
12/05/2021	18:45	38.39	13/05/2021	6:40	30.535
12/05/2021	18:50	38.58	13/05/2021	6:45	30.663
12/05/2021	18:55	38.27	13/05/2021	6:50	30.599
12/05/2021	19:00	37.82	13/05/2021	6:55	30.599
12/05/2021	19:05	38.27	13/05/2021	7:00	30.471
12/05/2021	19:10	38.20	13/05/2021	7:05	30.599
12/05/2021	19:15	38.39	13/05/2021	7:10	35.071
12/05/2021	19:20	38.78	13/05/2021	7:15	38.456
12/05/2021	19:25	38.84	13/05/2021	7:20	38.968
12/05/2021	19:30	38.58	13/05/2021	7:25	38.074
12/05/2021	19:35	38.65	13/05/2021	7:30	38.138
12/05/2021	19:40	38.78	13/05/2021	7:35	38.520
12/05/2021	19:45	39.16	13/05/2021	7:40	38.584
12/05/2021	19:50	38.78	13/05/2021	7:45	38.904
12/05/2021	19:55	38.84	13/05/2021	7:50	38.776
12/05/2021	20:00	38.20	13/05/2021	7:55	38.584
12/05/2021	20:05	38.97	13/05/2021	8:00	38.328
12/05/2021	20:10	38.46	13/05/2021	8:05	38.392
12/05/2021	20:15	38.27	13/05/2021	8:10	38.266
12/05/2021	20:20	38.33	13/05/2021	8:15	38.392
12/05/2021	20:25	38.52	13/05/2021	8:20	38.328
12/05/2021	20:30	38.65	13/05/2021	8:25	38.010
12/05/2021	20:35	38.71	13/05/2021	8:30	38.010
12/05/2021	20:40	38.97	13/05/2021	8:35	38.202
12/05/2021	20:45	38.52	13/05/2021	8:40	38.456
12/05/2021	20:50	38.90	13/05/2021	8:45	38.266
12/05/2021	20:55	38.97	13/05/2021	8:50	37.882
12/05/2021	21:00	38.97	13/05/2021	8:55	37.754
12/05/2021	21:05	38.52	13/05/2021	9:00	37.690

12/05/2021	21:10	38.14	13/05/2021	9:05	37.946
12/05/2021	21:15	38.46	13/05/2021	9:10	37.115
12/05/2021	21:20	38.33	13/05/2021	9:15	37.690
12/05/2021	21:25	38.52	13/05/2021	9:20	37.371
12/05/2021	21:30	38.58	13/05/2021	9:25	37.179
12/05/2021	21:35	38.58	13/05/2021	9:30	37.818
12/05/2021	21:40	38.71	13/05/2021	9:35	37.818
12/05/2021	21:45	38.58	13/05/2021	9:40	38.138
12/05/2021	21:50	38.46	13/05/2021	9:45	38.010
12/05/2021	21:55	38.71	13/05/2021	9:50	38.074
12/05/2021	22:00	38.71	13/05/2021	9:55	38.010
12/05/2021	22:05	38.65	13/05/2021	10:00	38.392
12/05/2021	22:10	38.71	13/05/2021	10:05	38.202
12/05/2021	22:15	38.71	13/05/2021	10:10	37.626
12/05/2021	22:20	38.84	13/05/2021	10:15	38.010
12/05/2021	22:25	38.58	13/05/2021	10:20	37.818
12/05/2021	22:30	38.39	13/05/2021	10:25	37.882
12/05/2021	22:35	38.39	13/05/2021	10:30	37.818
12/05/2021	22:40	39.16	13/05/2021	10:35	38.074
12/05/2021	22:45	38.97	13/05/2021	10:40	38.138
12/05/2021	22:50	38.78	13/05/2021	10:45	37.946
12/05/2021	22:55	38.90	13/05/2021	10:50	38.074
12/05/2021	23:00	38.84	13/05/2021	10:55	37.563
12/05/2021	23:05	38.84	13/05/2021	11:00	37.818
12/05/2021	23:10	39.03	13/05/2021	11:05	38.712
12/05/2021	23:15	39.09	13/05/2021	11:10	38.648
12/05/2021	23:20	39.03	13/05/2021	11:15	38.266
12/05/2021	23:25	38.84	13/05/2021	11:20	38.266
12/05/2021	23:30	38.97	13/05/2021	11:25	38.138
12/05/2021	23:35	38.90	13/05/2021	11:30	38.456
12/05/2021	23:40	39.09	13/05/2021	11:35	38.392
12/05/2021	23:45	39.29	13/05/2021	11:40	38.392
12/05/2021	23:50	39.29	13/05/2021	11:45	38.202
12/05/2021	23:55	39.22	13/05/2021	11:50	37.946

Tabla 27

Datos del punto crítico Bolivia 13/05/2021

Fecha	Hora	Presión VRP (PSI)
-------	------	-------------------

13/05/2021	11:55	38.328
13/05/2021	12:00	38.202
13/05/2021	12:05	38.456
13/05/2021	12:10	38.010
13/05/2021	12:15	38.202
13/05/2021	12:20	38.520
13/05/2021	12:25	38.074
13/05/2021	12:30	38.074
13/05/2021	12:35	38.202
13/05/2021	12:40	38.266
13/05/2021	12:45	37.626
13/05/2021	12:50	38.138
13/05/2021	12:55	38.648
13/05/2021	13:00	38.456
13/05/2021	13:05	37.946
13/05/2021	13:10	38.138
13/05/2021	13:15	38.520
13/05/2021	13:20	38.074
13/05/2021	13:25	38.266
13/05/2021	13:30	38.266
13/05/2021	13:35	38.202
13/05/2021	13:40	38.456
13/05/2021	13:45	38.456
13/05/2021	13:50	38.074
13/05/2021	13:55	37.882
13/05/2021	14:00	38.392
13/05/2021	14:05	38.456
13/05/2021	14:10	38.328
13/05/2021	14:15	38.266
13/05/2021	14:20	38.520
13/05/2021	14:25	38.712
13/05/2021	14:30	38.202
13/05/2021	14:35	38.456
13/05/2021	14:40	38.712
13/05/2021	14:45	38.712
13/05/2021	14:50	38.776
13/05/2021	14:55	38.392
13/05/2021	15:00	38.840
13/05/2021	15:05	38.520
13/05/2021	15:10	38.392

13/05/2021	15:15	38.584
13/05/2021	15:20	38.328
13/05/2021	15:25	38.840
13/05/2021	15:30	38.456
13/05/2021	15:35	38.584
13/05/2021	15:40	38.520
13/05/2021	15:45	38.392
13/05/2021	15:50	38.584
13/05/2021	15:55	38.712
13/05/2021	16:00	38.648
13/05/2021	16:05	38.520
13/05/2021	16:10	38.520
13/05/2021	16:15	38.968
13/05/2021	16:20	38.712
13/05/2021	16:25	38.202
13/05/2021	16:30	38.840
13/05/2021	16:35	38.776
13/05/2021	16:40	38.648
13/05/2021	16:45	38.456
13/05/2021	16:50	38.520
13/05/2021	16:55	38.904
13/05/2021	17:00	38.840
13/05/2021	17:05	38.456
13/05/2021	17:10	38.712
13/05/2021	17:15	38.776
13/05/2021	17:20	38.648
13/05/2021	17:25	38.392
13/05/2021	17:30	38.392
13/05/2021	17:35	38.712
13/05/2021	17:40	38.904
13/05/2021	17:45	39.032
13/05/2021	17:50	38.648
13/05/2021	17:55	38.456
13/05/2021	18:00	38.520
13/05/2021	18:05	38.328
13/05/2021	18:10	38.968
13/05/2021	18:15	38.712
13/05/2021	18:20	38.712
13/05/2021	18:25	38.712
13/05/2021	18:30	38.776

13/05/2021	18:35	38.648
13/05/2021	18:40	38.648
13/05/2021	18:45	38.648
13/05/2021	18:50	38.328
13/05/2021	18:55	38.968
13/05/2021	19:00	38.776
13/05/2021	19:05	38.648
13/05/2021	19:10	38.776
13/05/2021	19:15	38.840
13/05/2021	19:20	38.840
13/05/2021	19:25	39.223
13/05/2021	19:30	39.223
13/05/2021	19:35	38.968
13/05/2021	19:40	38.840
13/05/2021	19:45	38.584
13/05/2021	19:50	38.776
13/05/2021	19:55	38.648
13/05/2021	20:00	38.456
13/05/2021	20:05	38.840
13/05/2021	20:10	38.840
13/05/2021	20:15	38.904
13/05/2021	20:20	38.904
13/05/2021	20:25	38.648
13/05/2021	20:30	39.287
13/05/2021	20:35	39.095
13/05/2021	20:40	39.223
13/05/2021	20:45	39.223
13/05/2021	20:50	38.904
13/05/2021	20:55	39.095
13/05/2021	21:00	39.159
13/05/2021	21:05	39.159
13/05/2021	21:10	39.032
13/05/2021	21:15	38.840
13/05/2021	21:20	38.776
13/05/2021	21:25	39.032
13/05/2021	21:30	38.968
13/05/2021	21:35	38.968
13/05/2021	21:40	38.904
13/05/2021	21:45	38.968
13/05/2021	21:50	39.095

13/05/2021	21:55	39.095
13/05/2021	22:00	38.776
13/05/2021	22:05	38.968
13/05/2021	22:10	38.776
13/05/2021	22:15	39.032
13/05/2021	22:20	39.287
13/05/2021	22:25	39.095
13/05/2021	22:30	38.904
13/05/2021	22:35	38.712
13/05/2021	22:40	38.904
13/05/2021	22:45	39.032
13/05/2021	22:50	38.968
13/05/2021	22:55	39.032
13/05/2021	23:00	38.776
13/05/2021	23:05	38.968
13/05/2021	23:10	39.159
13/05/2021	23:15	39.159
13/05/2021	23:20	38.904
13/05/2021	23:25	39.223
13/05/2021	23:30	39.223
13/05/2021	23:35	38.776
13/05/2021	23:40	39.095
13/05/2021	23:45	39.032
13/05/2021	23:50	39.159
13/05/2021	23:55	39.095

Tabla 28

CUC, Ea y Er Punto Crítico Bolivia 12/05/2021

ZONA I	ZONA III	Xi-Xm
21.33	6.292	1.021
21.33	6.292	1.021
21.33	6.247	0.957
21.33	6.202	0.893
21.33	6.202	0.893
21.33	6.157	0.829
21.33	6.157	0.829
21.33	6.113	0.766
21.33	6.113	0.766

21.33	6.068	0.702
21.33	6.068	0.702
21.33	6.068	0.702
21.33	6.068	0.702
21.33	6.068	0.702
21.33	6.068	0.702
21.33	6.023	0.638
21.33	6.023	0.638
21.33	6.023	0.638
21.33	5.978	0.574
21.33	5.978	0.574
21.33	5.978	0.574
21.33	5.978	0.574
21.33	5.978	0.574
21.33	5.978	0.574
21.33	5.978	0.574
21.33	5.933	0.510
21.33	5.933	0.510
21.33	5.933	0.510
21.33	5.933	0.510
21.33	5.933	0.510
21.33	5.888	0.446
21.33	5.888	0.446
21.33	5.888	0.446
21.33	5.888	0.446
21.33	5.888	0.446
21.33	5.888	0.446
21.33	5.888	0.446
21.33	5.843	0.382
21.33	5.843	0.382
21.33	5.843	0.382
21.33	5.843	0.382
21.33	5.798	0.318
21.33	5.798	0.318
21.33	5.798	0.318
21.33	5.798	0.318
21.33	5.798	0.318
21.33	5.798	0.318
21.33	5.798	0.318
21.33	5.798	0.318

21.33	5.798	0.318
21.33	5.753	0.254
21.33	5.753	0.254
21.33	5.753	0.254
21.33	5.753	0.254
21.33	5.753	0.254
21.33	5.708	0.190
21.33	5.708	0.190
21.33	5.708	0.190
21.33	5.708	0.190
21.33	5.663	0.126
21.33	5.663	0.126
21.33	5.663	0.126
21.33	5.663	0.126
21.33	5.663	0.126
21.33	5.663	0.126
21.33	5.663	0.126
21.33	5.663	0.126
21.33	5.618	0.062
21.33	5.618	0.062
21.33	5.618	0.062
21.33	5.618	0.062
21.33	5.618	0.062
21.33	5.618	0.062
21.33	5.618	0.062
21.33	5.618	0.062
21.33	5.618	0.062
21.33	5.574	0.000
21.33	5.574	0.000
21.33	5.574	0.000
21.33	5.574	0.000
21.33	5.574	0.000
21.33	5.529	0.064
21.33	5.529	0.064
21.33	5.529	0.064
21.33	5.529	0.064
21.33	5.529	0.064
21.33	5.529	0.064
21.33	5.529	0.064
21.33	5.529	0.064

21.33	5.484	0.128
21.33	5.484	0.128
21.33	5.484	0.128
21.33	5.484	0.128
21.33	5.484	0.128
21.33	5.484	0.128
21.33	5.484	0.128
21.33	5.484	0.128
21.33	5.484	0.128
21.33	5.439	0.192
21.33	5.439	0.192
21.33	5.439	0.192
21.33	5.439	0.192
21.33	5.394	0.256
21.33	5.394	0.256
21.33	5.394	0.256
21.33	5.394	0.256
21.33	5.394	0.256
21.33	5.394	0.256
21.33	5.349	0.320
21.33	5.349	0.320
21.33	5.349	0.320
21.33	5.349	0.320
21.33	5.304	0.384
21.33	5.304	0.384
21.33	5.304	0.384
21.33	5.304	0.384
21.33	5.259	0.448
21.33	5.259	0.448
21.33	5.259	0.448
21.33	5.259	0.448
21.33	5.214	0.512
21.33	5.169	0.576
21.33	5.169	0.576
21.33	5.169	0.576
21.33	5.169	0.576

21.33	5.169	0.576
21.33	5.124	0.640
21.33	5.124	0.640
21.33	5.124	0.640
21.33	5.124	0.640
21.33	5.08	0.703
21.33	5.08	0.703
21.33	5.08	0.703
21.33	5.08	0.703
21.33	4.99	0.831
21.33	4.945	0.895
21.33	4.945	0.895
21.33	4.855	1.023
21.33	0.445	8.561

Promedio x_{m1} = 38,266

$N \cdot x_{m1} = 5472,01337$

Tabla 29

CUC, Ea y Er Punto Crítico Bolivia 13/05/2021.

ZONA I	ZONA III	$X_i - X_m$
21.33	17.89	2.872
21.33	17.00	1.978
21.33	14.12	0.897
21.33	11.95	3.069
21.33	10.48	4.538
21.33	9.84	5.176
21.33	9.53	5.495
21.33	9.72	5.304
21.33	9.65	5.368
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.78	5.240
21.33	9.72	5.304
21.33	9.84	5.176

21.33	9.78	5.240
21.33	9.65	5.368
21.33	9.53	5.495
21.33	9.78	5.240
21.33	9.78	5.240
21.33	9.65	5.368
21.33	9.78	5.240
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.78	5.240
21.33	9.91	5.112
21.33	9.84	5.176
21.33	9.78	5.240
21.33	9.78	5.240
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.84	5.176
21.33	9.40	5.623
21.33	9.72	5.304
21.33	9.84	5.176
21.33	9.78	5.240
21.33	9.72	5.304
21.33	9.78	5.240
21.33	9.78	5.240
21.33	9.91	5.112
21.33	9.91	5.112
21.33	9.91	5.112
21.33	9.91	5.112
21.33	9.84	5.176
21.33	9.84	5.176
21.33	9.78	5.240
21.33	9.84	5.176
21.33	9.72	5.304
21.33	9.84	5.176

21.33	9.84	5.176
21.33	9.78	5.240
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.59	5.432
21.33	9.59	5.432
21.33	9.78	5.240
21.33	9.78	5.240
21.33	9.72	5.304
21.33	9.65	5.368
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.72	5.304
21.33	9.78	5.240
21.33	9.65	5.368
21.33	9.59	5.432
21.33	9.59	5.432
21.33	9.59	5.432
21.33	9.59	5.432
21.33	9.65	5.368
21.33	9.59	5.432
21.33	9.33	5.687
21.33	9.40	5.623
21.33	9.33	5.687
21.33	9.40	5.623
21.33	9.33	5.687
21.33	9.21	5.815
21.33	9.33	5.687
21.33	9.27	5.751
21.33	9.27	5.751
21.33	9.14	5.879
21.33	9.27	5.751
21.33	13.74	1.279
21.33	17.13	2.106
21.33	17.64	2.618
21.33	16.74	1.723
21.33	16.81	1.787
21.33	17.19	2.170
21.33	17.25	2.234
21.33	17.57	2.554

21.33	17.45	2.426
21.33	17.25	2.234
21.33	17.00	1.978
21.33	17.06	2.042
21.33	16.94	1.915
21.33	17.06	2.042
21.33	17.00	1.978
21.33	16.68	1.659
21.33	16.68	1.659
21.33	16.87	1.851
21.33	17.13	2.106
21.33	16.94	1.915
21.33	16.55	1.531
21.33	16.42	1.403
21.33	16.36	1.339
21.33	16.62	1.595
21.33	15.78	0.764
21.33	16.36	1.339
21.33	16.04	1.021
21.33	15.85	0.828
21.33	16.49	1.467
21.33	16.49	1.467
21.33	16.81	1.787
21.33	16.68	1.659
21.33	16.74	1.723
21.33	16.68	1.659
21.33	17.06	2.042
21.33	16.87	1.851
21.33	16.30	1.275
21.33	16.68	1.659
21.33	16.49	1.467
21.33	16.55	1.531
21.33	16.49	1.467
21.33	16.74	1.723
21.33	16.81	1.787
21.33	16.62	1.595
21.33	16.74	1.723
21.33	16.23	1.213
21.33	16.49	1.467
21.33	17.38	2.362

21.33	17.32	2.298
21.33	16.94	1.915
21.33	16.94	1.915
21.33	16.81	1.787
21.33	17.13	2.106
21.33	17.06	2.042
21.33	17.06	2.042
21.33	16.87	1.851
21.33	16.62	1.595
21.33	17.00	1.978
21.33	16.87	1.851
21.33	17.13	2.106
21.33	16.68	1.659
21.33	16.87	1.851
21.33	17.19	2.170
21.33	16.74	1.723
21.33	16.74	1.723
21.33	16.87	1.851
21.33	16.94	1.915
21.33	16.30	1.275
21.33	16.81	1.787
21.33	17.32	2.298
21.33	17.13	2.106
21.33	16.62	1.595
21.33	16.81	1.787
21.33	17.19	2.170
21.33	16.74	1.723
21.33	16.94	1.915
21.33	16.94	1.915
21.33	16.87	1.851
21.33	17.13	2.106
21.33	17.13	2.106
21.33	16.74	1.723
21.33	16.55	1.531
21.33	17.06	2.042
21.33	17.13	2.106
21.33	17.00	1.978
21.33	16.94	1.915
21.33	17.19	2.170
21.33	17.38	2.362

21.33	16.87	1.851
21.33	17.13	2.106
21.33	17.38	2.362
21.33	17.38	2.362
21.33	17.45	2.426
21.33	17.06	2.042
21.33	17.51	2.490
21.33	17.19	2.170
21.33	17.06	2.042
21.33	17.25	2.234
21.33	17.00	1.978
21.33	17.51	2.490
21.33	17.13	2.106
21.33	17.25	2.234
21.33	17.19	2.170
21.33	17.06	2.042
21.33	17.25	2.234
21.33	17.38	2.362
21.33	17.32	2.298
21.33	17.19	2.170
21.33	17.19	2.170
21.33	17.64	2.618
21.33	17.38	2.362
21.33	16.87	1.851
21.33	17.51	2.490
21.33	17.45	2.426
21.33	17.32	2.298
21.33	17.13	2.106
21.33	17.19	2.170
21.33	17.57	2.554
21.33	17.51	2.490
21.33	17.13	2.106
21.33	17.38	2.362
21.33	17.45	2.426
21.33	17.32	2.298
21.33	17.06	2.042
21.33	17.06	2.042
21.33	17.38	2.362
21.33	17.57	2.554
21.33	17.70	2.682

21.33	17.32	2.298
21.33	17.13	2.106
21.33	17.19	2.170
21.33	17.00	1.978
21.33	17.64	2.618
21.33	17.38	2.362
21.33	17.38	2.362
21.33	17.38	2.362
21.33	17.45	2.426
21.33	17.32	2.298
21.33	17.32	2.298
21.33	17.32	2.298
21.33	17.00	1.978
21.33	17.64	2.618
21.33	17.45	2.426
21.33	17.32	2.298
21.33	17.45	2.426
21.33	17.51	2.490
21.33	17.51	2.490
21.33	17.89	2.872
21.33	17.89	2.872
21.33	17.64	2.618
21.33	17.51	2.490
21.33	17.25	2.234
21.33	17.45	2.426
21.33	17.32	2.298
21.33	17.13	2.106
21.33	17.51	2.490
21.33	17.51	2.490
21.33	17.57	2.554
21.33	17.57	2.554
21.33	17.32	2.298
21.33	17.96	2.936
21.33	17.76	2.744
21.33	17.89	2.872
21.33	17.89	2.872
21.33	17.57	2.554
21.33	17.76	2.744
21.33	17.83	2.808
21.33	17.83	2.808

21.33	17.70	2.682
21.33	17.51	2.490
21.33	17.45	2.426
21.33	17.70	2.682
21.33	17.64	2.618
21.33	17.64	2.618
21.33	17.57	2.554
21.33	17.64	2.618
21.33	17.76	2.744
21.33	17.76	2.744
21.33	17.45	2.426
21.33	17.64	2.618
21.33	17.45	2.426
21.33	17.70	2.682
21.33	17.96	2.936
21.33	17.76	2.744
21.33	17.57	2.554
21.33	17.38	2.362
21.33	17.57	2.554
21.33	17.70	2.682
21.33	17.64	2.618
21.33	17.70	2.682
21.33	17.45	2.426
21.33	17.64	2.618
21.33	17.83	2.808
21.33	17.83	2.808
21.33	17.57	2.554
21.33	17.89	2.872
21.33	17.89	2.872
21.33	17.45	2.426
21.33	17.76	2.744
21.33	17.70	2.682
21.33	17.83	2.808
21.33	17.76	2.744

Promedio x_{m2} = 36.350

$N * x_{m2} = 10468.9231$