

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA**

**APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS EN GIMNASIO UNIVERSIDAD
TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN**

Trabajo de titulación para optar al Título
de Ingeniero de ejecución en Mecánica
de Procesos y Mantenimiento Industrial

Alumno:

Rodrigo Ignacio Marín Cruces

Profesor Guía:

Víctor Hugo Valdebenito Cartes

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi madre Carmen Gloria Cruces Sánchez y a mi padre Claudio Patricio Marín Salgado quienes han sido mi apoyo fundamental a lo largo de mi vida y siempre han confiado en mí y mis capacidades que ellos mismos ayudaron a forjar, siempre he sentido su cariño, apoyo total y comprensión, encontrando siempre la palabra precisa en los momentos de agobio y dándome a entender que siempre estarán para mí.

Quiero tomar estas breves líneas para también dedicar esto a mis queridos abuelos Pedro Juan Cruces Navarrete (Q.E.P.D.) y Silvia Sanchez Flores (Q.E.P.D.) cuyas recientes y repentinas partidas nos han tocado profundamente y tengo la certeza que ambos estarían orgullosos de este paso. Nos veremos en otra vida para celebrar y abrazarnos nuevamente, hasta entonces seguiré amándolos inexorablemente y guardando nuestras memorias en lo profundo de mi alma.

Agradecimientos

En este espacio quiero agradecer principalmente a mi familia, mi padre, mi madre, mi hermana, mis abuelos y mi tío, por todo el apoyo incondicional que me han otorgado y sobre todo por su paciencia.

También quiero agradecer a mis amigos de la Universidad con los cuales pasamos grandes momentos.

Y a mis hermanos por elección, Francisco Arratia, Diego Villegas y Sebastián Turner por su preocupación y apoyo

RESUMEN

- **Objetivos**

Los objetivos de este proyecto van en directa relación con el propósito anteriormente mencionado, la seguidilla de estos objetivos se enmarcan en el cumplimiento del objetivo final o propósito. Tales objetivos mencionados son los siguientes:

- Análisis técnico de las condiciones actuales presentes en el gimnasio de la USM Sede Rey Balduino de Bélgica en relación al fin del proyecto.
- Determinar la tecnología aplicable que pueda dar sustento al desarrollo del proyecto en cuestión.
- Evaluar una solución que permita satisfacer las necesidades que enmarca el proyecto y su propósito.
- Determinar la factibilidad técnica del proyecto en el gimnasio de la USM Sede Rey Balduino de Bélgica.

El propósito de este proyecto consiste en provocar un ahorro monetario a la administración de la Sede Rey Balduino de Bélgica perteneciente a la Universidad Técnica Federico Santa María, específicamente en los gastos correspondientes al consumo de agua potable por parte del alumnado.

Para determinar las dimensiones que abarcará este proyecto se cotejarán datos recopilados de la cantidad de alumnos que utilizan las dependencias del gimnasio con datos de tablas estandarizadas de consumos de agua potable según el tipo de edificio.

Los datos facilitados por la casa de estudios dicen que en el total de actividades semanales (lunes a viernes) participan un total de 402 estudiantes lo que nos da un promedio de 80 personas diarias (80,4).

Por otra parte los consumos estandarizados de agua potable según el tipo de construcción nos dice que en un gimnasio se utilizan de 30 a 40 litros de agua por usuario.

Tomando todos los datos anteriores y llevándolos a la situación crítica máxima nos dice que se utilizan en promedio 3 200 litros de agua diarios, se elaboró una simulación en la cual se tomaron consumos a partir de 80, 90 y 100 personas (3 200, 3 600 y 4 000 litros respectivamente) para obtener un mayor espectro de situaciones.

En base a los datos y el espacio existente se seleccionaron diferentes estanques, un estanque primario que estará encargado de recibir directamente las aguas lluvias de 5 400 litros de capacidad nominal y 3 estanques de 15 400 litros de capacidad que servirán de almacenamiento final para abastecer las duchas del gimnasio.

En cuanto a los resultados obtenidos a partir de 636 [m²] de área intervenida para recolección de agua tenemos lo siguiente.

El almacenamiento primario de agua equivale a un estanque de 5 400 litros de agua nominal de los cuales teóricamente serán 2 700 litros el volumen útil, este será el estanque de recepción a partir del cual se trasladará su reserva a los estanques de almacenamiento final.

El almacenamiento secundario estará compuesto por 3 estanques de 15 400 litros de capacidad nominal de los cuales 15 000 litros son su volumen útil, lo que finalmente suma 45 000 litros.

El total de almacenamiento equivale a 47 700 litros lo que otorga una autonomía del sistema de 13,25 días sin problemas.

El traslado de agua desde el estanque primario a los estanques finales se efectuará mediante una bomba centrífuga de alto caudal de 1 HP.

Finalmente se recomienda buscar métodos de ahorro en el consumo de agua potable, no solo en el ámbito específico de las duchas, que es lo que abarca este proyecto, sino también en lavamanos e inodoros y en lo posible en más edificios donde pueda implementarse un sistema como este de características similares adaptado a las necesidades que puedan requerirse.

INDICE

INDICE DE TABLAS 15

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1

1.1 OBJETIVO GENERAL 4

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS 4

CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 5

2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....8

2.2. LUGAR DE APLICACIÓN 8

2.3. NECESIDADES DE CONSUMO DE AGUA EN DUCHAS 10

2.4. CANTIDAD DE AGUA CAÍDA 10

2.4.1. Periodo de estudio 12

2.5. SOLUCIONES CERCANAS 12

2.5.1. Agua aportada por lluvia.....12

2.5.2. Requerimientos de riego 12

2.5.3. Rendimiento y densidad de cultivo de tomate 13

2.5.4. Cálculo del agua requerida.....13

2.5.5. Factibilidad en sustentabilidad hídrica.....13

2.5.6. Resultados 14

2.6. ALCANCES Y/O LIMITACIONES 14

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....15

3.1. QUE ES LA LLUVIA O PRECIPITACIÓN.....17

3.1.1. Parámetros característicos de la lluvia 17

3.1.2. Medición de la lluvia.....18

3.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN PLUVIAL DE AGUA DE TECHO.....22

3.2.1. Elementos del sistema de captación de agua de techo 22

3.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN 26

3.3.1. Ventajas de un sistema de captación.....26

3.3.2. Desventajas de un sistema de captación 27

3.4. OTROS SISTEMAS DE CAPTACIÓN PLUVIAL 28

3.4.1. Reservorios o embalses	28
3.5. FACTOR DE ESCORRENTÍA	30
3.6. TIPOS DE FILTRO	31
3.6.1. Filtros auto limpiantes	32
3.6.2. Filtros de acumulación	34
3.6.3. Filtros de carbón activado	35
3.7. PERDIDAS DE CARGA	37
3.7.1. Pérdidas de carga lineales	38
3.7.2. Pérdidas singulares	41
3.7.3. Combinación de tuberías	42
3.8. NECESIDADES DE CONSUMO DE AGUA EN DUCHAS.....	43
3.9. SELECCIÓN DE ESTANQUES	44
3.10. SELECCIÓN DE BOMBA	45
3.10.1. Pérdidas de carga regulares	45
3.10.2. Pérdidas de carga singulares	46
3.10.3. Ecuación de Bernoulli	46
CAPÍTULO 4: DISEÑO DE SOLUCIÓN	49
4.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE CAPTACIÓN.....	51
4.2. MODELO DE SIMULACIÓN	52
4.2.1. Diagrama de acumulación, distribución y consumo	53
4.3. SELECCIÓN DE ESTANQUE FINAL.....	53
4.4. SELECCIÓN DE ESTANQUE DE PASO.....	54
4.4.1. Modelo de simulación de situación crítica	55
4.5. DIÁMETRO INTERNO MÍNIMO DE LÍNEA COLECTORA	56
4.6. SELECCIÓN DE BOMBA.....	57
4.6.1. Ecuación de Bernoulli	58
4.7. SELECCIÓN DE FILTRO.....	60
4.8. SELECCIÓN DE SENSORES.....	61
4.9. SELECCIÓN DE PLC	62
CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA	67

5.1.	TAMAÑO Y CAPACIDAD DEL PROYECTO	69
5.2.	BAJADAS DE AGUA Y LINEA COLECTORA	70
5.2.1.	Bajadas de agua.....	70
5.2.2.	Pendiente de la línea colectora.....	71
5.3.	LOCALIZACIÓN	71
5.4.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	72
5.4.1.	Estanque primario	72
5.4.2.	Estanques secundarios.....	72
5.4.3.	Bombas.....	72
5.4.4.	Sensores	72
5.4.5.	PLC	73
5.4.6.	Costo total del proyecto	73
5.4.7.	Retorno de la inversión	73
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
	BIBLIOGRAFÍA	77
	ANEXOS	79
	[ANEXO 1: ESTUDIO DE PRECIPITACIONES AÑOS 2013 Y 2014]	79
	[ANEXO 2: MODELO DE SIMULACIÓN DEL PROYECTO AÑO 2015]	87
	[ANEXO 3: ESQUEMA DE ESTANQUES]	91
	[ANEXO 4: DIAGRAMA DE FLUJO PLC]	92
	[ANEXO 5: FICHA TÉCNICA ESTANQUE PRIMARIO]	93
	[ANEXO 6: FICHA TÉCNICA ESTANQUES SECUNDARIOS]	94
	[ANEXO 7: FICHA TÉCNICA BOMBA CENTRIFUGA]	95
	[ANEXO 8: FICHA TÉCNICA TUBERIAS]	97
	[ANEXO 9: FICHA TÉCNICA SENSOR DE NIVEL]	99
	[ANEXO 10: CARACTERÍSTICAS FILTRO]	100

INDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Vista superior gimnasio UTFSM Sede Concepción 9

Figura 2-2: Área demarcada para captación de agua 9

Figura 2-3: Informe de precipitaciones 11

Figura 3-1: Pluviómetro manual.....19

Figura 3-2: Pluviómetro totalizador.....20

Figura 3-3: Pluviógrafo de sifón.....20

Figura 3-4: Pluviógrafo de doble cubeta basculante.....21

Figura 3-5: Sistema captor de aguas lluvia aplicada.....22

Figura 3-6: Techo vivienda unifamiliar.....23

Figura 3-7: Canaleta de techo.....24

Figura 3-8: Filtro de aguas lluvia.....25

Figura 3-9: Estanque de agua.....26

Figura 3-10: Reservorio excavado.....28

Figura 3-11: Reservorio de estanque.....29

Figura 3-12: Reservorio de dique represa.....30

Figura 3-13: Filtro auto limpiante 1.....32

Figura 3-14: Filtro auto limpiante 2.....33

Figura 3-15: Filtro de acumulación.....34

Figura 3-16: Filtro de carbón activado.....36

Figura 3-17: Carbón activado.....36

Figura 3-18: Equilibrio de fuerzas en una tubería.....38

Figura 4-1: Área demarcada para la captación.....51

Figura 4-2: Diagrama de acumulación, distribución y consumo.....53

Figura 4-3: Fosa séptica horizontal.....54

Figura 4-4: Estanque vertical.....55

Figura 4-5: Bomba centrífuga de alto caudal.....57

Figura 4-6: Filtro de captación pluvial.....60

Figura 4-7: Dimensiones filtro.....61

Figura 4-8: Sensor de nivel ultrasónico.....61

Figura 4-9: Esquema de estanques.....63

Figura 4-10: Diagrama de flujo sistema automatizado.....64

Figura 4-11: PLC Mitsubishi Electric 12 entradas / 8 salidas.....65

Figura 5-1: Bajadas de agua necesarias.....70

INDICE DE TABLAS

Tabla 3-1: Criterios de consumo en diversas instalaciones.....44

Tabla 4-1: Promedios y máximos del proyecto.....52

Tabla 4-2: Situación más crítica de simulación.....56

Tabla 5-1: Tamaño y capacidad del proyecto.....69

Tabla 5-2: Costos totales del proyecto.....73

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

DMC: Dirección Meteorológica de Chile

USM/UTFSM: Universidad Técnica Federico Santa María

[cm]: Centímetro

[h]: Hora

[l]: Litro

[l/m²]: Litros por metro cuadrado

[mm]: Milímetro

[m]: Metro

[m²]: Metro cuadrado

[m³]: Metro cúbico

[m³/h]: Metro cúbico por hora

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural presente en nuestras vidas desde el primer momento. el cuerpo humano se compone esencialmente de este compuesto además de encontrarse en la gran mayoría de los alimentos, por lo tanto resulta de vital importancia para nuestra existencia, nuestras acciones y nuestro desarrollo en general.

Las diferentes sociedades humanas han luchado por su sobrevivencia a través de cientos y miles de años en ambientes áridos, semiáridos, y subhúmedos secos, es decir, donde hay carencia de agua dulce. Los sistemas de captación y aprovechamiento de aguas lluvias han ayudado a resolver los problemas de abastecimiento de agua para uso doméstico y representa opciones reales para incrementar los volúmenes disponibles para consumo animal y uso doméstico.

A pesar de que el agua se halla en aproximadamente un 70% en la superficie del planeta tierra el 96,5% de esta corresponde a agua salada y el 3,5% restante corresponde a agua dulce en estado líquido, ríos y arroyos, a nivel subterráneo en forma de acuíferos naturales y en estado sólido, como hielo en los polos y cimas de montañas.

El agua salada es básicamente inútil para el consumo humano y sus procesos, es por ello que la baja proporción de agua dulce presente en estado líquido en el planeta resulta de vital importancia para el desarrollo de la humanidad, tanto para consumo, labores de aseo, procesos industriales, etc. En nuestro país existe el servicio básico de agua potable, el cual es otorgado por una variedad de empresas a lo largo del territorio, estas empresas toman el agua dulce a partir de cauces naturales y aplican tratamientos en ella para dejarlas aptas para el consumo y las labores domésticas, todo esto con un costo asociado al consumidor.

La propuesta de este proyecto es abastecer a un recinto en específico: el Gimnasio de la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Rey Balduino de Bélgica, a partir de las aguas lluvias que precipitan durante el año, esto será realizado re direccionando el agua que cae sobre ciertas porciones de techo la cual será almacenada en estanques y sujeto a la disponibilidad del recurso se utilizará además agua potable; de esta manera el recurso hídrico se ve mejor aprovechado ya que hasta el momento el agua de lluvia es desperdiciada, por otra parte los costos asociados al servicio de agua potable se verán reducidos debido a la disminución en su consumo.

1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este proyecto es desarrollar una propuesta de un sistema de abastecimiento mediante captación de aguas lluvias para el gimnasio de la Universidad Técnica Federico Santa María – Sede Concepción.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Levantamiento técnico del gimnasio USM Sede Concepción “Rey Balduino de Bélgica” como sistema de aprovechamiento pluvial.
- Determinar la tecnología aplicable que pueda dar sustentabilidad al desarrollo del proyecto
- Evaluar una solución que permita satisfacer todas las necesidades que el proyecto en cuestión requiera
- Determinar la factibilidad técnica del proyecto en el gimnasio de la USM Sede Concepción

CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por estos días el recurso hídrico es bastante máspreciado que antaño, ya que en la actualidad el uso del agua dulce se ha masificado debido en gran parte a los procesos industriales que se llevan a cabo hoy en día y que han tenido un crecimiento mundial sostenido durante las últimas décadas.

Es por lo anteriormente expuesto que este recurso natural y renovable se aprovecha de una mejor manera ya que su único proceso de renovación se halla precisamente en el ciclo del agua, y cualquier porción que se desperdicie y que termine por fuera de este proceso no se renovará.

Es por esto que incluso se han llegado a elaborar campañas cuyo principal objetivo es la de cuidar el agua dulce, saber aprovecharla de la mejor manera posible y evitar su mal uso o desperdicio al mínimo.

Por otra parte, cualquier consumo de agua potable conlleva una posterior obligación de pago con la empresa que provee tal servicio. En un domicilio particular promedio este gasto no acarrea un gasto muy exagerado debido a la comparativamente baja cantidad de personas habitantes en él, pero en un recinto de mayor envergadura y de un tránsito considerablemente mayor de personas este gasto se ve notoriamente incrementado y puede llegar a convertirse en todo un dilema a fin de mes.

La problemática en este caso es una necesidad creada cuya finalidad es la de provocar un ahorro monetario en el consumo de agua potable para poder aminorar los costos operacionales de la sede Rey Balduino de Bélgica de la USM. El uso de las duchas del gimnasio de la sede es bastante común y por lo general bastante descuidado e inconsciente lo que repercute en una búsqueda de alguna amortización del gasto de agua.

Es por las razones previamente expuestas que lo que busca este proyecto es idear teóricamente un sistema de captación pluvial en el gimnasio de la USM Sede Concepción y que el agua que se reúna se use para los consumos internos del mismo gimnasio en la medida que las condiciones sanitarias del recurso captado lo permitan. El funcionamiento de este sistema se considera para el periodo invernal que es donde se da la mayor cantidad de precipitación en la octava región.

Este sistema además de dar un mayor aprovechamiento del recurso hídrico también considera la reducción de costos del consumo de agua potable ya que este sistema otorgará agua de forma gratuita para los consumos que se estipulen más adelante.

2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

La ubicación de este proyecto será en la comuna de Hualpén, ubicada dentro del Gran Concepción en la VIII Región del Biobío.

Hualpén es comuna a partir del año 2004, se integra dentro del área metropolitana del Gran Concepción, posee una superficie de 53,5 Km² y una población de 92 975 habitantes según el censo del año 2012. La comuna limita al Norte con Talcahuano, al Sur con San Pedro de la Paz, al Este con Concepción y la Oeste con el Océano Pacífico.

En cuanto a la climatología, la comuna y sus alrededores poseen un clima mediterráneo con influencia oceánica y una estación seca breve en verano, la temperatura promedio anual se halla en los 12,7°C, el promedio en verano es de 17°C mientras que en invierno el promedio desciende a los 8°C.

Debido a la cercanía con el Océano Pacífico las oscilaciones térmicas son bastante moderadas, obteniendo como resultado veranos templados e inviernos suaves. Las precipitaciones se concentran en los meses más fríos, por el contrario, el verano es de características más secas.

En cuanto a las precipitaciones, se obtiene un promedio anual de 1 110 mm caídos, como se mencionó anteriormente las lluvias se concentran en los meses más fríos del año siendo el periodo de mayo a agosto el de mayor registro pluvial.

2.2. LUGAR DE APLICACIÓN

La ubicación elegida para la aplicación de este proyecto es el gimnasio de la Universidad Técnica Federico Santa María – Sede Concepción.



Figura 2-1: Vista superior gimnasio Universidad Técnica Federico Santa María Sede Concepción (fuente: www.google.cl/maps)

La finalidad de la implementación de este sistema de captación de aguas lluvias será la de abastecer de forma complementaria las duchas del gimnasio, en conjunto con el sistema de abastecimiento principal que es el propio sistema de agua potable.

En un principio el proyecto estaba concebido para aprovechar como área de captación solo los dos paños grandes del gimnasio con un área total de 956,02 [m²], sin embargo, por motivo de las canalizaciones previas que ya se encuentran habilitadas para evacuar aguas lluvias se limitó el área de captación en el gimnasio lo que resultó en un área de captación total de 636 [m²].



Figura 2-2: Área demarcada para la captación de agua (fuente: www.google.cl/maps)

Como se aprecia en la última imagen se pueden ver el área total de captación que se utilizará representada por las áreas enmarcadas en rojo, las que como se mencionó anteriormente suman una superficie de 636 [m²].

2.3. NECESIDADES DE CONSUMO DE AGUA EN DUCHAS

Tomando en cuenta datos proporcionados por estudios y tablas, el consumo promedio por persona en un gimnasio asciende a un valor que fluctúa entre 30 y 40 litros, para el caso se tomará el valor de 40 litros ya que nos da la situación más crítica que podemos esperar.

Además tomando en cuenta el modelo de captación elaborado que se detallará más adelante, se aumentará el número promedio de personas que utilizan el gimnasio de 80 a 90 personas, de este modo se sobre dimensiona el sistema para que pueda satisfacer de mejor manera las necesidades de agua de las instalaciones.

Tomando en cuenta lo anterior, sumado a los datos recopilados del número de alumnos que utilizan las dependencias del gimnasio en diversas situaciones, se puede efectuar un cálculo simple para determinar la cantidad de litros diarios necesarios para el correcto funcionamiento de las duchas y responder a las necesidades.

La expresión es la que se muestra a continuación.

$$\text{Consumos} = \text{Promedio personas diario} \times \text{Consumo de agua por persona}$$

$$\text{Consumos} = 90 \left(\frac{\text{personas}}{\text{día}} \right) \times 40 \left(\frac{\text{litros}}{\text{persona}} \right)$$

$$\text{Consumos} = 3600 \left(\frac{\text{litros}}{\text{día}} \right)$$

2.4. CANTIDAD DE AGUA CAÍDA

Este proyecto tiene como objetivo fundamental el abastecimiento de las duchas del gimnasio de la USM Concepción con agua de lluvia, por lo tanto, el elemento fundamentalmente necesario para que este fin pueda llevarse a cabo son las precipitaciones.

La organización encargada de informar y llevar registros confiables de las precipitaciones en nuestro país es la Dirección Meteorológica de Chile (DMC). Las mediciones se efectúan diariamente alrededor de las 8:00 h, en el sitio oficial de la DMC se puede encontrar la información de precipitaciones acumuladas a la fecha durante el año, el registro de la ciudad de Concepción se encuentra a cargo de la estación de monitoreo meteorológico del aeropuerto Carriel Sur.

Apartado

Por motivos de ubicación geográfica del proyecto se tomarán en consideración los datos meteorológicos de la estación Carriel Sur de la Dirección Meteorológica de Chile. A excepción de cuando se mencione alguna otra fuente de datos.

INFORME DE PRECIPITACIONES Lunes 14 de diciembre de 2015						
Ciudad	Últimas 24 horas	Total a la fecha	Normal a la fecha	Año pasado igual fecha	Deficit o Superavit	Normal Anual
Arica	s/p	1.8	0.5	5.9	>100	0.5
Iquique	s/p	4.4	0.6	0.0	>100	0.6
Calama	s/p	17.1	5.7	3.0	>100	5.7
Antofagasta	s/p	38.6	1.7	1.2	>100	1.7
Caldera	s/p	35.8	s/i	10.5	s/i	s/i
La Serena	s/p	111.0	78.5	82.8	41	78.5
Valparaíso	s/p	335.1	372.1	310.7	-10	372.5
Rodelillo	s/p	510.9	s/i	382.1	s/i	s/i
Pudahuel	s/p	179.8	261.5	150.6	-31	261.6
Santiago	s/p	217.5	312.2	202.4	-30	312.5
Tobalaba	s/p	269.1	346.5	258.2	-22	347.2
Juan Fernández	s/i	s/i	1024.2	842.9	s/i	1041.5
Curicó	s/p	547.6	696.5	625.5	-21	701.9
Chillán	s/p	982.0	1093.4	952.2	-10	1107.0
Concepción	1.0	712.0	1095.5	971.6	-35	1110.1
Temuco	35.8	1158.2	1130.3	s/i	2	1157.4
Valdivia	20.3	1908.4	1838.8	1784.3	4	1871.0
Osorno	9.7	1164.4	1301.2	1338.1	-11	1331.8
Puerto Montt	0.2	1393.1	1746.0	1464.2	-20	1802.5
Coyhaique	s/p	1020.0	1170.2	996.0	-13	1205.9
Balmaceda	s/p	446.1	595.5	433.5	-25	611.6
Punta Arenas	s/p	414.4	358.8	261.4	15	375.7
s/i = Sin información s/p = Sin precipitación 0.0 = Trazas de precipitación						
Informe emitido con información de las 09:00 hora local						

Figura 2-3: Informe de precipitaciones (fuente: www.meteochile.cl)

2.4.1. Periodo de estudio

El periodo de tiempo de estudio de las precipitaciones para este proyecto está comprendido entre los años 2013 a 2015. El método de estudio de las precipitaciones enmarca datos diarios de agua caída, no solo en cuanto a datos generales como milímetros de agua precipitada, sino que también los datos de recolección de agua en base al área y factor de escorrentía, además de determinar las captaciones y las reservas restando los consumos aproximados. (VER ANEXO 1)

2.5. SOLUCIONES CERCANAS

En virtud de contextualizar el presente proyecto es conveniente explicar un problema ingenieril de características similares y su respectiva solución, la cual se aproximaría a la solución que se pretende desarrollar en este trabajo.

En el caso de estudio se aplicará en análisis de factibilidad en sustentabilidad hídrica para el cultivo de tomate en invernadero en la zona del municipio de Aramberri, en el estado de Nuevo León, México.

2.5.1. Agua aportada por lluvia

Para la estimación del agua aportada por la lluvia en la zona de Aramberri, la información la proporcionó la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), identificada como Estación Aramberri. La estadística descriptiva de los registros nos entrega los siguientes datos.

- Promedio anual: 487,58 [mm]
- Desviación estándar: 146,0 [mm]
- Máxima: 854,6 [mm]
- Mínima: 222,0 [mm]

2.5.2. Requerimientos de riego

Para la estimación del agua requerida para el cultivo de tomate se consideraron los estudios de Pérez Melian, Blanc, Friis.Nielsen, Gladden, Peil, Cruz C. y López Fruster, los cuales concluyen que bajo invernadero los gastos de agua reportados para riego son de 0,6 a 2 L/día/planta, dependiendo de los factores como el clima, la eficiencia según el tipo de riego, la variedad de la semilla usada, entre otros. Estos valores son menores a los reportados para cultivos a cielo abierto.

2.5.3. Rendimiento y densidad de cultivo de tomate

En invernadero se reportan rendimientos de producción de tomate más altos que a cielo abierto debido a la protección que el invernadero proporciona al cultivo de las condiciones ambientales del exterior, es posible cultivar en épocas del año climáticamente inadecuadas.

También hay que considerar que el invernadero ofrece una mayor protección contra las plagas, un mejor control de enfermedades y, por ende, una mejor calidad del producto.

Así el rendimiento de tomate reportado por Cruz, Ganesan, Castilla, Sagarpa, Kafkafi y Houter es de 200 a 450 ton/ha/año en invernadero.

En cuanto a la densidad del cultivo de plantas de tomate por cada metro cuadrado se reporta que el rendimiento de tomate en Kg/m² aumenta progresivamente al cosechar de 1 a 5 plantas/m², pero a partir de 5,5 a 9 plantas/m² el rendimiento no se ve afectado.

2.5.4. Cálculo del agua requerida

Para complementar el estudio, el agua requerida para cultivar tomate en invernaderos se calculará por hectárea, mediante la siguiente ecuación.

$$A_{R/ha} = T_D \times T_{Ri} \times \eta$$

Dónde:

A_{R/ha}: Agua requerida para cultivar tomate [m³/ha/año]

T_D: Densidad de cultivo de tomate (4 [plantas/m²])

T_{Ri}: Riego [L/día/planta]

η: Constante conversión de unidades (3 650)

Los resultados para calcular el agua requerida para cultivo de tomate con los datos mencionados para el rango mínimo de 0,6 a 2 [L/día/planta] son.

- Riego [L/día/planta]: 0,6 a 2
- Rendimiento de tomate [Ton/ha/año]: 200 a 450
- Agua requerida para cultivo [m³/ha/año]: 8 760 a 29 200
- Agua requerida para cultivo [m³/Ton/año]: 43 800 a 64 889

2.5.5. Factibilidad en sustentabilidad hídrica

La factibilidad en sustentabilidad hídrica para invernaderos se establecerá al calcular el área de captación de agua de lluvia que se requiere para operar una hectárea de invernadero al cultivar tomate [ha/ha], aplicado a la zona de Aramberri, Nueva León.

Así, para el presente caso, se propone el modelo formado por la siguiente ecuación.

$$FHS = \frac{A_{R/ha}}{A_{PP}(\beta)}$$

Donde FHS es la factibilidad de sustentabilidad hídrica [ha/ha], A_{PP} es la precipitación promedio anual (487,58 [mm]), y β la constante de conversión de unidades (10).

2.5.6. Resultados

Los siguientes datos muestran los resultados de factibilidad de sustentabilidad hídrica (FHS) para invernaderos en Amberri, Nueva León, al aplicar las ecuaciones anteriormente mencionadas del modelo propuesto.

- Riego [L/día/planta]: 0,6 a 2
- FHS [ha/ha]: 1 797 a 5 989

Así, los datos anteriormente detallados nos permite establecer que, dependiendo de la eficiencia de los sistemas de riego, se requiere de 1,8 a 6,0 hectáreas de captación de lluvia en Aramberri, Nuevo León, para que sea factible sostener hídricamente la operación de una hectárea de cultivo de tomate en invernadero. Se considera que el riego típicamente puede variar de 0,6 a 2 [L/día/planta].

2.6. ALCANCES Y/O LIMITACIONES

En virtud de la elaboración de este proyecto no se tomarán en consideración los siguientes aspectos.

- No se considerará la obra necesaria para las modificaciones en que hay que incurrir en el canalizado ya existente en la estructura del gimnasio de la sede Rey Balduino de Bélgica.
- El BY PASS necesario para la variación entre el suministro de agua potable y el agua de reserva de los estanques, además de la interconexión entre los equipos no estará contemplado.
- Cualquier obra de nivelación o adaptación de terreno que sea necesaria para la instalación de equipos (estanques, bombas, etc.) no estará contemplada.
- No estará considerada la programación final del sistema de control automatizado (PLC) la cual será desarrollada eventualmente por un especialista.

CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO

3.1. QUE ES LA LLUVIA O PRECIPITACIÓN

Según la Organización Meteorológica Mundial la lluvia es la precipitación de partículas líquidas de agua de diámetro mayor a 0,5 [mm] o de gotas menores pero muy dispersas. Estas gotas deben llegar a la superficie terrestre para considerarse lluvia, de no ser así, el nombre técnico que recibe el fenómeno es de “virga”, este fenómeno se presenta más comúnmente en el desierto. Si en cambio el diámetro de las partículas es menor a 0,5 [mm] entonces el fenómeno se denomina “llovizna”.

La lluvia depende de tres factores: la presión, la temperatura y la radiación solar.

La lluvia como tal es un fenómeno atmosférico que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes cuando éstas atraviesan las capas de aire frío.

La formación de gotas de lluvia, a partir de las diminutas gotas que forman la nube, necesita la existencia de cristales de hielo sobre los que se depositen las gotas de agua. De este modo van creciendo los cristales hasta que son lo suficientemente grandes para caer por su propio peso dando lugar a la lluvia en el momento en que se funden antes de llegar al suelo.

Las precipitaciones se miden en milímetros de agua, o litros caídos por unidad de superficie [m²], es decir, la altura de la lámina de agua recogida en una superficie plana es medida en milímetros o en litros por metro cuadrado [L/m²] (1 milímetro de agua de lluvia caída equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado).

3.1.1. Parámetros característicos de la lluvia

Hay diferentes términos en los que la lluvia puede ser descrita.

- Intensidad: se define como la cantidad de agua que cae por unidad de tiempo en un lugar determinado, habitualmente se mide en milímetros de agua caídos por hora [mm/h]. La intensidad de la lluvia depende en estricto rigor de la duración de esta, cuando la intensidad de lluvia excede la capacidad de filtración del suelo se presenta escurrimiento superficial, lo que puede dar lugar a inundaciones, estos escurrimientos superficiales y subterráneos alimentan los cursos de agua que desembocan en ríos, lagos, embalses y el mar. Las intensidades de una lluvia se dividen en débiles (menor a 2[mm/h]), moderadas (entre 2 [mm/h] y 15 [mm/h]), fuertes (entre 15 [mm/h] y 30 [mm/h]), muy fuertes (entre 30 [mm/h] y 60 [mm/h]) y torrenciales (más de 60 [mm/h]).

- Duración: la duración del evento de lluvia o tormenta varía ampliamente, oscilando entre unos pocos minutos a varios días.
- Altura o profundidad: se define como la altura que tendría el agua precipitada sobre un metro cuadrado de superficie horizontal impermeable. Si la totalidad del agua precipitada no se escurriera. Esta dimensión es la que miden los pluviómetros. Generalmente se expresa en milímetros [mm].
- Frecuencia: la frecuencia de un determinado evento de lluvia, estrechamente relacionado con el llamado “tiempo de retorno”, se define como el promedio de tiempo que transcurre entre los acaecimientos de dos eventos de tormenta de la misma característica. Para estas determinaciones se toman en cuenta la duración o la altura, y, eventualmente, ambas.
- Distribución temporal: La distribución temporal de una tormenta tiene un rol importante en la respuesta hidrológica de cuencas en términos de desarrollo del gráfico de precipitaciones de una tormenta.
- Distribución espacial: Las tormentas que cubren áreas grandes tienden a tener una forma elíptica, con un ojo de alta intensidad ubicado en el medio de la elipse, rodeado por lluvias de intensidades y alturas decrecientes. El ojo de la tormenta tiende a moverse en dirección paralela a los vientos prevalentes en el periodo en que se da el evento.

3.1.2. Medición de la lluvia

La precipitación se mide en milímetros de agua, o litros caídos por unidad de superficie (m^2), es decir, la altura de la lámina de agua recogida en una superficie plana es medida en milímetros o litros por metro cuadrado.

La cantidad de lluvia que cae en un lugar se mide con los pluviómetros. La medición se expresa en milímetros de agua y equivale al agua que se acumularía en una superficie horizontal e impermeable durante el tiempo que dure la precipitación o solo en una parte del periodo de la misma.

Para estos fines existen una variedad de pluviómetros.

- Pluviómetro manual: Es un indicador simple de la lluvia caída. Consiste en un recipiente especial cilíndrico, por lo general de plástico, con una escala graduada en donde todas las marcas están a la misma distancia entre sí. La altura del agua que llena la jarra es equivalente a la precipitación y se mide en milímetros.



Figura 3-1: Pluviómetro manual (fuente: www.astromet.es)

- Pluviómetro totalizador: Se compone de un embudo o triángulo invertido, que mejora la precisión y recoge el agua en un recipiente graduado. A diferencia del anterior, cuanto más hacia abajo están, las marcas de los milímetros se van separando entre sí cada vez más, lo cual compensa el estrechamiento del recipiente. El mismo tiene esa forma para dar más precisión a las lluvias de poco volumen y facilitar su lectura. El instrumento se coloca a una determinada altura del suelo y un operador registra cada 12 horas el agua caída. Con este tipo de instrumento no se pueden definir las horas aproximadas en que llovió.



Figura 3-2: Pluviómetro totalizador (fuente: www.climaynievepirineos.com)

- Pluviógrafo de sifón: Consta en un tambor giratorio que rota con velocidad constante. Este tambor arrastra un papel graduado; en la abscisa se tiene el tiempo y en la ordenada la altura de la precipitación pluvial, que se registra por una pluma que se mueve verticalmente, accionada por un flotador, marcando en el papel la altura de la lluvia.



Figura 3-3: Pluviógrafo de sifón (fuente: www.cazatormentas.com)

- Pluviógrafo de doble cubeta basculante: El embudo conduce el agua colectada a una pequeña cubeta triangular doble, de metal o plástico, con una bisagra en su punto medio. Es un sistema cuyo equilibrio varía en función de la cantidad de agua en las cubetas. La inversión se produce generalmente a 0,2 [mm] de precipitación, así que cada vez que caen 0,2 [mm] de lluvia la báscula oscila, vaciando la cubeta llena, mientras comienza a llenarse la otra.

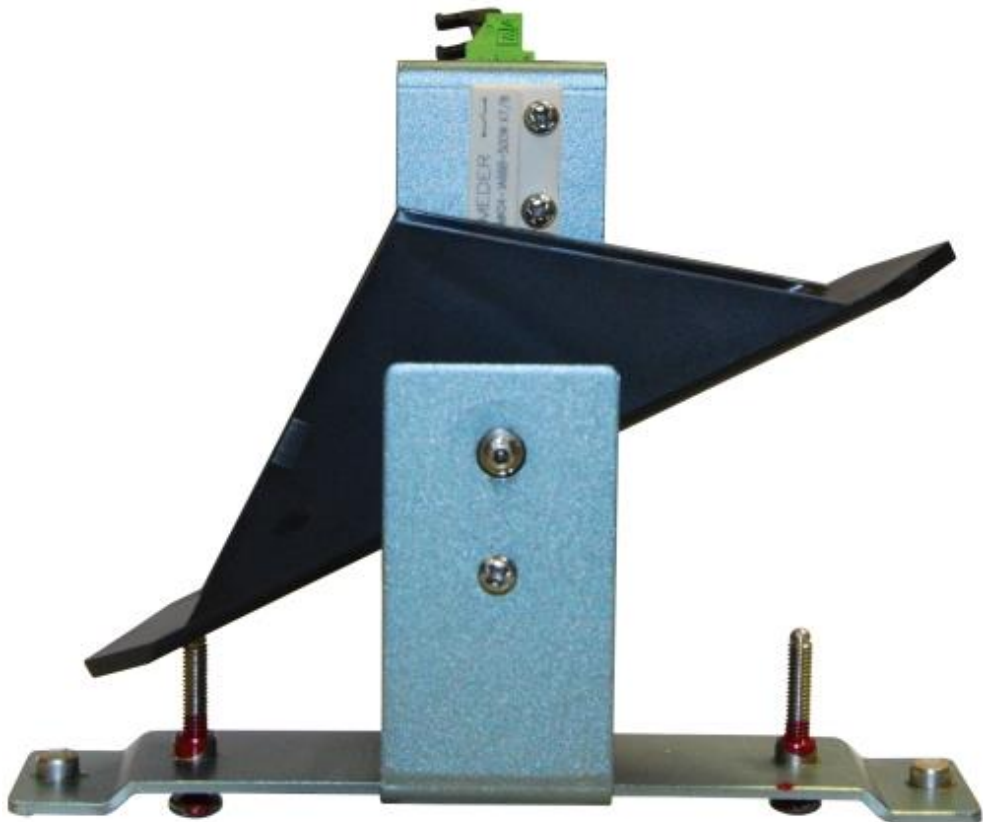


Figura 3-4: Pluviógrafo de doble cubeta basculante (fuente: www.tecnologiayambiente.com.ar)

3.2. SISTEMA DE CAPTACIÓN PLUVIAL DE AGUA DE TECHO

La captación de agua de lluvia provenientes de techos de viviendas, establos, galpones, invernaderos y otras construcciones deben destinarse prioritariamente al consumo humano y utilización doméstica, por sus buenas características de calidad, normalmente mejor que el agua captada en otras estructuras.

Los techos por su condición generalmente impermeable, producen un volumen de esorrentía cercano al volumen de lluvia. El hecho de que estén en posición elevada e inclinada facilita la captación y almacenamiento del agua. Canaletas colocadas en la parte inferior del plano inclinado recogen la esorrentía del techo y, por una tubería, la conducen hacia la estructura de almacenamiento, generalmente estanques o cisternas, de donde el agua es retirada para su utilización.

Los cuatro factores importantes para el diseño de sistemas de captación de aguas lluvias son los siguientes: precipitación pluvial (cantidad, frecuencia y distribución), área de captación, capacidad de almacenamiento y demanda de agua. De estos factores solamente la precipitación pluvial queda fuera del control por parte del hombre.



Figura3-5: Sistema captor de aguas lluvia aplicada (fuente: cdoc.economiafamiliar.gob.ni)

3.2.1. Elementos del sistema de captación de agua de techo

- Techo:

El techo es el componente más importante del sistema. Debe ser de material impermeable, liso y uniforme (sin deformidades) para que el coeficiente de esorrentía sea elevado (mayor 0,8 u 80%). En las zonas rurales, los materiales constructivos varían bastante. Los más comunes son: lámina galvanizada, lámina de asbesto (con restricciones en gran cantidad de países) y tejas de arcilla o concreto. Mientas que en zonas urbanas los materiales más comunes son el zinc, teja y plástico.



Figura 3-6: Techo de vivienda unifamiliar (fuente: construcción-materiales.adharaweb.com.ar)

- Canaletas:

Las canaletas son las estructuras que se colocan en la parte donde termina el techo para captar el agua que escurre y cae por el declive y conducirla al lugar de almacenamiento. Las canaletas deben tener las siguientes características:

- Dimensiones adecuadas al volumen de esorrentía
- Pendiente uniforme hacia el tubo de conducción
- Suficiente estructura de apoyo para soportar el peso del agua cuando este bajo plena carga
- Ser mantenidas limpias, sin impedimentos al desplazamiento del agua
- Boca de salida suficiente para el caudal máximo

Los materiales más comunes para las canaletas son el metal, bambú y PVC. Estos canales deben ubicarse cercanos a la parte baja del techo y deben tener pendientes entre 1% y 2% para asegurar la fluidez del agua al momento de la lluvia.



Figura 3-7: Canaleta de techo (fuente: www.archiexpo.com)

- Interceptor de agua o filtro:

El interceptor es un dispositivo de descarga de las primeras aguas, es decir, la lluvia que cae durante los primeros minutos, provenientes del lavado del techo y que contiene todos los materiales que en él se encuentren en el momento del inicio de la lluvia. Este dispositivo impide que el material indeseable ingrese al estanque de almacenamiento y así, de este modo, minimizar la contaminación del agua almacenada y de la que vaya a almacenarse posteriormente.

En el diseño del dispositivo se debe tener en cuenta que el volumen de agua requerido para lavar el techo se estima en 1 litro por cada metro cuadrado de techo.

Otra opción para la limpieza del agua recolectada es la instalación de un filtro antes de la entrada del estanque, aunque también puede resultar una opción complementaria a la del interceptor de primeras aguas. Los filtros pueden adquirirse en el comercio especializado o hacerse de forma artesanal con grava, arena y carbón.

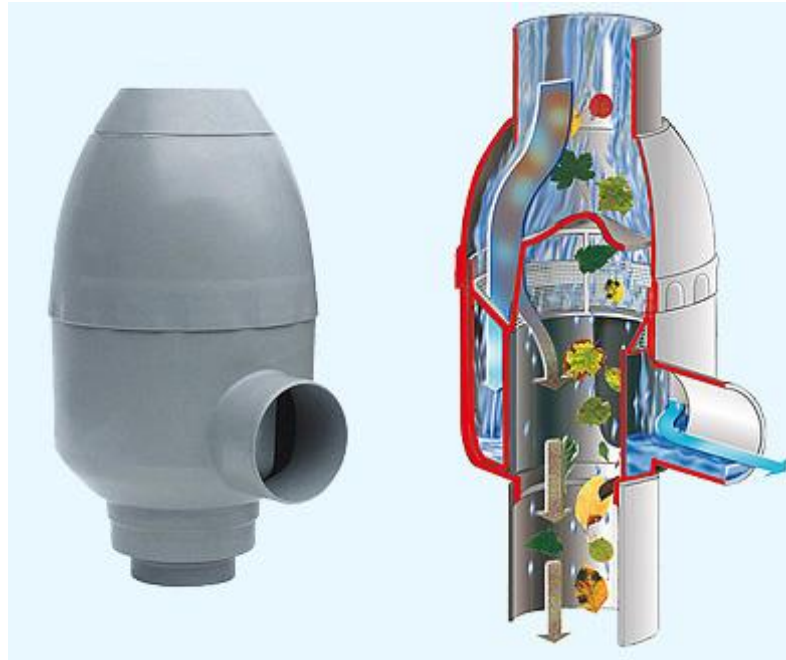


Figura 3-8: Filtro de aguas lluvia (fuente: www.alquienvas.com)

- Almacenamiento:

Es la obra destinada a almacenar el volumen de agua de lluvia necesaria para el consumo diario de las personas beneficiadas con este sistema, en especial durante los periodos de baja o nula precipitación.

La unidad de almacenamiento debe ser duradera y al efecto debe cumplir con las especificaciones siguientes:

- Impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo, evaporación o transpiración
- De no más de 2 metros de altura para evitar las sobrepresiones
- Dotado de tapa para evitar el ingreso de polvo, insectos y la luz solar
- Disponer de una escotilla con tapa sanitaria lo suficientemente grande como para que permita el ingreso de una persona para la limpieza y reparaciones necesarias (solo en el caso que el estanque sea de un gran volumen de almacenaje)



Figura 3-9: Estanque de agua (fuente: www.portaldecampo.cl)

3.3. **VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN**

3.3.1. Ventajas de un sistema de captación

- Requiere una baja cantidad de mantenimiento. Se deben limpiar las tuberías y los estanques manualmente. Se deben limpiar las tuberías y estanques anualmente, lo que suele limitarse a quitar hojas, tierra, y otras suciedades. Los filtros deben ser inspeccionados cada tres meses y los estanques una vez al mes para observar si tienen rajaduras o filtraciones.
- Los techos son estructuras inherentes a las casas, edificios y construcciones similares, por lo que su costo no se ve reflejado mayormente en la inversión que requiere el proyecto a menos que requiera una intervención mayor.
- La calidad del agua captada a través de estos sistemas generalmente suelen ser mayor a la de otros sistemas de captación o abastecimiento, siendo altamente comprables a la calidad del agua potable.
- El agua de lluvia es una fuente de agua limpia, de bajo contenido en sales minerales, bajo costo y no contaminada.

- Los proyectos de este tipo son altamente sustentables. En algunos casos llegan a ser autosuficientes, aunque en la mayoría de los casos en zonas urbanas sirven de apoyo al sistema regular de agua potable.

3.3.2. Desventajas de un sistema de captación

- Las precipitaciones suelen ser difíciles de predecir, por lo que nunca se sabe con certeza cuanto volumen de agua se tendrá disponible en los días, semanas o meses posteriores, por lo que la incertidumbre puede resultar la principal desventaja para un proyecto como este.
- La posible contaminación del agua con desechos de aves y/o animales, además de posibles restos de los mismos que puedan estar presentes en los techos aptos para la captación puede ser un problema, por lo que la capacidad de filtrado en un proyecto de estas características es de suma importancia y toma una gran relevancia.
- Los proyectos de estas características pensados para lugares o zonas con precipitaciones limitadas o con áreas de captación muy reducidas puede resultar no lo suficientemente rentables debido a los bajos volúmenes de agua que serían recopilados.
- Los costos de materiales para la implementación de estos proyectos, como estructuras de apoyo, canalización, almacenamiento y filtrado pueden representar un costo muy elevado para algunas familias u organizaciones pequeñas de bajos recursos económicos.

3.4. OTROS SISTEMAS DE CAPTACIÓN PLUVIAL

La captación de precipitaciones generalmente es utilizada para el abastecimiento domiciliario y para el consumo humano, pero existen otros casos donde la instalación de un sistema de recolección de aguas lluvias va de la mano con una necesidad diferente, como puede ser el abastecimiento animal o bien la necesidad de agua para la agricultura a pequeña o gran escala. Como existen diferentes necesidades para un sistema de captación, existen también diferentes formas de recolección y almacenamiento.

3.4.1. Reservorios o embalses

- Reservorio excavado:

Almacena gran parte del agua debajo del nivel original de suelo. Se construyen en terrenos relativamente planos y donde hay sitios adecuados para construir una represa. Se puede llenar, tanto con agua de escorrentía como por la infiltración de agua subterránea en la excavación.

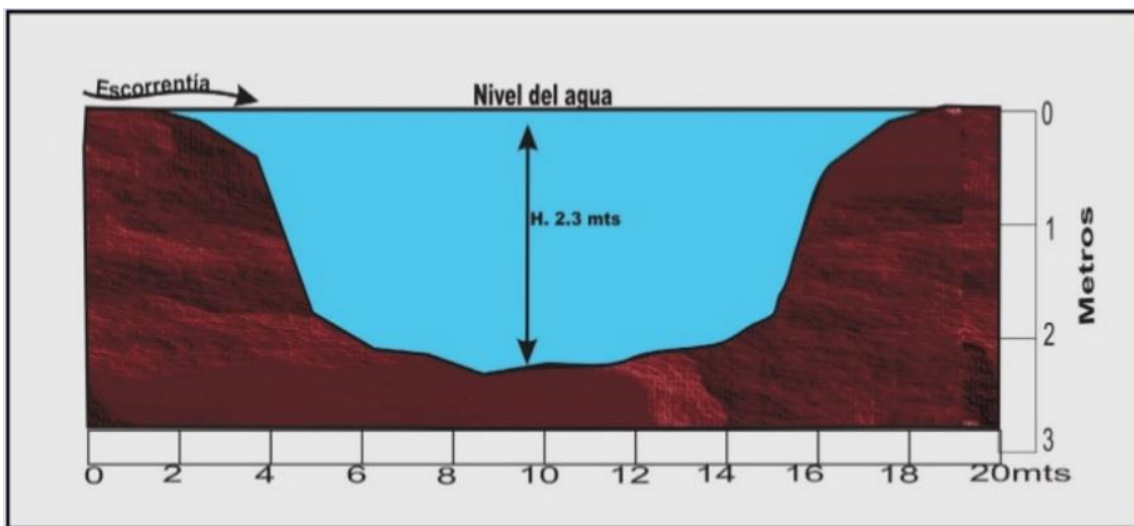


Figura 3-10: Reservorio excavado (fuente: www.es.slideshare.net/manual-reservorios-en-pdf-27-sept3)

- Reservorio de estanque:

Este tipo de reservorio es muy similar al excavado, con la diferencia que el nivel del agua se puede llevar por encima del suelo, mediante la construcción de paredes, principalmente de concreto. Se recomienda para zonas donde otros materiales de construcción no se encuentren disponibles. Cuando los suelos no son arcillosos, el piso se puede revestir con concreto, plástico o geomembrana de PVC.



Figura 3-11: Reservorio de estanque (fuente: www.solostocks.com.co)

- Reservorio de dique represa:

Los embalses de represa almacenan gran parte del agua por encima de la superficie original de terreno. Se construyen en áreas con pendientes suaves a moderadas y donde la represa se puede levantar transversalmente a una depresión. El embalse se llena con agua de escorrentía.

Se considera que un estanque es de represa, cuando la profundidad del agua embalsada encima de la superficie sobrepasa los 90 centímetros.

El reservorio dique represa con revestimiento es necesario cuando los suelos no son arcillosos y se tiene una alta infiltración de agua. Los principales tipos de revestimientos son plástico y geomembrana de PVC.

La variante con gaviones se puede utilizar donde hay suficiente piedra para armar el dique. En este caso, no es necesario hacer movimientos de tierra en la depresión natural donde se construye el reservorio.

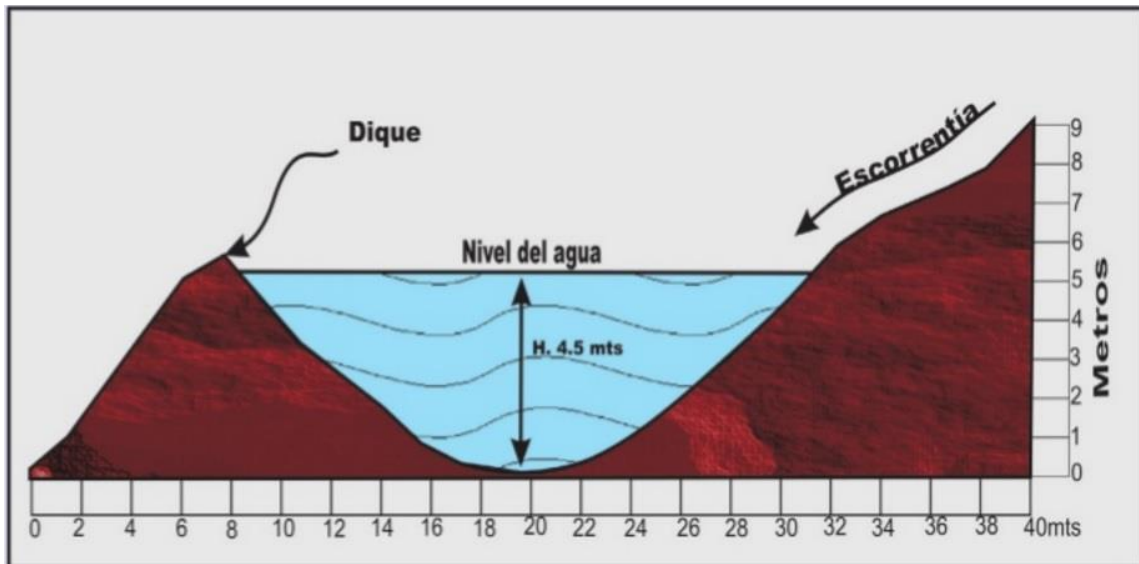


Figura 3-12: Reservorio de dique represa (fuente: www.es.slideshare.net/manual-reservorios-en-pdf-27-sept3)

3.5. FACTOR DE ESCORRENTÍA

La escorrentía superficial de un aguacero puede compararse con la precipitación caída, es decir el factor o coeficiente de escorrentía dicta el porcentaje o la proporción de agua que puede ser aprovechable para su recepción, lo cual se enmarca en el cociente entre la cantidad de agua recopilada y la cantidad de agua caída.

Para todo efecto el factor o coeficiente de escorrentía puede tomar valores comprendidos entre cero y uno.

$$0 \leq C \leq 1$$

En el caso de la lluvia, su intensidad resulta fundamental en el proceso de producción de escorrentía superficial. No así para el granizo o la nieve, pues es la velocidad de fusión la que regula el fenómeno.

Para determinar factores de escorrentía en superficies como tierra cultivada, pastizales, vegas de ríos, bosques, grava, etc. Se utilizan diversos métodos y múltiples tipos de cálculo, aunque también existen tablas con valores muy aproximados, los cuales han sido producto del estudio profundo de todos estos métodos.

En cuanto a factores de escorrentía en techumbres, los valores varían entre 0,7 y 0,9. Para el caso de techos de calamina metálica como los que se hallan presentes en las instalaciones del gimnasio de la USM son de 0,8, es decir, que en una precipitación donde se recolecte agua de lluvia, del total caído solo el 80% en promedio será lo que

llegue a los estanques, el otro 20% tiende a perderse por factores como salpicadura o rebote de las gotas, el viento, etc.

3.6. TIPOS DE FILTRO

Previo a la entrada en los depósitos de acumulación, las aguas pluviales deben ser filtradas para evitar la entrada de suciedad en los depósitos de almacenaje que pueden causar averías de funcionamiento del sistema y/o empeorar la calidad del agua almacenada. Los filtros que sirven para el agua de lluvia procedente de tejados y techos no pueden limpiar correctamente las aguas contaminadas.

Se pueden distinguir los filtros de acuerdo a su ubicación:

- Filtro de bajante
- Filtro para estanque
- Filtro de instalación individual

O bien de acuerdo a su principio de funcionamiento:

- Filtros auto limpiantes
- Filtros de acumulación
- Filtros de purificación

3.6.1. Filtros auto limpiantes

Los filtros de bajante auto limpiantes, como lo dice su nombre, van ubicados en las bajantes de agua, la función de estos filtros es separar hojas o grandes sedimentos que pueda arrastrar el caudal de agua de los techos. También existen filtros auto limpiantes de instalación individual que pueden ir dispuestos antes del estanque sin necesidad de que sea en una bajante.

La mayoría de las veces para los sistemas de captación de aguas lluvias estos artefactos funcionan más como un pre-filtro que como un filtraje definitivo debido a que no son capaces de capturar partículas de menor tamaño, además de no poder purificar el agua como es debido para uso doméstico.

Características:

- **Rendimiento:** Entre 80% y 90%
- **Mantenimiento:** Mínimo
- **Capacidad:** Baja



Figura 3-13: Filtro auto limpiante 1 (fuente: www.aguadelluvia.es)

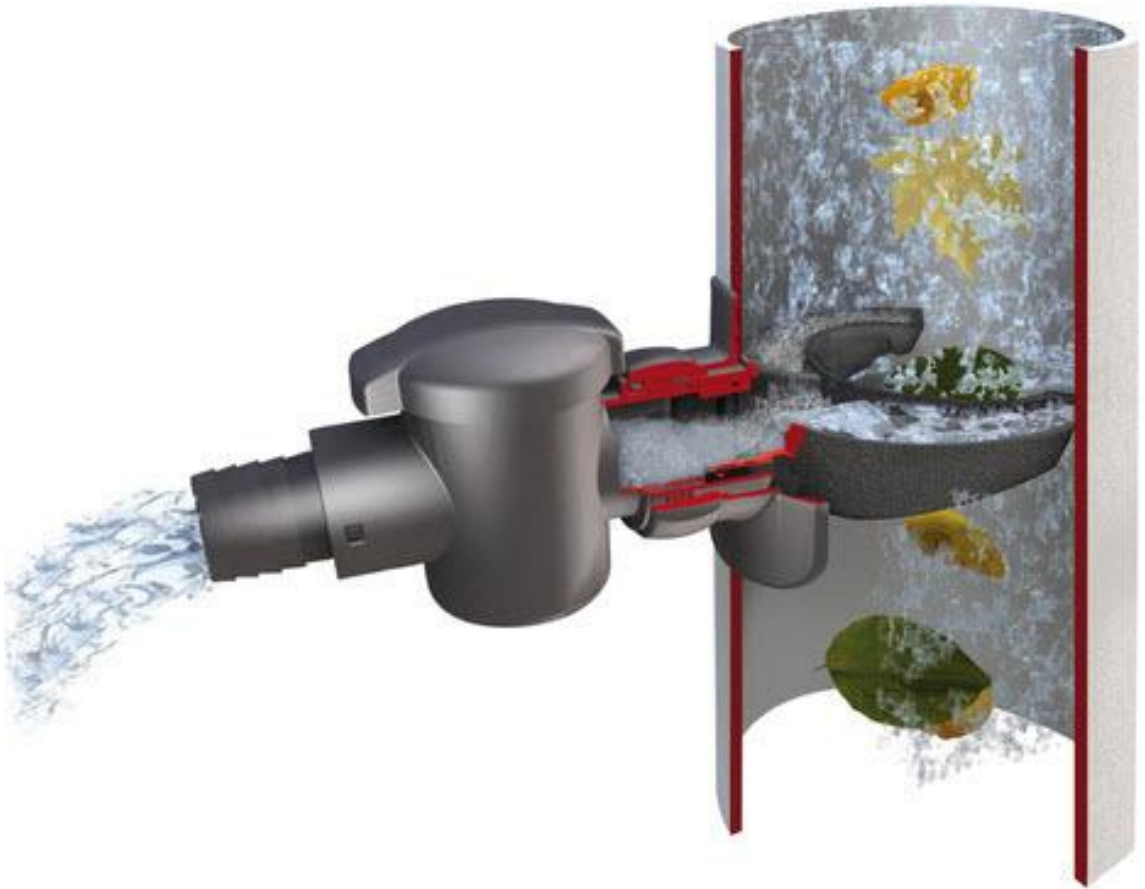


Figura 3-14: Filtro auto limpiante 2 (fuente: www.logismarket.es)

3.6.2. Filtros de acumulación

Este tipo de filtros funcionan mediante la retención de impurezas, generalmente quedan atrapadas en alguna especie de malla, en donde luego en la mayoría de los casos deben ser retiradas manualmente para su limpieza y así evitar obstrucciones y reducción en la eficiencia de filtrado, por lo que consecuentemente, su nivel de mantención requerido es mayor al de un filtro auto limpiante.

Características:

- **Rendimiento:** Entre 95% y 100%
- **Mantenimiento:** Alto
- **Capacidad:** Alta



Figura 3-15: Filtro de acumulación (fuente: www.msc-agua.com)

3.6.3. Filtros de carbón activado

El carbón activado o carbón activo es un material con poros menores a 2 nanómetros de diámetro que atrapa compuestos, principalmente orgánicos, presentes en un gas o líquido. Lo hace con tal efectividad que es el purificante más usado por el ser humano.

Los compuestos orgánicos se derivan del metabolismo de los seres vivos, y su estructura básica consiste en cadenas de átomos de carbono e hidrógeno. Entre ellos se encuentran todos los derivados del mundo vegetal y animal, incluyendo el petróleo y los compuestos que se obtienen de él.

La adsorción de partículas se debe a la diferencia de carga molecular entre las partículas de carbón activo y las moléculas orgánicas. Debido a que muchos contaminantes que pueden estar en el agua tienen una carga positiva, ellos serán atraídos por la carga eléctrica negativa del carbón activado. También, ya que el carbón activado tiene una superficie grande, puede atraer y retener a la mayoría de los contaminantes orgánicos que pasan.

Los principales usos del carbón activado son:

- Potabilización del agua, ya que el carbón activado retiene plaguicidas, grasas, aceites, detergentes, sub productos de la desinfección, toxinas, compuestos originados por la descomposición de algas y vegetales o por el metabolismo de animales.
- Deodorización y purificación del aire, por ejemplo, en respiradores de cartucho, sistemas de recirculación de aire en espacios públicos, venteos de drenaje y plantas de tratamiento de aguas, casetas de aplicación de pinturas, espacios que almacenan o aplican solventes orgánicos.
- Tratamiento de personas con intoxicación aguda.
- Refinación del azúcar, debido a que el carbón retiene las proteínas que le dan color al jugo de caña, esto evita que el azúcar fermente y se eche a perder.
- Decoloración de aceites vegetales.
- Decoloración y deodorización de bebidas alcohólicas.
- Recuperación del oro (el oro que no se puede separar de los minerales por los procesos de flotación, se disuelve en cianuro de sodio y se adsorbe en carbón activado).



Figura 3-16: Filtro de carbón activado (fuente: www.inquinat.cl)



Figura 3-17: Carbón activado (fuente: www.nosslin.es)

3.7. PERDIDAS DE CARGA

El flujo de un líquido en una tubería viene acompañado de una pérdida de energía, que suele expresarse en términos de energía por unidad de peso del fluido circulante, que se denomina pérdida de carga y que tiene dimensiones de longitud.

Estableciendo la ecuación de energía entre dos secciones de una tubería (Primer principio de la termodinámica: $Q-W=\Delta E$), se tiene:

$$Q - (W_{eje} + W_{viscosidad} + W_{flujo}) = m \left(\frac{v_2^2}{2} + gz_2 + u_2 \right) - m \left(\frac{v_1^2}{2} + gz_1 + u_1 \right)$$

Considerando un proceso adiabático ($Q=0$), sin trabajo técnico entre las dos secciones ($W_{eje}=0$), y teniendo en cuenta que para el flujo de líquidos, se puede suponer flujo incompresible ($\rho=\text{cte}$) y sin variación de energía interna ($u_1=u_2$), y además en régimen estacionario en una tubería de sección constante, la velocidad media no se modifica en cada sección ($v_1=v_2$); con todo lo anterior se obtiene:

$$-(W_{viscoso} + W_{flujo}) = mg(z_2 - z_1)$$

El trabajo de flujo entre las dos secciones, viene determinado por:

$$W_{flujo} = p_2 V_2 - p_1 V_1 = p_2 \frac{m}{\rho} - p_1 \frac{m}{\rho} = m \frac{p_2 - p_1}{\rho}$$

Al trabajo consumido por los esfuerzos viscosos, se le suele denominar energía perdida ($W_{viscoso} = E_p$). Al término de energía perdida por unidad de peso se le denomina pérdida de carga h_p , que con las consideraciones anteriores tiene la expresión:

$$h_p = \frac{E_p}{mg} = (z_1 - z_2) + \frac{p_1 - p_2}{\rho g}$$

En el caso de las tuberías horizontales, la pérdida de carga se manifiesta como una disminución de presión en el sentido del flujo.

La pérdida de carga está relacionada con otras variables fluido dinámicas según el tipo de flujo, laminar o turbulento. Además de las pérdidas de cargas lineales (a lo largo de los conductos), también se producen perdidas de carga singulares en puntos concretos como codos, ramificaciones, válvulas, etc.

3.7.1. Pérdidas de carga lineales

Las pérdidas lineales son las producidas por las tensiones viscosas originadas por la interacción entre el fluido circulante y las paredes de la tubería. En un tramo de tubería de sección constante la pérdida de carga, además de por un balance de energía como lo anteriormente desarrollado, se puede obtener por un balance de fuerzas en la dirección del flujo: fuerzas de presión + fuerzas de gravedad + fuerzas de rozamiento viscoso = 0; lo que lleva a la ecuación:

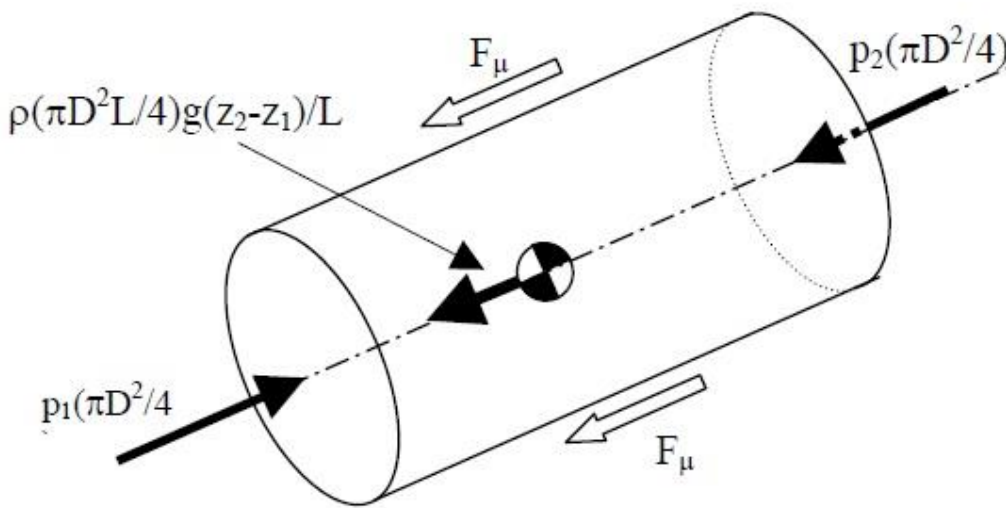


Figura 3-18: Equilibrio de fuerzas en una tubería (fuente: Pérdidas de Carga, Curso 2004-2005, Universidad de Oviedo)

$$E_p = F_u L = \rho \frac{\pi D^2}{4} L g \left[(z_1 - z_2) + \frac{p_1 - p_2}{\rho g} \right] = m g \left[(z_1 - z_2) + \frac{p_1 - p_2}{\rho g} \right]$$

$$h_p = (z_1 - z_2) + \frac{p_1 - p_2}{\rho g}$$

Las características de los esfuerzos cortantes son muy distintas en función de que sea flujo laminar o turbulento. En el caso del flujo laminar, las diferentes capas de fluido discurren ordenadamente, siempre en dirección paralela al eje de la tubería y sin mezclarse, siendo el factor dominante en el intercambio de cantidad de movimiento (esfuerzos cortantes) la viscosidad. En el flujo turbulento, en cambio, existe una continua fluctuación tridimensional en la velocidad de las partículas (también en otras magnitudes intensivas como la presión o la temperatura), que se superpone a las componentes de la velocidad. Este es el fenómeno de la turbulencia, que origina un fuerte intercambio de cantidad de movimiento entre las distintas capas del fluido, lo que da unas características especiales a este tipo de flujo.

El tipo de flujo, laminar o turbulento, depende del valor de la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas, es decir del número de Reynolds Re :

$$Re = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{VD}{\mu/\rho} = \frac{(4Q/\pi D^2)}{v} = \frac{4Q}{\pi Dv}$$

En donde: ρ es la densidad del fluido, V es la velocidad media, D es el diámetro de la tubería, μ es la viscosidad dinámica o absoluta del fluido, v es la viscosidad cinemática del fluido y Q es el caudal circulante en la tubería. Cuando $Re < 2000$ el flujo es laminar. Si $Re > 4000$ el flujo se considera turbulento. Entre $2000 < Re < 4000$ existe una zona de transición.

En régimen laminar, los esfuerzos cortantes se pueden calcular de forma analítica en función de la distribución de la velocidad en cada sección (que se puede obtener a partir de las ecuaciones de Navier-Stokes), y las pérdidas de carga lineales, se pueden obtener con la llamada ecuación de Hagen-Poiseuille (realizaron ensayos sobre flujo laminar hacia 1840), en donde se tiene una dependencia lineal entre la pérdida de carga y el caudal:

$$h_{pl \text{ laminar}} = \frac{32\mu Lv}{\rho g D^2} = \frac{128\mu L}{\rho g \pi D^4} Q$$

En régimen turbulento, no es posible resolver analíticamente las ecuaciones de Navier-Stokes. No obstante, experimentalmente se puede comprobar que la dependencia entre los esfuerzos cortantes y la velocidad es aproximadamente cuadrática, lo que lleva a la ecuación de D'arcy-Weisbach:

$$h_{pl} = f \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g} = \dots = \frac{8f}{g\pi^2} \frac{L}{D^5} Q^2$$

En donde f es un numero adimensional, denominado *factor de fricción* o *factor de D'arcy*, que en general es en función del número de Reynolds y la rugosidad relativa de la tubería.

En régimen laminar también es válida la ecuación de D'arcy-Weisbach, en donde el factor de fricción depende exclusivamente del número de Reynolds, y se puede obtener su valor:

$$f_{laminar} = \frac{64}{Re}$$

En régimen turbulento el factor de fricción depende, además del número de Reynolds, de la rugosidad relativa: $\varepsilon_r = \varepsilon/D$; en donde ε es la rugosidad de la tubería, que representa las alturas promedio de las irregularidades de la superficie interior de la tubería. Según pusieron de relieve Prandtl y von Karman, esa dependencia está determinada por la relación entre la rugosidad y el espesor de la subcapa limite laminar, que es la zona de la capa limite turbulenta, directamente en contacto con la superficie interior de la tubería; en esta subcapa las fuerzas viscosas son tan grandes frente a la inercia (debido al alto gradiente de velocidad) que el flujo en ella es localmente laminar. Cuando el espesor de la subcapa limite laminar es grande respecto a la rugosidad, la tubería puede considerarse lisa y el factor de fricción solo depende del número de Reynolds, según la expresión empírica (Prandtl, 1935):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Para números de Reynolds grandes (régimen turbulento completamente desarrollado) la importancia de la subcapa límite laminar disminuye frente a la rugosidad, y el coeficiente de fricción depende solo de la rugosidad relativa (von Karman, 1938):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon_r}{3,7} \right)$$

Colebrook y White (1939) combinaron las ecuaciones de von Karman y de Prandtl, y propusieron una única expresión para el factor de fricción que puede aplicarse en todo el régimen turbulento:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon_r}{3,7} + \frac{2,51}{Re\sqrt{f}} \right)$$

Esta ecuación tiene el inconveniente de que el factor de fricción no aparece de forma explícita, y debe recurrirse al cálculo numérico para su resolución. No obstante, en un principio sin la herramienta del cálculo numérico, Moody desarrollo un diagrama que lleva su nombre, a partir de la ecuación de Colebrook, en donde se muestra una familia de curvas de isorugosidad relativa, con las que se determina el factor de fricción a partir de la intersección vertical del número de Reynolds, con la isocurva correspondiente.

3.7.2. Pérdidas singulares

Las pérdidas singulares son producidas por cualquier obstáculo colocado en la tubería y que suponga una mayor o menor obstrucción al paso del flujo: entradas y salidas en las tuberías, codos, válvulas, cambios de sección, etc. Normalmente son pequeñas en comparación con las perdidas lineales, salvo que se traten de válvulas muy cerradas. Para su estimación se utiliza la siguiente expresión:

$$h_{ps} = K_L \frac{v^2}{2g} = \dots = K_L \frac{8}{g\pi^2 D^4} Q^2$$

Donde h_{ps} es la pérdida de carga en la singularidad, que se supone proporcional a la energía cinética de valor promedio del flujo; la constante de proporcionalidad, K_L es el denominado coeficiente de pérdidas singulares.

Otra forma de cálculo es considerar el efecto de las pérdidas singulares como una longitud adicional a la tubería. Por comparación de las ecuaciones, *la longitud equivalente* se relaciona con el coeficiente de pérdidas singulares mediante:

$$L_e = K_L \frac{D}{f}$$

Existen nomogramas, que permiten estimar las longitudes equivalentes para los casos de elementos singulares más comunes, en función del diámetro de la tubería. En realidad, además del diámetro, la longitud equivalente depende del coeficiente de fricción, pero este no se suele contemplar en estos nomogramas, por lo que el cálculo es solo aproximado.

3.7.3. Combinación de tuberías

En una instalación de transporte de fluidos, pueden encontrar tuberías acopladas en serie, en paralelo o como una combinación de ambas. En las tuberías en serie, el caudal que circula por ellas es el mismo, y la pérdida de carga total es suma de la de cada una, por lo que se puede considerar como una única tubería cuyo término resistente es la suma de los términos individuales. Se define resistencia de una tubería al factor que multiplicado por el cuadrado del caudal nos da la pérdida de carga:

$$k = f \frac{L}{D^5} \frac{8}{\pi^2 g}$$

$$h_{p \text{ total}} = \sum_i h_{pi} = \left(\sum_i k_i \right) Q^2$$

Cuando dos o más tuberías se colocan en paralelo, el caudal circulante total es la suma de los caudales individuales, pero la pérdida de carga entre los extremos es la misma para todas las tuberías. Las ecuaciones que rigen las tuberías en paralelo son:

$$Q_{total} = \sum_i Q_i$$

$$h_p = k_1 Q_1^2 = k_2 Q_2^2 = \dots = k_i Q_i^2$$

3.8. NECESIDADES DE CONSUMO DE AGUA EN DUCHAS

Determinar las necesidades y demandas de agua para las duchas del gimnasio de la Universidad es de vital importancia para efectuar los cálculos y dimensionamiento de este proyecto.

La cantidad de agua necesaria de almacenamiento viene a ser determinada mediante la cantidad de personas que utilizan las dependencias del gimnasio en una cierta cantidad de tiempo, en este caso, serán por periodos diarios. Posteriormente mediante datos recopilados se sabrá cuánta agua es necesaria por medio de tasas promedio de consumo por cada persona para luego determinar los consumos mensuales. A partir de estos datos se dimensionará el sistema.

Según datos recopilados desde el departamento de deportes de la casa de estudios, entre actividades formativas, ramas y talleres el total semanal (de lunes a viernes) de personas que utilizan las dependencias del gimnasio es de 402 estudiantes. De esta manera al determinar un promedio semanal de personas basados en los días hábiles nos da un valor de 80,4 personas por día (redondeando en 80), el cual va a ser un importante dato base para trabajar el proyecto.

Basándose en criterios de consumos previamente estudiados, se pueden determinar de manera simple todo el consumo proyectado a través de las cifras y tablas, como la que se muestra a continuación.

CRITERIO DE CONSUMO	LITROS/DÍA	
VIVIENDAS UNIFAMILIARES	40	POR PERSONA
VIVIENDAS MULTIFAMILIARES	30	POR PERSONA
HOSPITALES Y CLINICAS	80	POR CAMA
HOTELES (4 ESTRELLAS)	100	POR CAMA
HOTELES (3 ESTRELLAS)	80	POR CAMA
HOTELES/HOSTALES (2 ESTRELLAS)	60	POR CAMA
CAMPINGS	60	POR EMPLAZAMIENTO
HOSTALES/PENSIONES (1 ESTRELLA)	50	POR CAMA
RESIDENCIAS (ANCIANOS, ESTUDIANTES, ETC.)	80	POR CAMA
VESTUARIOS/DUCHAS COLECTIVAS	20	POR SERVICIO
ESCUELAS	5	POR ALUMNO
CUARTELES	30	POR PERSONA
FABRICAS Y TALLERES	20	POR PERSONA
OFICINAS	5	POR PERSONA
GIMNASIOS	DE 30 A 40	POR USUARIO
LAVANDERIAS	DE 5 A 7	POR KILO DE ROPA
RESTAURANTES	DE 8 A 15	POR COMIDA
CAFETERIAS	2	POR ALMUERZO

Tabla 3-1: Criterios de consumo en diversas instalaciones (fuente: Libro: Instalación de paneles solares térmicos)

De esta manera se calculan los consumos diarios de las instalaciones mediante la siguiente expresión:

Consumos = Promedio personas diario × Consumo de agua por persona

3.9. SELECCIÓN DE ESTANQUES

En un sistema de captación pluvial es de tremenda importancia la elección de la unidad de almacenamiento. El o los estanques deben ser capaces de contener una gran masa de agua, suficiente para poder dar satisfacción a los requerimientos del sistema en ciclos con lapsos considerables, además, deben poder limitarse a un espacio determinado de ser necesario y compatibilizar ambas facetas (almacenamiento y espacio).

La selección de un estanque debe de hacerse tomando en cuenta los requerimientos y condiciones a las que será sometido el sistema de captación. Lo anterior se determina tomando en cuenta los siguientes parámetros.

- Área de captación pluvial
- Datos de precipitaciones, consiguiendo historiales o elaborar modelos si es preciso

- Requerimientos de agua a los cuales se verá sometido el sistema
- Capacidad de transporte del fluido si es que ya se encuentra disponible
- Espacio disponible para la instalación de un estanque

Tomando en cuenta los parámetros anteriormente descritos se puede llegar a una estimación clara de las capacidades de almacenamiento necesario para dar un funcionamiento óptimo al sistema de captación pluvial.

3.10. SELECCIÓN DE BOMBA

La bomba en un sistema hidráulico es de vital importancia debido a que otorga la energía motriz al fluido con el cual se trabajará. Pero este elemento no debe ser elegido sin tomar en consideración las condiciones de trabajo a las cuales será sometido, estas condiciones son múltiples y variadas y deben ser tomadas en cuenta para que el funcionamiento de la bomba y por lo tanto, de todo el sistema sea óptimo. Las condiciones más importantes a tomar en cuenta suelen ser los materiales de tuberías y su diámetro, diferencia de cota entre el punto de succión y la cota de la bomba, la cota de elevación a partir de la descarga, el tipo y cantidad de singularidades presentes, etc.

Para seleccionar la bomba necesaria hay que determinar las pérdidas de carga del sistema, en este sentido, es importante detallar los tipos de pérdidas de carga presentes en los sistemas hidráulicos.

3.10.1. Pérdidas de carga regulares

Como se mencionó anteriormente las pérdidas de carga regulares corresponden a las que se generan a partir del roce del fluido con las paredes de las tuberías que lo transportan. La forma más común de calcular las pérdidas de carga regulares es con la siguiente expresión.

$$h_l = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

h_l : Pérdidas de carga regulares [m]

f : Coeficiente de pérdida correspondiente al material de la tubería

L : Distancia de la tubería donde circula el fluido [m]

D: Diámetro de la tubería donde circula el fluido [m]

v: Velocidad media del fluido en la línea [m/s]

g: Aceleración de gravedad (9,8 [m/s²])

3.10.2. Pérdidas de carga singulares

Las pérdidas de carga singulares son las que se producen debido a elementos que se instalan en la línea tales como codos, reducciones, filtros, válvulas, etc.

Tales pérdidas se definen por la siguiente expresión.

$$h_k = K \times \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

h_k : Pérdidas de carga singulares [m]

K: Coeficiente de pérdida correspondiente al tipo de singularidad

v: Velocidad media del fluido en la línea [m/s]

g: Aceleración de gravedad (9,8 [m/s²])

3.10.3. Ecuación de Bernoulli

Una vez determinadas las pérdidas de carga totales en la línea es necesario determinar la altura manométrica necesaria que la bomba debe aportar al sistema para que este funcione de la manera correcta.

Para esto es necesario aplicar la ecuación de conservación de la energía en donde se deben mantener en equilibrio las cantidades de energía presentes en dos puntos del sistema, lo que está representado por la siguiente expresión.

$$\beta_2 = \beta_1 - \sum \Delta_{regulares} - \sum \Delta_{singulares} + H_{bomba}$$

En la expresión se aprecia que β_1 y β_2 son los valores de la ecuación de Bernoulli en los puntos 1 y 2 respectivamente, la expresión de Bernoulli se expresa de la siguiente manera.

$$\beta = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

P: Presión del fluido en el punto especificado

γ : Densidad del fluido

Z: Altura de cota relativa

v: Velocidad media del fluido

g: Aceleración de gravedad (9,8 [m/s²])

Tomando en cuenta lo anterior la ecuación de conservación de la energía quedaría de la siguiente manera.

$$\beta_2 = \beta_1 - \sum \Delta_{regulares} - \sum \Delta_{singulares} + H_{bomba}$$

$$\frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - \sum \Delta_{reg} - \sum \Delta_{sing} + H_{bomba}$$

$$H_{bomba} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} - \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \sum \Delta_{reg} + \sum \Delta_{sing}$$

Después de conocida la altura manométrica se podrá proceder a seleccionar una bomba que cumpla con el requisito.

CAPÍTULO 4: DISEÑO DE SOLUCIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE CAPTACIÓN

Desde el principio el proyecto estaba pensado como un sistema complementario del sistema de abastecimiento de agua potable otorgada por la empresa de suministro. Para tales motivos se había determinado utilizar las dos superficies más grandes de la techumbre del gimnasio de la Sede, los cuales en la teoría nos daban una superficie útil de 956,02 [m²], sin embargo, por motivos técnicos referidos a las canalizaciones de aguas lluvias del mismo gimnasio, se optó por utilizar uno de los paños, y una parte del segundo, lo que nos llevó al siguiente patrón de superficie.



Figura 4-1: Área demarcada para la captación (fuente: www.google.com/maps)

Tomando en cuenta la totalidad del área demarcada se llega a un total de 636 [m²].

4.2. **MODELO DE SIMULACIÓN**

Anteriormente se analizaron y se recopilaron los datos necesarios para armar una base del proyecto (ubicación, área de captación, precipitaciones anuales, consumos de agua, etc.), con ello se puede comenzar a elaborar una idea de las dimensiones que requerirá el sistema completo. Pero la forma más efectiva de estructurar la idea y dimensionar el conjunto es efectuando una simulación de condiciones lo más cercano a la realidad y con un espectro de datos amplio y lo más detallado posible.

Por los motivos anteriormente expuestos es que se ha realizado una simulación del proyecto en forma teórica, el cual es basado en todo el año 2015 (VER ANEXO 2). La idea es poder saber cuánta agua se podría recopilar a lo largo del año, la simulación no especifica una capacidad límite de acumulación, el motivo de esto es que al saber el espectro completo de acumulación sabremos cuanta capacidad de estanques es prudente aplicar.

La simulación enmarca los datos necesarios para comprender claramente las condiciones del proyecto, precipitaciones diarias, área de captación total, la eficiencia de captación (lo que se capta respecto a lo que llueve), litros captados, consumos y reservas.

Cabe destacar que la simulación responde a una continuidad a partir de los años 2012, 2013, 2014 y 2015, solo por razones prácticas se enmarca solamente el tramo del año 2015. Es por aquello que al día 1 de enero ya se encuentran acumuladas reservas de agua.

Para ampliar el espectro de condiciones los consumos y reservas fueron determinados en 80, 90 y 100 personas diarias por separado.

Los datos de precipitaciones diarias corresponden a los entregados por el departamento de climatología de la Dirección Meteorológica de Chile.

En base a todos los datos recopilados y cotejados anteriormente se pueden determinar cifras de reserva a lo largo del año como promedios y cantidades máximas las cuales son las siguientes.

	CONSUMO 80 PERSONAS	CONSUMO 90 PERSONAS	CONSUMO 100 PERSONAS
PROMEDIOS RESERVA 2015 (L)	8.788,58	5.583,21	4.178,14
MAXIMO RESERVA 2015 (L)	46.009,60	33.434,88	28.789,76

Tabla 4-1: Promedios y máximos del proyecto (fuente: Microsoft Excel 2010)

4.2.1. Diagrama de acumulación, distribución y consumo

En el siguiente diagrama se señala la estructura del cauce del recurso hídrico desde la captación hasta los consumos.

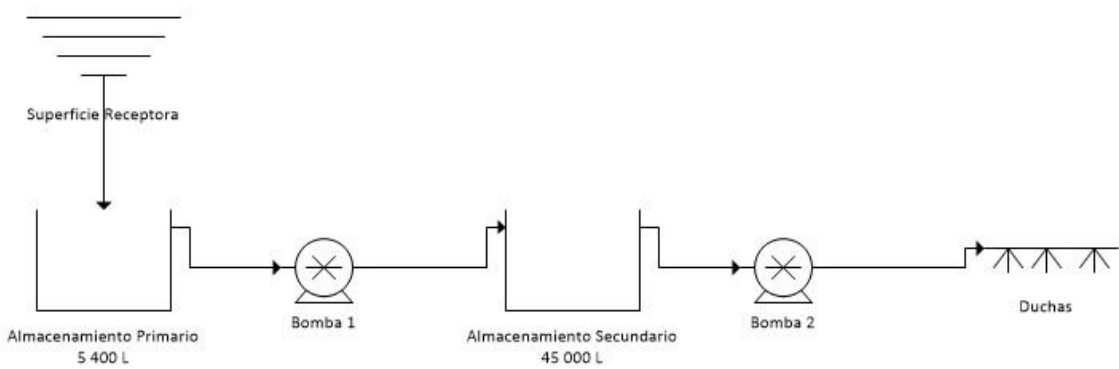


Figura 4-2: Diagrama de acumulación, distribución y consumo (fuente: Microsoft Visio 2010)

4.3. SELECCIÓN DE ESTANQUE FINAL

Tomando en cuenta los datos de máxima reserva tomados a partir del modelo de captación pluvial del año 2015, se puede obtener una idea clara de las capacidades de almacenamiento necesarios para dar cumplimiento a los requerimientos de los consumos de forma complementaria.

Según los datos recopilados anteriormente la cantidad de personas que utilizan el gimnasio diariamente es de 80 personas, con la intención de sobre dimensionar el proyecto para darle mayor alcance se calcularon los datos de consumos y reservas con 90 y 100 personas diarias, por lo tanto, el dato que más se acerca a la realidad es la fluctuación entre las 80 y 90 personas diarias. Como se puede observar, los datos de máxima reserva van desde los 33 000 Litros hasta los 46 000 Litros aproximadamente.

Además se analizó el tema del espacio necesario para instalar el o los estanques, en este caso se determinó un espacio de 10 metros de largo por 5,5 metros de ancho debido a las dimensiones de las fosas sépticas que se usarán para el almacenamiento (VER ANEXO 6)

Tomando en cuenta todo lo anterior es que se optó por tres fosas sépticas horizontales de 15.400 Litros (volumen útil de 15.000 Litros), con un largo de 9.260 [mm] y un ancho de 1.390 [mm] cada una.



Figura 4-3: Fosa séptica horizontal (fuente: www.bioplasticchile.cl)

Con estos tres estanques se logra una capacidad de almacenamiento de 45.000 Litros.

4.4. SELECCIÓN DE ESTANQUE DE PASO

Ya seleccionado los estanques de almacenamiento final hay que considerar la selección de un estanque primario de paso que reciba toda el agua proveniente de los paños del tejado del gimnasio. A partir de este estanque se irá trasladando volúmenes de agua hacia los estanques secundarios definitivos por un sistema de bombeo a intervalos que se definirán mediante las cotas mínimas y máximas en el estanque primario que se definirán más adelante.

Como este estanque primario es solo de paso no se selecciona de la misma manera que los estanques secundarios debido a que no almacenarán el agua de forma definitiva, sin embargo, no debe ser ni muy pequeño ni de demasiada capacidad, esto debido a que si es de muy poco volumen el estanque llegará a su cota máxima demasiado rápido, por lo tanto, los intervalos de trabajo estarán demasiado juntos y la bomba trabajará muchas veces y de forma poco continua. Ahora bien, si el estanque es demasiado grande sucederá lo contrario y los intervalos de trabajo estarán muy distanciados uno del otro, lo que no genera un problema para el sistema de bombeo, pero mantendrá demasiada cantidad de agua antes de llegar a la cota máxima que es donde se trasladará el agua del estanque primario al secundario, lo cual no ayuda al correcto funcionamiento del sistema.

Para este propósito se seleccionó un estanque vertical reforzado de 5.400 Litros de capacidad, fabricado en polietileno con una altura de 1.950 [mm], un diámetro superior de 2.089 [mm] y un diámetro inferior de 1.670 [mm]



Figura 4-4: Estanque vertical (fuente: www.bioplasticchile.cl)

4.4.1. Modelo de simulación de situación crítica

A partir de esta elección se elaboró un segundo modelo de simulación más específico. En esta ocasión se tomó una semana de situación crítica, para así poder determinar el comportamiento del sistema de almacenaje y en especial como se comportaría el estanque primario. Para esta simulación se tomó en consideración la semana que comprende desde el lunes 2 al domingo 8 de junio del año 2014, cabe destacar que durante esa semana se registraron según los datos de la DMC 142 milímetros de agua caída, lo que tomando en cuenta los datos históricos recopilados de los años 2012, 2013, 2014 y 2015 es algo que sale totalmente del promedio semanal (VER ANEXO 1).

Además del estanque primario de 5.400 Litros, se consideró en la teoría una bomba centrífuga de alto caudal de 1 HP de potencia que utiliza energía eléctrica monofásica de 220 Volt a 750 Watts y que mueve un caudal máximo de 500 [l/min] o 30 [m³/h].

Con esta simulación se logró determinar que bajo estas condiciones de lluvia, dimensión de almacenamiento primario y capacidad de bombeo, el sistema de circulación funciona en intervalos constantes y con lapsos considerables, siendo el intervalo de funcionamiento más corto de 30 minutos.

Apartado

Los datos de precipitaciones para efectos de esta simulación fueron tomados de la estación meteorológica de Punta de Parra ubicada en la comuna de Tomé de la VIII región del Biobío.

4.5. DIÁMETRO INTERNO MÍNIMO DE LÍNEA COLECTORA

La línea colectora serán las tuberías que recogerán el agua de lluvia a partir del tejado del gimnasio y la guiarán al estanque primario.

Según el fabricante para la selección del diámetro interno de la tubería es necesario conocer el caudal y la velocidad media del fluido y viene dado por la siguiente expresión.

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

Dónde:

d: Diámetro interno de la tubería [mm]

Q: Caudal del fluido [m³/h]

v: Velocidad media del fluido [m/s]

Para este caso en particular la velocidad media del agua de lluvia dada por el fabricante es de 0,9 [m/s].

Para determinar el caudal se recurrió a analizar la situación más desfavorable, en este caso el momento de mayor lluvia y por ende, el mayor caudal de captación dentro de la semana del 2 al 8 de junio de 2014. La situación más crítica dentro del espectro se dio el día 3 de junio de 2014 entre las 6:30 am y las 6:45 am ya que durante esos 15 minutos precipitaron 7,9 milímetros dando un caudal de captación de 16,08 [m³/h]

Fecha/Hora	PP (mm)	Área de captación (m²)	Eficiencia	Total captado	Caudal de captación (l/min)	Caudal de captación (m³/h)
03-06-2014 6:45	7,9	636	0,8	4019,52	267,968	16,07808

Tabla 4-2: Situación más crítica de simulación (fuente: Microsoft Excel 2010)

Con estos parámetros ya podemos determinar el diámetro interno mínimo de la tubería de la línea colectora.

$$d = 18,8 \sqrt{\frac{16,08}{0,9}}$$

$$d = 79,47 \text{ [mm]}$$

4.6. SELECCIÓN DE BOMBA

Para el proceso de selección de la bomba de circulación se tomará en consideración la simulación de situación crítica mencionada anteriormente, en aquel apartado se comentó que se había elegido una bomba centrífuga de alto caudal de 1 HP y con un caudal máximo de 30 [m³/h].



Figura 4-5: Bomba Centrífuga de alto caudal (fuente: www.sodimac.cl)

Según el fabricante es una electrobomba ideal para el riego agrícola por su alto caudal de 500 [l/min], lo que también puede ser conveniente para el llenado de piscinas y estanques, además de otras aplicaciones domésticas.

Tomando en cuenta todo lo anterior es que se optó por seleccionar esta bomba para el traslado de agua desde el estanque primario a los estanques secundarios, debido a que tal requerimiento no necesita de una alta presión en las líneas sino más bien de un alto caudal que es lo que nos entrega este equipo. Sin embargo, de todas maneras se deben

realizar los cálculos de equilibrio de energía para verificar que la bomba cumple con los requerimientos.

4.6.1. Ecuación de Bernoulli

Para determinar los requerimientos del equipo de bombeo en cuestión, primero es necesario tener en cuenta algunos datos sobre el sistema.

Primero destacar que la cota mínima a la que funcionará el estanque primario será de 0,48 [m], esta medida será cuando la bomba deje de hacer circular el fluido desde el estanque primario al secundario.

En segunda instancia es necesario especificar algunos otros datos acerca del funcionamiento de la línea.

- Coeficiente de pérdida lineal (PVC): 0,009
- Velocidad media de las aguas lluvias: 0,9 [m/s]
- Longitud de la línea de descarga: 16,4 [m]
- Diámetro de la descarga: 2" (0,0508 [m])

Además la línea de descarga contará con dos codos.

- Coeficiente de pérdida (codo 90°): 0,75

También destacar que el punto 1 se ubicará en la cota mínima del estanque primario (0,4875 [m]) y el punto 2 se ubicará en la salida de la línea de descarga al almacenamiento definitivo en los estanques secundarios. Con toda esta información ya podemos establecer Bernoulli.

$$\beta_2 = \beta_1 - \sum \Delta_{reg} - \sum \Delta_{sing} + H_{bomba}$$

Luego se descompone β_1 y β_2

$$\frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} - \sum \Delta_{reg} - \sum \Delta_{sing} + H_{bomba}$$

Tomando en consideración que el punto 2 no está presurizado ya que se halla a presión atmosférica $P_2=0$.

La salida de la línea de descarga se encuentra a la misma cota que la bomba, por lo tanto, $Z_2=0$.

$P_1=0$ debido a que el punto 1 tampoco se encuentre presurizado, solo a presión atmosférica.

El punto 1 (cota mínima E_1) no posee velocidad al momento de la descarga (es despreciable) por lo que $v_1=0$.

Tomando en cuenta lo anterior la expresión queda de la siguiente manera.

$$\frac{v_2^2}{2g} = Z_1 - \sum \Delta_{reg} - \sum \Delta_{sing} + H_{bomba}$$

$$H_{bomba} = \frac{v_2^2}{2g} - Z_1 + \sum \Delta_{reg} + \sum \Delta_{sing}$$

Debido a que ya conocemos prácticamente todas las variables solo nos resta saber las pérdidas de carga regulares y singulares.

Pérdidas de carga regulares.

$$h_l = 0,009 \times \frac{16,4 [m]}{0,0508 [m]} \times \frac{0,9^2 \left[\frac{m}{s} \right]}{2 \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}$$

$$h_l = 0,009 \times \frac{16,4 [m]}{0,0508 [m]} \times \frac{0,81 \left[\frac{m^2}{s^2} \right]}{19,6 \left[\frac{m}{s^2} \right]}$$

$$h_l = 0,12 [m]$$

Pérdidas de carga singulares.

$$h_K = 2 \times 0,75 \times \frac{0,9^2 \left[\frac{m}{s} \right]}{2 \times 9,8 \left[\frac{m}{s^2} \right]}$$

$$h_K = 2 \times 0,75 \times \frac{0,81 \left[\frac{m^2}{s^2} \right]}{19,6 \left[\frac{m}{s^2} \right]}$$

$$h_K = 0,062 [m]$$

Con lo anterior ya podemos determinar el H_{bomba} .

$$H_{bomba} = 0,041 [m] - 0,4875 [m] + 0,12 [m] + 0,062 [m]$$

$$H_{bomba} = -0,2645 [m]$$

Con este resultado la ecuación da cuenta que la bomba no necesita inyectar presión al sistema, ya que esta se abastece solo gracias a la columna de agua del estanque primario (E_1), para este caso particular la bomba solo nos otorgará el caudal necesario para evacuar las aguas lluvias desde el estanque primario a los secundarios.

4.7. SELECCIÓN DE FILTRO

Otro punto importante en un sistema hidráulico y sobre todo en un sistema de captación pluvial es la selección de un filtro de agua, este filtro tendrá la tarea de retener cualquier elemento que arrastre el caudal de captación a partir del tejado del gimnasio, para así evitar que ingresen a la bomba y provoque algún daño en ella.

Para tal propósito se escogió un filtro de captación pluvial con extensión telescópica cuya mantención se debe realizar 1 o 2 veces en el año.



Figura 4-6: Filtro de captación pluvial (fuente: www.3ptechnik.de)

El filtro irá situado previo al estanque de acumulación primario y su entrada y salida irán conectadas mediante tuberías DN 100 (VER ANEXO 10) según detalla la siguiente imagen.

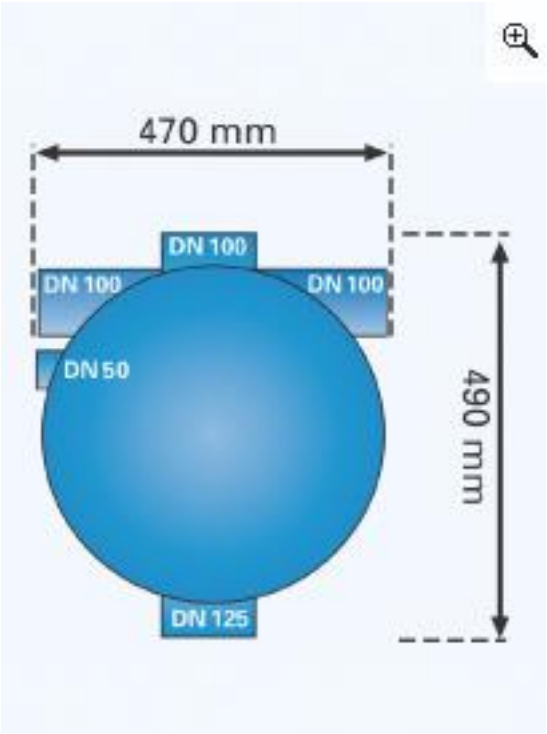


Figura 4-7: Dimensiones filtro (fuente: www.3ptechnik.de)

4.8. SELECCIÓN DE SENSORES

Algo importante en un sistema que pretenda ser automatizado es que las entradas de datos sean correctas, en este caso las entradas de datos corresponderán a los niveles presentes en los estanques los que retroalimentarán el sistema para así darle continuidad. Para este sistema se escogió un sensor de nivel el cual permite mantener una cuenta de la cantidad de agua presente en los estanques de forma exacta.



Figura 4-8: Sensor de nivel ultrasónico (fuente: www.omega.com)

4.9. **SELECCIÓN DE PLC**

Un PLC (Programmable Logic Controller por sus siglas en inglés o Controlador Lógico Programable en español) es un dispositivo de estado sólido diseñado para controlar procesos secuenciales que se ejecutan en un ambiente industrial, es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrollan procesos de producción y controlan su trabajo.

Como se puede deducir de la definición, el PLC es un sistema porque contiene todo lo necesario para operar y es industrial por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles que se encuentran en la industria.

Un PLC realiza, entre otras, las siguientes funciones:

- Recoger datos de las fuentes de entrada a través de las fuentes digitales y/o analógicas.
- Tomar decisiones en base a criterios programados
- Almacenar datos en la memoria
- Generar ciclos de tiempo
- Realizar cálculos necesarios para ejecutar acciones de salida
- Actuar sobre los dispositivos externos mediante las salidas analógicas y/o digitales.
- Comunicarse con otros sistemas externos

Un PLC se distingue de otros controladores automáticos, en que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros controladores (como un programador o control de la llama de una caldera, que solamente puede controlar un tipo específico de aparato).

Además de poder ser programados, son automáticos, es decir, son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas para mantener la rutina de operación de dicha máquina.

En este proyecto será necesaria la incorporación de un sistema de control PLC para regular y automatizar las operaciones, que serán detalladas a continuación (para vista más detallada ver anexos).

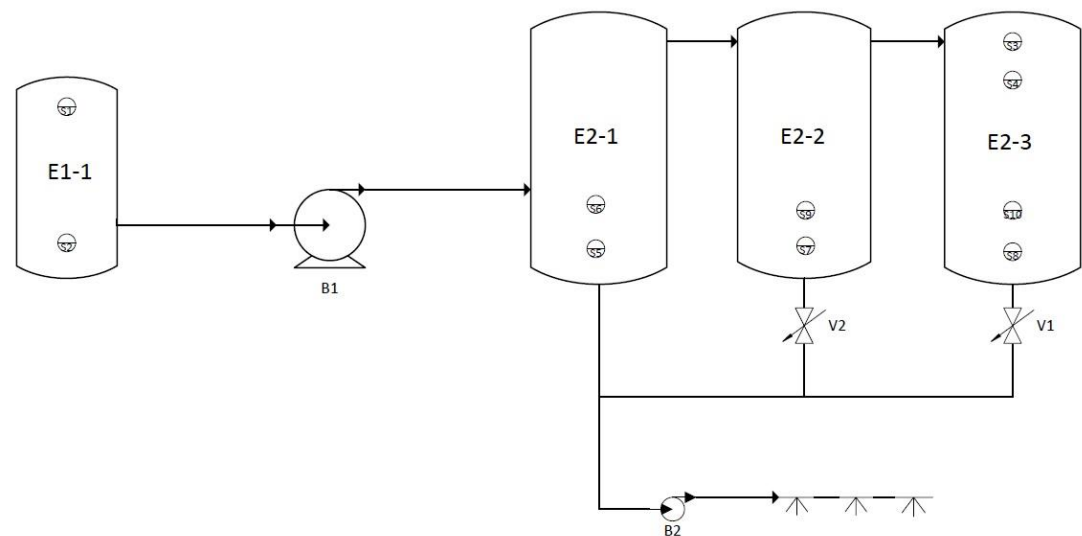


Figura 4-9: Esquema de estanques (fuente: Microsoft Visio 2010)

El estanque primario (E1-1) funciona como estanque de recepción, el cual mediante el sensor de nivel tendrá un nivel mínimo de 450 [mm] (S2) y un nivel máximo de 1 600 [mm] (S1).

Los estanques secundarios (E2-1, E2-2 y E2-3) funcionarán como estanques de almacenamiento final, funcionando con un llenado escalonado, es decir, si el estanque E2-1 se llena el volumen de agua que siga entrando pasará al estanque E2-2, si se llena este último entonces también por rebalse el agua pasará al estanque E2-3 hasta que eventualmente todos lleguen a estar a tope.

En caso de que el nivel del estanque E1-1 llegue a su nivel máximo (S1) la bomba 1 (B1) comenzará a funcionar, trasladando el volumen de agua al estanque E2-1. En el momento en que el estanque E1-1 llegue a su nivel mínimo (S2) la bomba 1 (B1) dejará de funcionar.

En el momento en que el estanque E2-1 llegue al nivel de cota S6, la bomba 2 (B2) que es una bomba de circulación tendrá permiso para ponerse en marcha mientras sea requerido por los consumos.

En el momento en que el estanque E2-3 llegue a su cota máxima (S3) se dará por entendido que el almacenamiento secundario está a tope por lo que la bomba 1 (B1) ya no podrá ponerse en funcionamiento al menos hasta que el nivel de agua llegue a S4.

Las cotas S7 y S8 servirán para dar la orden de cierre de las válvulas V2 y V1 respectivamente.

Las cotas S9 y S10 servirán para dar la orden de apertura de las válvulas V2 y V1 respectivamente.

En el momento en que el estanque E2-1 llegue a su cota mínima (S5) la bomba 2 de circulación (B2) ya no tendrá permiso para funcionar al menos hasta que el nivel de dicho estanque llegue hasta S6

Lo anterior se explica de forma gráfica en el siguiente diagrama de flujo.

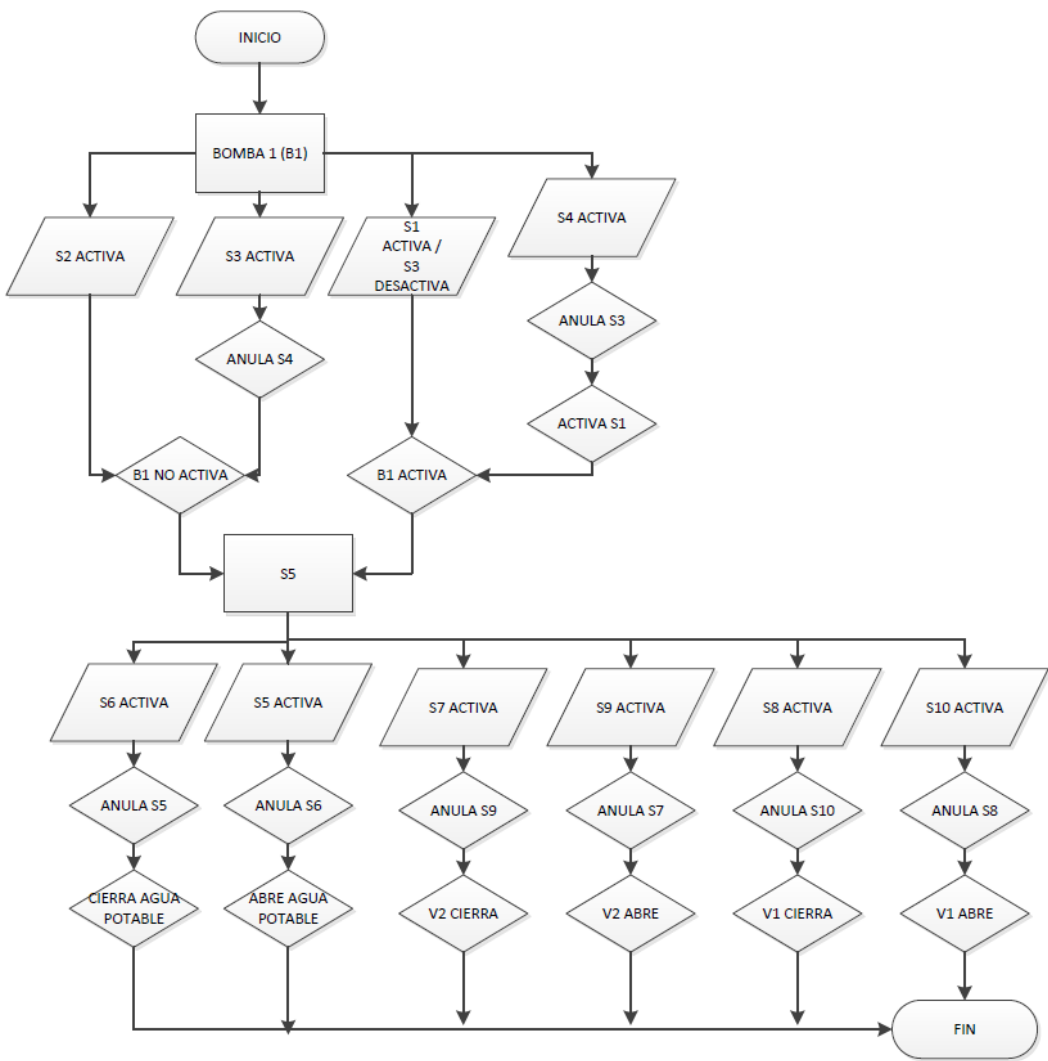


Figura 4-10: Diagrama de flujo sistema automatizado (fuente: Microsoft Visio 2010)

En base a todo lo anteriormente expuesto es que se optó por elegir un PLC de la marca MITSUBISHI ELECTRIC que posee 12 entradas y 8 salidas suministrado por la empresa RHONA.



Figura 4-11: PLC Mitsubishi Electric 12 entradas / 8 salidas (fuente: www.rhona.cl)

CAPÍTULO 5: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

El estudio técnico consiste en analizar y verificar la factibilidad técnica de todos los aspectos del proyecto involucrados, para así confirmar que todo lo que se calculó y seleccionó en el capítulo anterior esta correcto y pueda ser aplicado.

Por otra parte la evaluación económica consiste en analizar los costos totales que abarca el proyecto en cuanto a materiales e instalaciones requiere, además de indagar en posibles ahorros en los costos, para este caso particular verificar cuanto es lo que se puede ahorrar en consumo de agua potable.

5.1. TAMAÑO Y CAPACIDAD DEL PROYECTO

El tamaño y capacidad del proyecto comprende tales características específicas en la teoría del diseño.

Las características especificadas corresponden a las capacidades de producción y se condicen con los resultados obtenidos a partir del capítulo anterior.

ÁREA INTERVENIDA	636 [m²]
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENAMIENTO (E1 + E2)	47 700 [L]
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO PRIMARIO (E1)	2 700 [L]
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO FINAL (E2)	45 000 [L]
PERDIDAS DE CARGA REGULARES	0,12 [m]
PERDIDAS DE CARGA SINGULARES	0,062 [m]
PERDIDAS DE CARGA TOTALES	0,182 [m]
CAUDAL DE BOMBEO	30 [m³/h]
POTENCIA BOMBA	1 HP
AUTONOMIA DEL SISTEMA (E2)	12,5 días
AUTONOMIA DEL SISTEMA (E1+E2)	13,25 días

Tabla 5-1: Tamaño y capacidad del proyecto (fuente: Microsoft Excel 2010)

Como se mencionó, los datos de la ficha fueron tomados a partir del capítulo anterior, a excepción de los datos de autonomía los cuales se determinan mediante los consumos diarios especificados en el marco teórico.

5.2. BAJADAS DE AGUA Y LINEA COLECTORA

5.2.1. Bajadas de agua

La canalización no se encuentra contemplada dentro del proyecto, sin embargo, sería importante contextualizar y detallar las condiciones en las que se deberán intervenir.

En el gimnasio el paño de techo del lado sur ya se encuentra canalizado con sus respectivas bajadas de agua.



Figura 5-1: Bajadas de agua necesarias (fuente: www.google.cl/maps)

Las bajadas de agua del sector sur del gimnasio son tres, cada una de estas bajadas de agua va a piso y se encuentran conectadas por canaletas entre sí, las tres bajadas se hallan a diferentes distancias. La primera bajada (1) con la segunda (2) están a 14 metros de distancia, mientras que la segunda (2) con la tercera (3) están a 16,8 metros de distancia.

5.2.2. Pendiente de la línea colectora

La pendiente de la línea colectora es un aspecto importante para darle una correcta circulación y evacuación de las aguas lluvias a los estanques de almacenamiento.

En comparación las pendientes de las canaletas de aguas lluvias poseen pendientes de 0,7% a 1%, no se les da una mayor inclinación solamente por motivos estéticos.

En el caso de la línea colectora se puede utilizar el mismo nivel de inclinación, pero al darle una mayor pendiente se conseguirá también una mayor eficacia en el traslado de agua, por lo tanto, las pendientes de las líneas colectoras deben variar como promedio entre el 2% y 3% inclusive hasta un 5% dependiendo de la necesidad.

5.3. LOCALIZACIÓN

Respecto a las condiciones climáticas de la región del Biobío, se define entre un clima templado mediterráneo cálido y un clima templado húmedo. Estas condiciones permiten el desarrollo de una vegetación muy particular y diferente de las otras regiones del país, sin embargo, al sur, la influencia mediterránea cambia a oceánica. Al interior y al sur se deja sentir la influencia lluviosa, llegando a más de 2 400 mm de precipitaciones concentradas en invierno. Hacia la pre cordillera, el clima frío presenta una alta oscilación térmica, con un promedio de 1 850 mm de precipitaciones. En el sector costero predomina un clima mediterráneo con influencia oceánica.

En la provincia de Concepción el clima es, a grandes rasgos, templado marítimo con influencia mediterránea, su temperatura media anual es de 9,1°C, y la máxima anual llega comúnmente circundando los 20°C. La temperatura promedio en verano es de 17°C, mientras que en invierno se llega a una media de 8°C.

Considerando la latitud de la ciudad. Las oscilaciones térmicas son moderadas, esto se debe a la cercanía del sector con el Océano Pacífico.

Las precipitaciones en la ciudad se presentan, en su gran mayoría, por medio de agua lluvia. El resto corresponde a granizo. El período entre mayo y agosto corresponde al de mayor nivel de agua caída. Durante el año caen 1 110 mm promedio. Esto hace que la humedad relativa promedio de Concepción llegue a un 66,5%.

5.4. **EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Es importante conocer el valor total del proyecto, conociendo los valores de los materiales, estanques, filtro, bomba, etc.

5.4.1. Estanque primario

El estanque primario es el primer receptor de aguas lluvias, su capacidad volumétrica nominal es de 5 400 litros. El valor comercial unitario del estanque es de \$631 990 cuyo dato es obtenido del sitio web del fabricante (Bioplastic Chile).

5.4.2. Estanques secundarios

Luego de la recepción primaria de las aguas lluvias están serán desplazadas a su almacenamiento final el que será en tres estanques (fosas sépticas) cuya capacidad volumétrica nominal es de 15 400 litros (15 000 litros reales). Para fines relacionados con la eficacia del proyecto se necesitarán 3 de estos estanques. El valor unitario de cada estanque es de \$1 890 990 cuyo dato es obtenido del sitio web del fabricante (Bioplastic Chile). El valor de los 3 estanques necesarios para el proyecto asciende a \$5 672 970.

5.4.3. Bombas

El bombeo del agua desde el estanque primario a los estanques secundarios se hará mediante la acción de una bomba centrífuga de alto caudal la cual tiene un valor de \$205 990, el dato fue obtenido del sitio web de Sodimac.

Para la inyección de agua hacía las duchas se instalará una bomba de circulación que tiene un valor de \$54 590, el dato fue obtenido del sitio web de Sodimac.

5.4.4. Sensores

En cuanto a sensores, se cotizó un sensor de nivel, debido a que el proyecto contempla 4 estanques se requerirán la misma cantidad de sensores. Cada sensor tiene un valor de \$148 883 (USD 225) por lo que el costo total de los 4 sensores es de \$595 532, el dato fue obtenido desde el sitio web del fabricante (omega)

5.4.5. PLC

El PLC cotizado corresponde a uno de la marca MITSUBISHI ELECTRIC de 12 entradas y 8 salidas el cual posee un valor de \$153 221, el dato fue obtenido del sitio web de RHONA.

5.4.6. Costo total del proyecto

ITEM	UNIDADES	VALOR
ESTANQUE VERTICAL 5400 LITROS	1	\$ 631.990
FOSA SÉPTICA HORIZONTAL 15400 LITROS	3	\$ 5.672.970
BOMBA CENTRÍFUGA DE ALTO CAUDAL 1 HP	1	\$ 205.990
BOMBA DE CIRCULACIÓN 0,5 HP	1	\$ 54.590
SENSOR DE NIVEL	4	\$ 595.532
PLC 12 ENTRADAS/8 SALIDAS	1	\$ 153.221
COSTO TOTAL		\$ 7.314.293

Tabla 5-2: Costos totales del proyecto (fuente: Microsoft Excel 2010)

En la tabla anterior se puede observar el detalle de lo especificado en los valores, en donde el costo total asciende a \$7 314 293.

5.4.7. Retorno de la inversión

Tomando en consideración los aspectos económicos es importante determinar la tasa de retorno de la inversión hecha en este proyecto. Para este caso se calculará el retorno (en años) en base a la cantidad total de agua recolectada por año, como el dato es variable se hará un promedio entre los años 2013, 2014 y 2015 los cuales serán extraídos del modelo de simulación anteriormente mencionado.

- Total año 2013: 305 178 [L]
- Total año 2014: 499 031 [L]
- Total año 2015: 363 995 [L]
- **Promedio: 389 401 [L]**

En las cuentas de agua potable es posible determinar que el precio del litro de agua utilizado es alrededor de \$1 por litro, extrapolando este dato se puede decir que el ahorro de agua potable por año es de \$389 401 en promedio.

Conociendo lo anterior podemos decir que la tasa de retorno de la inversión del proyecto (\$7 314 293) es de 18,8 años.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El agua como recurso es de carácter esencial para las personas, además, el agua potable se ha transformado en un servicio básico, en un bien de comodidad para la urbe. Es por lo anterior que cada vez que se suspende el suministro de agua potable, por el motivo que sea, la población siente la falta del recurso.

Por otra parte se encuentran el valor económico del agua potable, que a pequeña escala puede ser sobrellevado de buena manera, pero que a una mediana o gran escala se transforma en un costo importante a considerar.

Es por las razones anteriormente expuestas que la ingeniería se pone a disposición y al servicio de las mejoras que requieran estos suministros, en este caso, desarrollando un proyecto que pueda proporcionar un suministro de apoyo, cuya materia prima será gratuita, lo que lo hace muy sustentable en el tiempo.

El sistema como tal es algo pequeño debido a que solo alimentará el gimnasio de la universidad, aunque esta idea puede ser replicada y/o ampliada para usos más exigentes y extensos lo que le traería muchos beneficios al abaratar costos de consumo de agua potable.

Finalmente se recomienda buscar métodos de ahorro en el consumo de agua potable, no solo en el ámbito específico de las duchas, que es lo que abarca este proyecto, sino también en lavamanos e inodoros y en lo posible en más edificios donde pueda implementarse un sistema como este de características similares adaptado a las necesidades que puedan requerirse.

BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DE ENERGÍA, SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS II Guía de diseño e instalación para grandes sistemas de agua caliente sanitaria, Santiago, Chile: Imprenta Maval Ltda. 2010. ISBN: 978-956-7469-25-3.

Jan Van Wambeke, CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. 2013. ISBN: 978-92-5-307580-5.

Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, MANUAL DE CAPTACIÓN Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA EXPERIENCIAS EN AMÉRICA LATINA, Santiago, Chile. 2000.

Dirección de Aeronáutica Civil. Climatología [En Línea]
<<http://164.77.222.61/climatologia/>>. [Consulta: Octubre 2016]

Ministerio de Agricultura. Agromet [En Línea]
<<http://www.agromet.cl/stationGraphics.php>>. [Consulta: Agosto 2016]

Dirección Meteorológica de Chile. Meteochile [En Línea]
<<http://www.meteochile.gob.cl>>. [Consulta: Julio 2016]

Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. FCFM [En Línea]
<<http://www.dgf.uchile.cl>>. [Consulta: Julio 2016]

ANEXOS

[ANEXO 1: ESTUDIO DE PRECIPITACIONES AÑOS 2013 Y 2014]

2013	ENERO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (%)	Total captado (L)	Consumos 80PLU	Reserva (Δ)	Consumos 90PLU	Reserva (Δ)	Consumos 100PLU	Reserva (Δ)
S	D	1	0,00	636	0,8	0,00	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87
		2	0,00	636	0,8	0,00	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87
		3	0,00	636	0,8	0,00	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87
		4	0,00	636	0,8	0,00	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87
		5	0,00	636	0,8	0,00	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87	0,00	37.556,87
		6	1,20	636	0,8	610,56	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		7	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		8	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		9	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		10	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
S	D	11	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		12	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		13	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		14	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		15	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		16	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		17	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		18	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		19	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		20	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
S	D	21	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		22	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		23	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		24	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		25	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		26	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		27	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43	0,00	38.167,43
		28	0,80	636	0,8	407,04	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
		29	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
		30	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
31	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47		

2013	FEBRERO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (s)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (s)	Consumos 90P(L)	Reserva (s)	Consumos 100P(L)	Reserva (s)
S	D	1	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
		2	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
		3	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
		4	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
		5	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
		6	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
		7	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
		8	0,00	636	0,8	0,00	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47	0,00	38.574,47
S	D	9	7,40	636	0,8	3.765,12	0,00	42.339,59	0,00	42.339,59	0,00	42.339,59
		10	0,20	636	0,8	101,76	0,00	42.441,35	0,00	42.441,35	0,00	42.441,35
		11	3,20	636	0,8	1.628,16	0,00	44.069,51	0,00	44.069,51	0,00	44.069,51
		12	0,00	636	0,8	0,00	0,00	44.069,51	0,00	44.069,51	0,00	44.069,51
		13	0,00	636	0,8	0,00	0,00	44.069,51	0,00	44.069,51	0,00	44.069,51
		14	0,00	636	0,8	0,00	0,00	44.069,51	0,00	44.069,51	0,00	44.069,51
		15	11,80	636	0,8	6.003,84	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35
		16	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35
S	D	17	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35
		18	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35
		19	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35
		20	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35
		21	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35	0,00	50.073,35
		22	0,40	636	0,8	203,52	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87
		23	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87
		24	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87
S	D	25	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87
		26	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87
		27	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87
		28	0,00	636	0,8	0,00	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87	0,00	50.276,87

[illegible]

2013	MAYO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
S D		1	19,40	636	0,8	9.870,72	3.200,00	6.670,72	3.600,00	6.270,72	4.000,00	5.870,72
		2	37,60	636	0,8	19.130,88	3.200,00	22.601,60	3.600,00	21.801,60	4.000,00	21.001,60
		3	0,20	636	0,8	101,76	3.200,00	19.503,36	3.600,00	18.303,36	4.000,00	17.103,36
		4	0,00	636	0,8	0,00	0,00	19.503,36	0,00	18.303,36	0,00	17.103,36
		5	0,00	636	0,8	0,00	0,00	19.503,36	0,00	18.303,36	0,00	17.103,36
		6	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	16.303,36	3.600,00	14.703,36	4.000,00	13.103,36
		7	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	13.103,36	3.600,00	11.103,36	4.000,00	9.103,36
		8	0,20	636	0,8	101,76	3.200,00	10.005,12	3.600,00	7.605,12	4.000,00	5.205,12
		9	14,20	636	0,8	7.224,96	3.200,00	14.030,08	3.600,00	11.230,08	4.000,00	8.430,08
		10	1,80	636	0,8	915,84	3.200,00	11.745,92	3.600,00	8.545,92	4.000,00	5.345,92
S D		11	0,00	636	0,8	0,00	0,00	11.745,92	0,00	8.545,92	0,00	5.345,92
		12	0,00	636	0,8	0,00	0,00	11.745,92	0,00	8.545,92	0,00	5.345,92
		13	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	8.545,92	3.600,00	4.945,92	4.000,00	1.345,92
		14	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	5.345,92	3.600,00	1.345,92	4.000,00	0,00
		15	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	2.145,92	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		16	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		17	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		18	10,20	636	0,8	5.189,76	0,00	5.189,76	0,00	5.189,76	0,00	5.189,76
S D		19	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.189,76	0,00	5.189,76	0,00	5.189,76
		20	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	1.989,76	3.600,00	1.589,76	4.000,00	1.189,76
		21	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		22	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		23	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		24	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		25	0,20	636	0,8	101,76	0,00	101,76	0,00	101,76	0,00	101,76
		26	21,00	636	0,8	10.684,80	0,00	10.786,56	0,00	10.786,56	0,00	10.786,56
		27	33,40	636	0,8	16.993,92	3.200,00	24.580,48	3.600,00	24.180,48	4.000,00	23.780,48
		28	8,40	636	0,8	4.273,92	3.200,00	25.654,40	3.600,00	24.854,40	4.000,00	24.054,40
		29	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	22.454,40	3.600,00	21.254,40	4.000,00	20.054,40
		30	14,80	636	0,8	7.530,24	3.200,00	26.784,64	3.600,00	25.184,64	4.000,00	23.584,64
		31	34,40	636	0,8	17.502,72	3.200,00	41.087,36	3.600,00	39.087,36	4.000,00	37.087,36

2013	JUNIO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (s)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
S	D	1	0,00	636	0,8	0,00	0,00	41.087,36	0,00	39.087,36	0,00	37.087,36
		2	1,20	636	0,8	610,56	0,00	41.697,92	0,00	39.697,92	0,00	37.697,92
		3	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	38.497,92	3.600,00	36.097,92	4.000,00	33.697,92
		4	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	35.297,92	3.600,00	32.497,92	4.000,00	29.697,92
		5	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	32.097,92	3.600,00	28.897,92	4.000,00	25.697,92
		6	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	28.897,92	3.600,00	25.297,92	4.000,00	21.697,92
		7	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	25.697,92	3.600,00	21.697,92	4.000,00	17.697,92
S	D	8	0,00	636	0,8	0,00	0,00	25.697,92	0,00	21.697,92	0,00	17.697,92
		9	0,00	636	0,8	0,00	0,00	25.697,92	0,00	21.697,92	0,00	17.697,92
		10	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	22.497,92	3.600,00	18.097,92	4.000,00	13.697,92
		11	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	19.297,92	3.600,00	14.497,92	4.000,00	9.697,92
		12	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	16.097,92	3.600,00	10.897,92	4.000,00	5.697,92
		13	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	12.897,92	3.600,00	7.297,92	4.000,00	1.697,92
		14	0,20	636	0,8	101,76	3.200,00	9.799,68	3.600,00	3.799,68	4.000,00	0,00
S	D	15	4,60	636	0,8	2.340,48	0,00	12.140,16	0,00	6.140,16	0,00	2.340,48
		16	0,00	636	0,8	0,00	0,00	12.140,16	0,00	6.140,16	0,00	2.340,48
		17	2,60	636	0,8	1.322,88	3.200,00	10.263,04	3.600,00	3.863,04	4.000,00	0,00
		18	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	7.063,04	3.600,00	263,04	4.000,00	0,00
		19	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	3.863,04	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		20	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	663,04	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		21	28,80	636	0,8	14.653,44	3.200,00	12.116,48	3.600,00	11.053,44	4.000,00	10.653,44
S	D	22	1,40	636	0,8	712,32	0,00	12.828,80	0,00	11.765,76	0,00	11.365,76
		23	0,00	636	0,8	0,00	0,00	12.828,80	0,00	11.765,76	0,00	11.365,76
		24	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	9.628,80	3.600,00	8.165,76	4.000,00	7.365,76
		25	0,60	636	0,8	305,28	3.200,00	6.734,08	3.600,00	4.871,04	4.000,00	3.671,04
		26	25,00	636	0,8	12.720,00	3.200,00	16.254,08	3.600,00	13.991,04	4.000,00	12.391,04
		27	30,60	636	0,8	15.569,28	3.200,00	28.623,36	3.600,00	25.960,32	4.000,00	23.960,32
		28	0,80	636	0,8	407,04	3.200,00	25.830,40	3.600,00	22.767,36	4.000,00	20.367,36
S	D	29	6,20	636	0,8	3.154,56	0,00	28.984,96	0,00	25.921,92	0,00	23.521,92
		30	0,00	636	0,8	0,00	0,00	28.984,96	0,00	25.921,92	0,00	23.521,92

2013	JULIO	día	mm/día	Área de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
S D		1	0,0	636	0,8	0,00	3.200,00	25.784,96	3.600,00	22.321,92	4.000,00	19.521,92
		2	34,60	636	0,8	17.604,48	3.200,00	40.189,44	3.600,00	36.326,40	4.000,00	33.126,40
		3	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	36.989,44	3.600,00	32.726,40	4.000,00	29.126,40
		4	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	33.789,44	3.600,00	29.126,40	4.000,00	25.126,40
		5	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	30.589,44	3.600,00	25.526,40	4.000,00	21.126,40
		6	0,00	636	0,8	0,00	0,00	30.589,44	0,00	25.526,40	0,00	21.126,40
		7	0,00	636	0,8	0,00	0,00	30.589,44	0,00	25.526,40	0,00	21.126,40
		8	10,20	636	0,8	5.189,76	3.200,00	32.579,20	3.600,00	27.116,16	4.000,00	22.316,16
		9	10,20	636	0,8	5.189,76	3.200,00	34.568,96	3.600,00	28.705,92	4.000,00	23.505,92
		10	2,60	636	0,8	1.322,88	3.200,00	32.691,84	3.600,00	26.428,80	4.000,00	20.828,80
S D		11	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	29.491,84	3.600,00	22.828,80	4.000,00	16.828,80
		12	0,40	636	0,8	203,52	3.200,00	26.495,36	3.600,00	19.432,32	4.000,00	13.032,32
		13	3,40	636	0,8	1.729,92	0,00	28.225,28	0,00	21.162,24	0,00	14.762,24
		14	0,80	636	0,8	407,04	0,00	28.632,32	0,00	21.569,28	0,00	15.169,28
		15	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	25.432,32	3.600,00	17.969,28	4.000,00	11.169,28
		16	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	22.232,32	3.600,00	14.369,28	4.000,00	7.169,28
		17	0,20	636	0,8	101,76	3.200,00	19.134,08	3.600,00	10.871,04	4.000,00	3.271,04
		18	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	15.934,08	3.600,00	7.271,04	4.000,00	0,00
		19	1,20	636	0,8	610,56	3.200,00	13.344,64	3.600,00	4.281,60	4.000,00	0,00
		20	1,20	636	0,8	610,56	0,00	13.955,20	0,00	4.892,16	0,00	610,56
S D		21	0,00	636	0,8	0,00	0,00	13.955,20	0,00	4.892,16	0,00	610,56
		22	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	10.755,20	3.600,00	1.292,16	4.000,00	0,00
		23	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	7.555,20	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		24	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	4.355,20	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		25	1,40	636	0,8	712,32	3.200,00	1.867,52	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		26	10,80	636	0,8	5.495,04	3.200,00	4.162,56	3.600,00	1.895,04	4.000,00	1.495,04
		27	0,00	636	0,8	0,00	0,00	4.162,56	0,00	1.895,04	0,00	1.495,04
		28	0,00	636	0,8	0,00	0,00	4.162,56	0,00	1.895,04	0,00	1.495,04
		29	1,40	636	0,8	712,32	3.200,00	1.674,88	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		30	1,40	636	0,8	712,32	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
	31	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00	

2013	AGOSTO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (s)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
S		1	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		2	5,00	636	0,8	2.544,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		3	6,20	636	0,8	3.154,56	0,00	3.154,56	0,00	3.154,56	0,00	3.154,56
		4	26,00	636	0,8	13.228,80	0,00	16.383,36	0,00	16.383,36	0,00	16.383,36
		5	6,80	636	0,8	3.459,84	3.200,00	16.643,20	3.600,00	16.243,20	4.000,00	15.843,20
D		6	23,60	636	0,8	12.007,68	3.200,00	25.450,88	3.600,00	24.650,88	4.000,00	23.850,88
		7	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	22.250,88	3.600,00	21.050,88	4.000,00	19.850,88
		8	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	19.050,88	3.600,00	17.450,88	4.000,00	15.850,88
		9	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	15.850,88	3.600,00	13.850,88	4.000,00	11.850,88
		10	21,40	636	0,8	10.888,32	0,00	26.739,20	0,00	24.739,20	0,00	22.739,20
S		11	1,20	636	0,8	610,56	0,00	27.349,76	0,00	25.349,76	0,00	23.349,76
		12	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	24.149,76	3.600,00	21.749,76	4.000,00	19.349,76
		13	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	20.949,76	3.600,00	18.149,76	4.000,00	15.349,76
		14	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	17.749,76	3.600,00	14.549,76	4.000,00	11.349,76
		15	0,40	636	0,8	203,52	3.200,00	14.753,28	3.600,00	11.153,28	4.000,00	7.553,28
D		16	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	11.553,28	3.600,00	7.553,28	4.000,00	3.553,28
		17	0,00	636	0,8	0,00	0,00	11.553,28	0,00	7.553,28	0,00	3.553,28
		18	3,80	636	0,8	1.933,44	0,00	13.486,72	0,00	9.486,72	0,00	5.486,72
		19	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	10.286,72	3.600,00	5.886,72	4.000,00	1.486,72
		20	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	7.086,72	3.600,00	2.286,72	4.000,00	0,00
S		21	2,40	636	0,8	1.221,12	3.200,00	5.107,84	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		22	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	1.907,84	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		23	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		24	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		25	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D		26	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		27	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		28	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		29	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		30	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
S		31	6,60	636	0,8	3.358,08	0,00	3.358,08	0,00	3.358,08	0,00	3.358,08

2013	SEPTIEMBRE	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
	D	1	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.358,08	0,00	3.358,08	0,00	3.358,08
		2	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	158,08	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		3	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		4	5,00	636	0,8	2.544,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		5	2,80	636	0,8	1.424,64	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		6	17,80	636	0,8	9.056,64	3.200,00	5.856,64	3.600,00	5.456,64	4.000,00	5.056,64
	S	7	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.856,64	0,00	5.456,64	0,00	5.056,64
	D	8	0,40	636	0,8	203,52	0,00	6.060,16	0,00	5.660,16	0,00	5.260,16
		9	8,40	636	0,8	4.273,92	3.200,00	7.134,08	3.600,00	6.334,08	4.000,00	5.534,08
		10	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	3.934,08	3.600,00	2.734,08	4.000,00	1.534,08
		11	6,40	636	0,8	3.256,32	3.200,00	3.990,40	3.600,00	2.390,40	4.000,00	790,40
		12	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	790,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		13	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
	S	14	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	D	15	0,20	636	0,8	101,76	0,00	101,76	0,00	101,76	0,00	101,76
		16	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		17	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		18	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		19	0,40	636	0,8	203,52	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		20	3,20	636	0,8	1.628,16	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
	S	21	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	D	22	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		24	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		25	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		26	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		27	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
	S	28	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	D	29	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		30	0,80	636	0,8	407,04	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00

[illegible][illegible]

2014	ENERO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (s)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
S D		1	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		2	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		3	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		4	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		5	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		8	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		9	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S D		10	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		11	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		12	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		13	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		14	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		15	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		16	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		18	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S D		19	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		20	1,60	636	0,8	814,08	0,00	814,08	0,00	814,08	0,00	814,08
		21	0,00	636	0,8	0,00	0,00	814,08	0,00	814,08	0,00	814,08
		22	0,20	636	0,8	101,76	0,00	915,84	0,00	915,84	0,00	915,84
		23	5,40	636	0,8	2.747,52	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36
		24	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36
		25	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36
		26	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36
		27	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36
	28	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	
	29	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	
	30	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	
	31	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	

2014	FEBRERO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
S	D	1	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36
		2	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36
		3	0,00	636	0,8	0,00	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36	0,00	3.663,36
		4	4,00	636	0,8	2.035,20	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		5	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		6	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		7	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		8	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
S	D	9	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		10	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		11	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		12	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		13	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		14	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		15	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		16	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
S	D	17	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		18	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		19	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		20	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		21	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		22	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		23	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		24	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
S	D	25	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		26	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		27	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		28	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56

2014	MARZO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (ε)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
S	D	1	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		2	0,00	636	0,8	0,00	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56	0,00	5.698,56
		3	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	2.498,56	3.600,00	2.098,56	4.000,00	1.698,56
		4	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		5	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
S	D	6	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		7	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		8	0,40	636	0,8	203,52	0,00	203,52	0,00	203,52	0,00	203,52
		9	0,00	636	0,8	0,00	0,00	203,52	0,00	203,52	0,00	203,52
		10	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
S	D	11	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		12	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		13	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		14	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		15	12,80	636	0,8	6.512,64	0,00	6.512,64	0,00	6.512,64	0,00	6.512,64
S	D	16	0,80	636	0,8	407,04	0,00	6.919,68	0,00	6.919,68	0,00	6.919,68
		17	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	3.719,68	3.600,00	3.319,68	4.000,00	2.919,68
		18	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	519,68	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		19	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		20	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
S	D	21	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		22	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		24	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		25	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
S	D	26	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		27	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		28	15,80	636	0,8	8.039,04	3.200,00	4.839,04	3.600,00	4.439,04	4.000,00	4.039,04
		29	37,00	636	0,8	18.825,60	0,00	23.664,64	0,00	23.264,64	0,00	22.864,64
		30	0,00	636	0,8	0,00	0,00	23.664,64	0,00	23.264,64	0,00	22.864,64
S	D	31	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	20.464,64	3.600,00	19.664,64	4.000,00	18.864,64

2014	ABRIL	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
		1	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	17.264,64	3.600,00	16.064,64	4.000,00	14.864,64
		2	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	14.064,64	3.600,00	12.464,64	4.000,00	10.864,64
		3	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	10.864,64	3.600,00	8.864,64	4.000,00	6.864,64
		4	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	7.664,64	3.600,00	5.264,64	4.000,00	2.864,64
		5	0,00	636	0,8	0,00	0,00	7.664,64	0,00	5.264,64	0,00	2.864,64
		6	0,20	636	0,8	101,76	0,00	7.766,40	0,00	5.366,40	0,00	2.966,40
		7	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	4.566,40	3.600,00	1.766,40	4.000,00	0,00
		8	0,40	636	0,8	203,52	3.200,00	1.569,92	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		9	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		10	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		11	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		12	5,20	636	0,8	2.645,76	0,00	2.645,76	0,00	2.645,76	0,00	2.645,76
		13	0,00	636	0,8	0,00	0,00	2.645,76	0,00	2.645,76	0,00	2.645,76
		14	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		15	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		16	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		17	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		18	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		19	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		20	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		21	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		22	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		23	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		24	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		25	0,20	636	0,8	101,76	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		26	1,40	636	0,8	712,32	0,00	712,32	0,00	712,32	0,00	712,32
		27	0,00	636	0,8	0,00	0,00	712,32	0,00	712,32	0,00	712,32
		28	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		29	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		30	59,20	636	0,8	30.120,96	3.200,00	26.920,96	3.600,00	26.520,96	4.000,00	26.120,96

2014	MAYO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
		1	18,20	636	0,8	9.260,16	3.200,00	32.981,12	3.600,00	32.181,12	4.000,00	31.381,12
		2	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	29.781,12	3.600,00	28.581,12	4.000,00	27.381,12
		3	2,00	636	0,8	1.017,60	0,00	30.798,72	0,00	29.598,72	0,00	28.398,72
		4	0,60	636	0,8	305,28	0,00	31.104,00	0,00	29.904,00	0,00	28.704,00
		5	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	27.904,00	3.600,00	26.304,00	4.000,00	24.704,00
		6	2,20	636	0,8	1.119,36	3.200,00	25.823,36	3.600,00	23.823,36	4.000,00	21.823,36
		7	0,20	636	0,8	101,76	3.200,00	22.725,12	3.600,00	20.325,12	4.000,00	17.925,12
		8	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	19.525,12	3.600,00	16.725,12	4.000,00	13.925,12
		9	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	16.325,12	3.600,00	13.125,12	4.000,00	9.925,12
		10	0,00	636	0,8	0,00	0,00	16.325,12	0,00	13.125,12	0,00	9.925,12
		11	0,00	636	0,8	0,00	0,00	16.325,12	0,00	13.125,12	0,00	9.925,12
		12	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	13.125,12	3.600,00	9.525,12	4.000,00	5.925,12
		13	14,80	636	0,8	7.530,24	3.200,00	17.455,36	3.600,00	13.455,36	4.000,00	9.455,36
		14	2,60	636	0,8	1.322,88	3.200,00	15.578,24	3.600,00	11.178,24	4.000,00	6.778,24
		15	1,40	636	0,8	712,32	3.200,00	13.090,56	3.600,00	8.290,56	4.000,00	3.490,56
		16	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	9.890,56	3.600,00	4.690,56	4.000,00	0,00
		17	4,00	636	0,8	2.035,20	0,00	11.925,76	0,00	6.725,76	0,00	2.035,20
		18	2,60	636	0,8	1.322,88	0,00	13.248,64	0,00	8.048,64	0,00	3.358,08
		19	0,80	636	0,8	407,04	3.200,00	10.455,68	3.600,00	4.855,68	4.000,00	0,00
		20	29,60	636	0,8	19.060,48	3.200,00	22.316,16	3.600,00	16.316,16	4.000,00	11.060,48
		21	1,20	636	0,8	610,56	3.200,00	19.726,72	3.600,00	13.326,72	4.000,00	7.671,04
		22	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	16.526,72	3.600,00	9.726,72	4.000,00	3.671,04
		23	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	13.326,72	3.600,00	6.126,72	4.000,00	0,00
		24	0,00	636	0,8	0,00	0,00	13.326,72	0,00	6.126,72	0,00	0,00
		25	0,00	636	0,8	0,00	0,00	13.326,72	0,00	6.126,72	0,00	0,00
		26	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	10.126,72	3.600,00	2.526,72	4.000,00	0,00
		27	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	6.926,72	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		28	32,60	636	0,8	16.586,88	3.200,00	20.313,60	3.600,00	12.986,88	4.000,00	12.586,88
		29	1,40	636	0,8	712,32	3.200,00	17.825,92	3.600,00	10.099,20	4.000,00	9.299,20
		30	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	14.625,92	3.600,00	6.499,20	4.000,00	5.299,20
		31	0,00	636	0,8	0,00	0,00	14.625,92	0,00	6.499,20	0,00	5.299,20

2014	JUNIO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
	D	1	0,00	636	0,8	0,00	0,00	14.625,92	0,00	6.499,20	0,00	5.299,20
		2	50,40	636	0,8	25.643,52	3.200,00	37.069,44	3.600,00	28.542,72	4.000,00	26.942,72
		3	24,00	636	0,8	12.211,20	3.200,00	46.080,64	3.600,00	37.153,92	4.000,00	35.153,92
		4	5,20	636	0,8	2.645,76	3.200,00	45.526,40	3.600,00	36.199,68	4.000,00	33.799,68
		5	1,80	636	0,8	915,84	3.200,00	43.242,24	3.600,00	33.515,52	4.000,00	30.715,52
		6	22,80	636	0,8	11.600,64	3.200,00	51.642,88	3.600,00	41.516,16	4.000,00	38.316,16
	S	7	34,00	636	0,8	17.299,20	0,00	68.942,08	0,00	58.815,36	0,00	55.615,36
		D	8	3,80	636	0,8	1.933,44	0,00	70.875,52	0,00	60.748,80	0,00
	9		0,20	636	0,8	101,76	3.200,00	67.777,28	3.600,00	57.250,56	4.000,00	53.650,56
	10	68,00	636	0,8	34.598,40	3.200,00	99.175,68	3.600,00	88.248,96	4.000,00	84.248,96	
	11	6,80	636	0,8	3.459,84	3.200,00	99.435,52	3.600,00	88.108,80	4.000,00	83.708,80	
	12	1,60	636	0,8	814,08	3.200,00	97.049,60	3.600,00	85.322,88	4.000,00	80.522,88	
	13	8,40	636	0,8	4.273,92	3.200,00	98.123,52	3.600,00	85.996,80	4.000,00	80.796,80	
	S	14	10,20	636	0,8	5.189,76	0,00	103.313,28	0,00	91.186,56	0,00	85.986,56
		D	15	0,00	636	0,8	0,00	0,00	103.313,28	0,00	91.186,56	0,00
	16		0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	100.113,28	3.600,00	87.586,56	4.000,00	81.986,56
	17	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	96.913,28	3.600,00	83.986,56	4.000,00	77.986,56	
	18	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	93.713,28	3.600,00	80.386,56	4.000,00	73.986,56	
	19	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	90.513,28	3.600,00	76.786,56	4.000,00	69.986,56	
	20	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	87.313,28	3.600,00	73.186,56	4.000,00	65.986,56	
	S	21	25,80	636	0,8	13.127,04	0,00	100.440,32	0,00	86.313,60	0,00	79.113,60
		D	22	3,00	636	0,8	1.526,40	0,00	101.966,72	0,00	87.840,00	0,00
	23		0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	98.766,72	3.600,00	84.240,00	4.000,00	76.640,00
	24	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	95.566,72	3.600,00	80.640,00	4.000,00	72.640,00	
	25	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	92.366,72	3.600,00	77.040,00	4.000,00	68.640,00	
	26	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	89.166,72	3.600,00	73.440,00	4.000,00	64.640,00	
	27	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	85.966,72	3.600,00	69.840,00	4.000,00	60.640,00	
	S	28	0,00	636	0,8	0,00	0,00	85.966,72	0,00	69.840,00	0,00	60.640,00
		D	29	0,00	636	0,8	0,00	85.966,72	0,00	69.840,00	0,00	60.640,00
	30		0,40	636	0,8	203,52	3.200,00	82.970,24	3.600,00	66.443,52	4.000,00	56.843,52

2014	JULIO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
S	D	1	18,00	636	0,8	9 158,40	3.200,00	88.928,64	3.600,00	72.001,92	4.000,00	62.001,92
		2	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	85.728,64	3.600,00	68.401,92	4.000,00	58.001,92
		3	8,00	636	0,8	4 070,40	3.200,00	86.599,04	3.600,00	68.872,32	4.000,00	58.072,32
		4	0,40	636	0,8	203,52	3.200,00	83.602,56	3.600,00	65.475,84	4.000,00	54.275,84
		5	0,00	636	0,8	0,00	0,00	83.602,56	0,00	65.475,84	0,00	54.275,84
		6	0,00	636	0,8	0,00	0,00	83.602,56	0,00	65.475,84	0,00	54.275,84
		7	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	80.402,56	3.600,00	61.875,84	4.000,00	50.275,84
		8	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	77.202,56	3.600,00	58.275,84	4.000,00	46.275,84
		9	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	74.002,56	3.600,00	54.675,84	4.000,00	42.275,84
		10	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	70.802,56	3.600,00	51.075,84	4.000,00	38.275,84
S	D	11	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	67.602,56	3.600,00	47.475,84	4.000,00	34.275,84
		12	0,00	636	0,8	0,00	0,00	67.602,56	0,00	47.475,84	0,00	34.275,84
		13	34,00	636	0,8	17 299,20	0,00	84.901,76	0,00	64.775,04	0,00	51.575,04
		14	4,00	636	0,8	2 035,20	3.200,00	83.736,96	3.600,00	63.210,24	4.000,00	49.610,24
		15	12,40	636	0,8	6 309,12	3.200,00	86.846,08	3.600,00	65.919,36	4.000,00	51.919,36
		16	1,20	636	0,8	610,56	3.200,00	84.256,64	3.600,00	62.929,92	4.000,00	48.529,92
		17	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	81.056,64	3.600,00	59.329,92	4.000,00	44.529,92
		18	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	77.856,64	3.600,00	55.729,92	4.000,00	40.529,92
		19	0,00	636	0,8	0,00	0,00	77.856,64	0,00	55.729,92	0,00	40.529,92
		20	10,20	636	0,8	5 189,76	0,00	83.046,40	0,00	60.919,68	0,00	45.719,68
S	D	21	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	79.846,40	3.600,00	57.319,68	4.000,00	41.719,68
		22	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	76.646,40	3.600,00	53.719,68	4.000,00	37.719,68
		23	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	73.446,40	3.600,00	50.119,68	4.000,00	33.719,68
		24	2,60	636	0,8	1 322,88	3.200,00	71.569,28	3.600,00	47.842,56	4.000,00	31.042,56
		25	3,20	636	0,8	1 628,16	3.200,00	69.997,44	3.600,00	45.870,72	4.000,00	28.670,72
		26	9,80	636	0,8	4 986,24	0,00	74.983,68	0,00	50.856,96	0,00	33.656,96
		27	79,20	636	0,8	40 296,96	0,00	115.280,64	0,00	91.153,92	0,00	73.953,92
		28	12,20	636	0,8	6 207,36	3.200,00	118.288,00	3.600,00	93.761,28	4.000,00	76.161,28
		29	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	115.088,00	3.600,00	90.161,28	4.000,00	72.161,28
		30	18,60	636	0,8	9 463,68	3.200,00	121.351,68	3.600,00	96.024,96	4.000,00	77.624,96
		31	10,00	636	0,8	5 088,00	3.200,00	123.239,68	3.600,00	97.512,96	4.000,00	78.712,96

2014	AGOSTO	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
S	D	1	9,80	636	0,8	4 986,24	3.200,00	125.025,92	3.600,00	98.899,20	4.000,00	79.699,20
		2	2,40	636	0,8	1 221,12	0,00	126.247,04	0,00	100.120,32	0,00	80.920,32
		3	0,20	636	0,8	101,76	0,00	126.348,80	0,00	100.222,08	0,00	81.022,08
		4	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	123.148,80	3.600,00	96.622,08	4.000,00	77.022,08
		5	36,00	636	0,8	18 316,80	3.200,00	138.265,60	3.600,00	111.338,88	4.000,00	91.338,88
		6	0,40	636	0,8	203,52	3.200,00	135.269,12	3.600,00	107.942,40	4.000,00	87.542,40
		7	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	132.069,12	3.600,00	104.342,40	4.000,00	83.542,40
		8	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	128.869,12	3.600,00	100.742,40	4.000,00	79.542,40
		9	1,40	636	0,8	712,32	0,00	129.581,44	0,00	101.454,72	0,00	80.254,72
		10	0,00	636	0,8	0,00	0,00	129.581,44	0,00	101.454,72	0,00	80.254,72
S	D	11	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	126.381,44	3.600,00	97.854,72	4.000,00	76.254,72
		12	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	123.181,44	3.600,00	94.254,72	4.000,00	72.254,72
		13	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	119.981,44	3.600,00	90.654,72	4.000,00	68.254,72
		14	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	116.781,44	3.600,00	87.054,72	4.000,00	64.254,72
		15	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	113.581,44	3.600,00	83.454,72	4.000,00	60.254,72
		16	0,00	636	0,8	0,00	0,00	113.581,44	0,00	83.454,72	0,00	60.254,72
		17	0,00	636	0,8	0,00	0,00	113.581,44	0,00	83.454,72	0,00	60.254,72
		18	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	110.381,44	3.600,00	79.854,72	4.000,00	56.254,72
		19	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	107.181,44	3.600,00	76.254,72	4.000,00	52.254,72
		20	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	103.981,44	3.600,00	72.654,72	4.000,00	48.254,72
S	D	21	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	100.781,44	3.600,00	69.054,72	4.000,00	44.254,72
		22	11,40	636	0,8	5 800,32	3.200,00	103.381,76	3.600,00	71.255,04	4.000,00	46.055,04
		23	20,00	636	0,8	10 176,00	0,00	113.557,76	0,00	81.431,04	0,00	56.231,04
		24	1,00	636	0,8	508,80	0,00	114.066,56	0,00	81.939,84	0,00	56.739,84
		25	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	110.866,56	3.600,00	78.339,84	4.000,00	52.739,84
		26	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	107.666,56	3.600,00	74.739,84	4.000,00	48.739,84
		27	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	104.466,56	3.600,00	71.139,84	4.000,00	44.739,84
		28	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	101.266,56	3.600,00	67.539,84	4.000,00	40.739,84
		29	19,00	636	0,8	9 667,20	3.200,00	107.733,76	3.600,00	73.607,04	4.000,00	46.407,04
		30	0,00	636	0,8	0,00	0,00	107.733,76	0,00	73.607,04	0,00	46.407,04
		31	6,80	636	0,8	3 459,84	0,00	111.193,60	0,00	77.066,88	0,00	49.866,88

2014	SEPTIEMBRE	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (A)	Consumos 90P(L)	Reserva (A)	Consumos 100P(L)	Reserva (A)
S	D	1	5,60	636	0,8	2.849,28	3.200,00	110.842,88	3.600,00	76.316,16	4.000,00	48.716,16
		2	4,20	636	0,8	2.136,96	3.200,00	109.779,84	3.600,00	74.853,12	4.000,00	46.853,12
		3	2,80	636	0,8	1.424,64	3.200,00	108.004,48	3.600,00	72.677,76	4.000,00	44.277,76
		4	1,00	636	0,8	508,80	3.200,00	105.313,28	3.600,00	69.586,56	4.000,00	40.786,56
		5	10,60	636	0,8	5.393,28	3.200,00	107.506,56	3.600,00	71.379,84	4.000,00	42.179,84
		6	2,20	636	0,8	1.119,36	0,00	108.625,92	0,00	72.499,20	0,00	43.299,20
		7	9,00	636	0,8	4.579,20	0,00	113.205,12	0,00	77.078,40	0,00	47.878,40
		8	0,80	636	0,8	407,04	3.200,00	110.412,16	3.600,00	73.885,44	4.000,00	44.285,44
		9	0,40	636	0,8	203,52	3.200,00	107.415,68	3.600,00	70.488,96	4.000,00	40.488,96
		10	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	104.215,68	3.600,00	66.888,96	4.000,00	36.488,96
S	D	11	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	101.015,68	3.600,00	63.288,96	4.000,00	32.488,96
		12	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	97.815,68	3.600,00	59.688,96	4.000,00	28.488,96
		13	0,00	636	0,8	0,00	0,00	97.815,68	0,00	59.688,96	0,00	28.488,96
		14	0,00	636	0,8	0,00	0,00	97.815,68	0,00	59.688,96	0,00	28.488,96
		15	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	94.615,68	3.600,00	56.088,96	4.000,00	24.488,96
		16	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	91.415,68	3.600,00	52.488,96	4.000,00	20.488,96
		17	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	88.215,68	3.600,00	48.888,96	4.000,00	16.488,96
		18	1,20	636	0,8	610,56	3.200,00	85.626,24	3.600,00	45.899,52	4.000,00	13.099,52
		19	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	82.426,24	3.600,00	42.299,52	4.000,00	9.099,52
		20	1,00	636	0,8	508,80	0,00	82.935,04	0,00	42.808,32	0,00	9.608,32
S	D	21	0,40	636	0,8	203,52	0,00	83.138,56	0,00	43.011,84	0,00	9.811,84
		22	1,00	636	0,8	508,80	3.200,00	80.447,36	3.600,00	39.920,64	4.000,00	6.320,64
		23	26,20	636	0,8	13.330,56	3.200,00	90.577,92	3.600,00	49.651,20	4.000,00	15.651,20
		24	15,80	636	0,8	8.039,04	3.200,00	95.416,96	3.600,00	54.090,24	4.000,00	19.690,24
		25	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	92.216,96	3.600,00	50.490,24	4.000,00	15.690,24
		26	0,80	636	0,8	407,04	3.200,00	89.424,00	3.600,00	47.297,28	4.000,00	12.097,28
		27	15,40	636	0,8	7.835,52	0,00	97.259,52	0,00	55.132,80	0,00	19.932,80
		28	0,00	636	0,8	0,00	0,00	97.259,52	0,00	55.132,80	0,00	19.932,80
		29	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	94.059,52	3.600,00	51.532,80	4.000,00	15.932,80
		30	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	90.859,52	3.600,00	47.932,80	4.000,00	11.932,80

2014	OCTUBRE	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
		1	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	87.659,52	3.600,00	44.332,80	4.000,00	7.932,80
		2	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	84.459,52	3.600,00	40.732,80	4.000,00	3.932,80
		3	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	81.259,52	3.600,00	37.132,80	4.000,00	0,00
		4	0,00	636	0,8	0,00	0,00	81.259,52	0,00	37.132,80	0,00	0,00
		5	0,00	636	0,8	0,00	0,00	81.259,52	0,00	37.132,80	0,00	0,00
		6	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	78.059,52	3.600,00	33.532,80	4.000,00	0,00
		7	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	74.859,52	3.600,00	29.932,80	4.000,00	0,00
		8	1,40	636	0,8	712,32	3.200,00	72.371,84	3.600,00	27.045,12	4.000,00	0,00
		9	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	69.171,84	3.600,00	23.445,12	4.000,00	0,00
		10	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	65.971,84	3.600,00	19.845,12	4.000,00	0,00
		11	0,00	636	0,8	0,00	0,00	65.971,84	0,00	19.845,12	0,00	0,00
		12	0,00	636	0,8	0,00	0,00	65.971,84	0,00	19.845,12	0,00	0,00
		13	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	62.771,84	3.600,00	16.245,12	4.000,00	0,00
		14	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	59.571,84	3.600,00	12.645,12	4.000,00	0,00
		15	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	56.371,84	3.600,00	9.045,12	4.000,00	0,00
		16	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	53.171,84	3.600,00	5.445,12	4.000,00	0,00
		17	6,20	636	0,8	3.154,56	3.200,00	53.126,40	3.600,00	4.999,68	4.000,00	0,00
		18	0,00	636	0,8	0,00	0,00	53.126,40	0,00	4.999,68	0,00	0,00
		19	0,00	636	0,8	0,00	0,00	53.126,40	0,00	4.999,68	0,00	0,00
		20	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	49.926,40	3.600,00	1.399,68	4.000,00	0,00
		21	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	46.726,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		22	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	43.526,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		23	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	40.326,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		24	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	37.126,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		25	0,00	636	0,8	0,00	0,00	37.126,40	0,00	0,00	0,00	0,00
		26	0,00	636	0,8	0,00	0,00	37.126,40	0,00	0,00	0,00	0,00
		27	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	33.926,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		28	4,00	636	0,8	2.035,20	3.200,00	32.761,60	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		29	0,80	636	0,8	407,04	3.200,00	29.968,64	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		30	0,20	636	0,8	101,76	3.200,00	26.870,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		31	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	23.670,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00

2014	NOVIEMBRE	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
		1	0,00	636	0,8	0,00	0,00	23.670,40	0,00	0,00	0,00	0,00
		2	0,00	636	0,8	0,00	0,00	23.670,40	0,00	0,00	0,00	0,00
		3	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	20.470,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		4	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	17.270,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		5	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	14.070,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		6	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	10.870,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		7	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	7.670,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		8	0,00	636	0,8	0,00	0,00	7.670,40	0,00	0,00	0,00	0,00
		9	0,00	636	0,8	0,00	0,00	7.670,40	0,00	0,00	0,00	0,00
		10	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	4.470,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		11	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	1.270,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		12	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		13	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		14	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		15	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		16	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		18	0,40	636	0,8	203,52	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		19	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		20	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		21	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		22	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23	2,20	636	0,8	1.119,36	0,00	1.119,36	0,00	1.119,36	0,00	1.119,36
		24	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		25	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		26	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		27	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		28	0,60	636	0,8	305,28	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		29	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		30	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

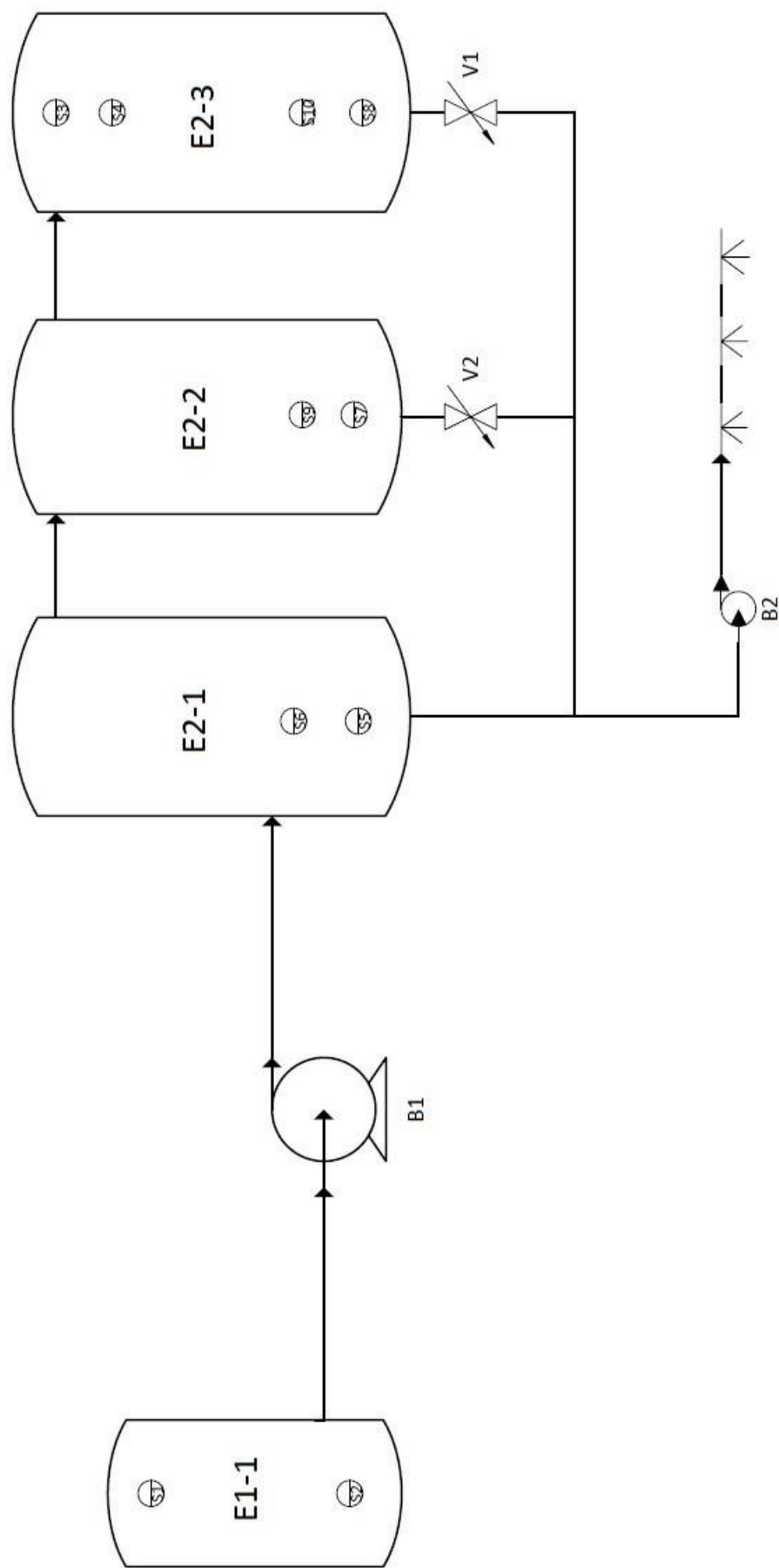
2014	DICIEMBRE	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (e)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
		1	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		2	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		3	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		4	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		5	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		6	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		8	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		9	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		10	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		11	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		12	0,00	636	0,8	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		13	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		14	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		15	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		16	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		17	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		18	0,00	636	0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		19	1,00	636	0,8	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		20	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		21	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		22	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		23	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		24	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		25	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		26	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		27	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		28	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		29	0,00	636	0,8	0,00	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		30	8,20	636	0,8	4.172,16	0,00	4.680,96	0,00	4.680,96	0,00	4.680,96
		31	0,00	636	0,8	0,00	0,00	4.680,96	0,00	4.680,96	0,00	4.680,96

2015	OCTUBRE	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (c)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
		1	4,80	636,00	0,80	2.442,24	3.200,00	30.265,60	3.600,00	22.016,64	4.000,00	19.216,64
		2	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	27.065,60	3.600,00	18.416,64	4.000,00	15.216,64
		3	6,80	636,00	0,80	3.459,84	0,00	30.525,44	0,00	21.876,48	0,00	18.676,48
		4	4,00	636,00	0,80	2.035,20	0,00	32.560,64	0,00	23.911,68	0,00	20.711,68
		5	1,60	636,00	0,80	814,08	3.200,00	30.174,72	3.600,00	21.125,76	4.000,00	17.525,76
		6	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	26.974,72	3.600,00	17.525,76	4.000,00	13.525,76
		7	0,20	636,00	0,80	101,76	3.200,00	23.876,48	3.600,00	14.027,52	4.000,00	9.627,52
		8	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	20.676,48	3.600,00	10.427,52	4.000,00	5.627,52
		9	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	17.476,48	3.600,00	6.827,52	4.000,00	1.627,52
		10	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	17.476,48	0,00	6.827,52	0,00	1.627,52
		11	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	17.476,48	0,00	6.827,52	0,00	1.627,52
		12	3,80	636,00	0,80	1.933,44	3.200,00	16.209,92	3.600,00	5.160,96	4.000,00	0,00
		13	8,00	636,00	0,80	4.070,40	3.200,00	17.080,32	3.600,00	5.631,36	4.000,00	70,40
		14	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	13.880,32	3.600,00	2.031,36	4.000,00	0,00
		15	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	10.680,32	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		16	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	7.480,32	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		17	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	7.480,32	0,00	0,00	0,00	0,00
		18	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	7.480,32	0,00	0,00	0,00	0,00
		19	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	4.280,32	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		20	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	1.080,32	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		21	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		22	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		23	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		24	13,00	636,00	0,80	6.614,40	0,00	6.614,40	0,00	6.614,40	0,00	6.614,40
		25	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	6.614,40	0,00	6.614,40	0,00	6.614,40
		26	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	3.414,40	3.600,00	3.014,40	4.000,00	2.614,40
		27	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	214,40	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		28	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		29	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		30	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		31	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

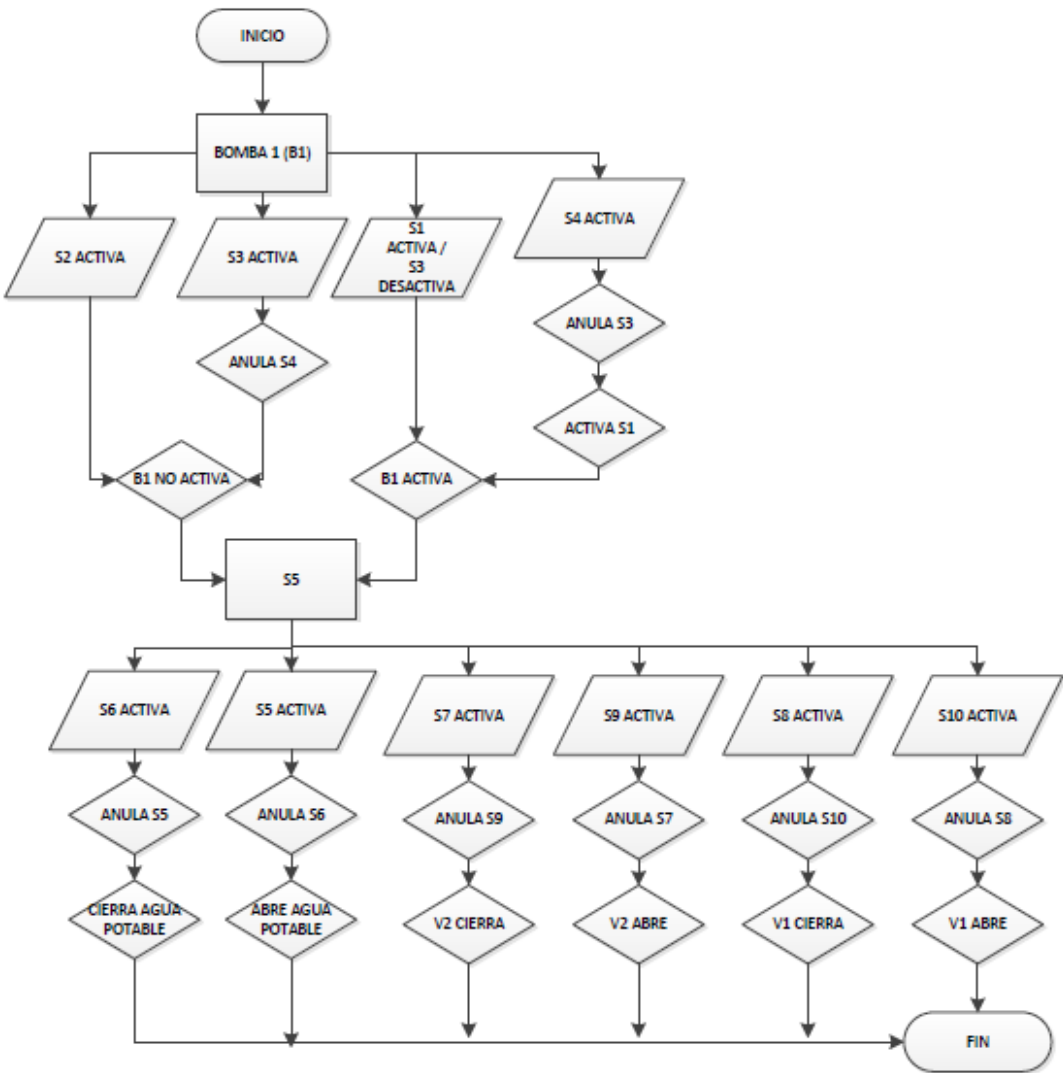
2015	NOVIEMBRE	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (c)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
		1	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		2	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		3	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		4	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		5	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		6	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		7	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		8	2,20	636,00	0,80	1.119,36	0,00	1.119,36	0,00	1.119,36	0,00	1.119,36
		9	0,20	636,00	0,80	101,76	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		10	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		11	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		12	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		13	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		14	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		15	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		16	1,40	636,00	0,80	712,32	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		17	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		18	3,60	636,00	0,80	1.831,68	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		19	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		20	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		21	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		22	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		23	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		24	9,80	636,00	0,80	4.986,24	3.200,00	1.786,24	3.600,00	1.386,24	4.000,00	986,24
		25	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		26	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		27	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		28	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		29	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		30	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00

2015	DICIEMBRE	día	mm/día	Area de captacion (m2)	Eficiencia (c)	Total captado (L)	Consumos 80P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 90P(L)	Reserva (Δ)	Consumos 100P(L)	Reserva (Δ)
S	D	1	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		2	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		3	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		4	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		5	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		6	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		7	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		8	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		9	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		10	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
S	D	11	0,00	636,00	0,80	0,00	3.200,00	0,00	3.600,00	0,00	4.000,00	0,00
		12	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		13	1,00	636,00	0,80	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80	0,00	508,80
		14	0,80	636,00	0,80	407,04	0,00	915,84	0,00	915,84	0,00	915,84
		15	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	915,84	0,00	915,84	0,00	915,84
		16	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	915,84	0,00	915,84	0,00	915,84
		17	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	915,84	0,00	915,84	0,00	915,84
		18	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	915,84	0,00	915,84	0,00	915,84
		19	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	915,84	0,00	915,84	0,00	915,84
		20	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	915,84	0,00	915,84	0,00	915,84
S	D	21	0,80	636,00	0,80	407,04	0,00	1.322,88	0,00	1.322,88	0,00	1.322,88
		22	1,80	636,00	0,80	915,84	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72
		23	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72
		24	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72
		25	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72
		26	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72
		27	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72
		28	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72
		29	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72
		30	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72
		31	0,00	636,00	0,80	0,00	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72	0,00	2.238,72

[ANEXO 3: ESQUEMA DE ESTANQUES]



[ANEXO 4: DIAGRAMA DE FLUJO PLC]



[ANEXO 5: FICHA TÉCNICA ESTANQUE PRIMARIO]

Estanque Vertical Reforzado 5400
Lts.



Ficha Técnica

Código Interno	EVR5400
Dimensiones	Altura : 1950 mm. (con tapa)
Diámetros	Diámetro Superior : 2089 mm, Diámetro Inferior : 1670 mm.
Volúmenes	Volúmen Total : 5400 Lts.
Material	Polietileno.
Uso	Almacenamiento de agua potable y otros líquidos

[ANEXO 6: FICHA TÉCNICA ESTANQUES SECUNDARIOS]

Fosa Séptica Horizontal 15400 Lts.



Ficha Técnica

Código Interno	FSH15400
Dimensiones	Altura : 1550 mm. (con tapa), Largo : 9260 mm. Aprox.
Diámetros	1390 mm. Aprox.
Volúmenes	Volumen Útil: 15000 Lts.
Material	Polietileno.
Limpieza	Según uso.
Uso	Según envergadura del proyecto.
Tubo de drenaje recomendado:	Según índice de absorción del terreno. 150 Mts. Aprox.

[ANEXO 7: FICHA TÉCNICA BOMBA CENTRIFUGA]

HF

electrobombas centrífugas
(medios caudales)

HFm 5

CAMPO DE LAS PRESTACIONES

Caudal hasta 600 l/min (36 m³/h)
Altura manométrica hasta 30 m

LIMITES DE UTILIZO

Altura de aspiración manométrica hasta 7 m
Temperatura del líquido hasta + 60°C
Máxima temperatura ambiente hasta + 40°C

EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD:

EN 60 335-1
IEC 335-1
CEI 61-150

EN 60034-1
IEC 34-1
CEI 2-3

EMPLEOS E INSTALACIONES

La serie HF, tanto bajo el punto de vista de las prestaciones, como bajo el punto de vista de la dimensión mecánica y de la selección del material, ha sido estudiada para el empleo en ambiente doméstico, agrícola e industrial. Las conformaciones de las volutas y rodetes, caracterizadas por anchos pasos hacen que puedan ser empleadas con seguridad para bombear no solamente aguas limpias, sino también aguas con moderada carga de impurezas.

LOS ELEVADOS RENDIMIENTOS ALCANZABLES Y LA POSIBILIDAD DE EMPLEO CONTINUO O PESADO, HACEN VENTAJOSO EL EMPLEO PARA RIEGOS POR ESCURRIENTO Y POR LLUVIA, PARA TOMA DE AGUA DE LAGOS, RIOS, POZOS O PARA LOS DIFERENTES EMPLEOS INDUSTRIALES, CARACTERIZADOS POR LA NECESIDAD DE ALCANZAR CAUDALES CONSIDERABLES EN RELACION A ALTURAS MANOMETRICAS MEDIO-BAJAS.

La instalación se debe efectuar en lugares cerrados o protegidos de la intemperie.

GARANTIA: 2 AÑOS

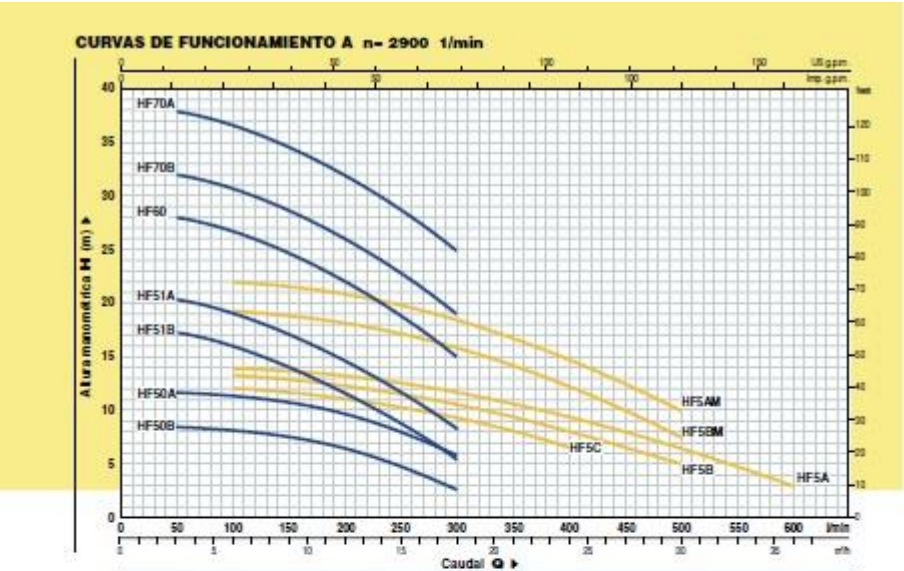
(según nuestras condiciones generales de venta).

CARACTERISTICAS DE CONSTRUCCION

- CUERPO BOMBA: en hierro fundido, con BOCAS de aspiración e impulsión roscadas gas UNI ISO 228/1.
- RODETE: EN LATON, del tipo flujo radial centrífugo.
- EJE MOTOR: en acero inoxidable AISI 430F (AISI 416 hasta a 0.55 KW).
- SELLO MECANICO en cerámica y grafito.
- MOTOR ELECTRIC: las bombas están acopladas directamente a un motor eléctrico PEDROLLO expresamente dimensionado, del tipo asíncrono de elevado rendimiento, silencioso, cerrado, con ventilación anémica, apto al funcionamiento continuado. AISLAMIENTO clase F (B hasta a 0.75 kW y 1.1 kW trifásico).
- El protector térmico (salvamoior) está incorporado en los motores monofásicos.
- Los motores trifásicos deben estar protegidos con un salvamoior exterior adecuado, por lo que se prevé una conexión conforme a las normas vigentes.
- PROTECCION: IP 44

 **PEDROLLO**

56



DATOS DE FUNCIONAMIENTO A n= 2900 1/min

MODELO BOMBA		POTENCIA		Q m³/h	Q l/min									
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	3	6	9	12	15	18	21	24	30
HFm 50B	HF 50B	0.37	0.50	H (m)	0	50	100	150	200	250	300	350	400	500
HFm 50A	HF 50A	0.55	0.75		9	8.5	8.2	7.5	6.3	4.9	2.8			
HFm 51B	HF 51B	0.60	0.85		12	11.5	11.2	10.6	9.6	8				
HFm 51A	HF 51A	0.75	1		18.2	17.2	16	14	11.5	9	5.4			
HFm 50I	HF 50I	1.1	1.5		21.2	20.2	19	17	14.5	11.6	8.4			
HFm 70B	HF 70B	1.5	2		29	28	26.5	24.5	22	18.5	15			
HFm 70A	HF 70A	2.2	3		33	32	30.5	28.5	26	22.5	19			
HFm 5C	HF 5C	0.60	0.85		59	58	56.5	54.5	50	45.5	40			
HFm 5B	HF 5B	0.75	1		12.5	—	12	11.7	11	10.2	9.2	8	6.5	
HFm 5A	HF 5A	1.1	1.5		13.7	—	13.2	13	12.5	11.8	10.5	9.2	8	5
HFm 5BM	HF 5BM	1.1	1.5		14.5	—	13.8	13.5	13.2	12.6	11.8	10.5	9.2	6.5
HFm 5AM	HF 5AM	1.5	2		20.2	—	19.2	19	18	17	16	14	12	7.5
					22.5	—	22	21.5	21	20	18.5	16.6	14.5	10

Q = CAUDAL H = ALTURAM ANOMETRICA TOTAL Tolerancia de las curvas de prestaciones según ISO 2548.

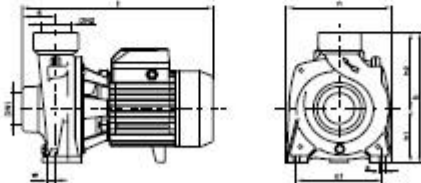


TABLA DE DIMENSIONES

MODELO BOMBA		DN1		DN2		DIMENSIONES mm									
Monofásica	Trifásica	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
HFm 50B	HF 50B	1.12"	1.12"	45	275	200	82	118	165	135	1	1	1	1	1
HFm 50A	HF 50A	1.12"	1.12"	45	282	200	82	118	165	135	1	1	1	1	1
HFm 51B-A	HF 51B-A	1.12"	1.12"	45	300	225	82	130	190	160	4	1	1	1	1
HFm 50I	HF 50I	1.12"	1.12"	48.5	347	259	114	155	215	171	12	1	1	1	1
HFm 50A	HF 50A	1.12"	1.12"	48.5	367	269	114	155	215	171	12	1	1	1	1
HFm 70B	HF 70B	1.12"	1.12"	48.5	367	269	114	155	215	171	12	1	1	1	1
HFm 70A	HF 70A	1.12"	1.12"	48.5	367	269	114	155	215	171	12	1	1	1	1
HFm 5C-A	HF 5C-A	2"	2"	51	307	228	91	147	197	160	14	1	1	1	1
HFm 5B	HF 5B	2"	2"	51	307	228	91	147	197	160	14	1	1	1	1
HFm 5AM	HF 5AM	2"	2"	51	307	228	91	147	197	160	14	1	1	1	1



TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PVC (Policloruro de vinilo)



TABLAS DIMENSIONALES (referenciales)

TUBERÍA HIDRÁULICA

Color: Celeste, Largo útil: 6,0 m. Cumple normas : NCH 399 y 1721 (fittings).

DETALLE		CLASE 4		CLASE 6		CLASE 10		CLASE 16	
REAL	NOMINAL	ESPESOR	PESO	ESPESOR	PESO	ESPESOR	PESO	ESPESOR	PESO
mm	polg	mm	Kg/10m	mm	Kg/10m	mm	Kg/10m	mm	Kg/10m
20	1/2					1,5	0,83		
25	3/4					1,5	1,05		
32	1					1,8	1,59		
40	1 1/4			1,8	2,02	2,0	2,21		
50	1 1/2			1,8	2,35	2,4	2,34		
63	2			1,8	3,43	3,0	6,22	4,3	7,86
75	2 1/2	1,8	3,93	2,2	4,78	3,0	7,47	5,6	11,54
90	3	1,8	4,94	2,2	6,23	4,3	10,23	10,2	20,90
110	4	2,2	7,12	2,2	10,07	5,3	16,03	8,2	22,85
125	4 1/2	2,5	8,10	2,7	13,32	6,0	20,54	9,2	30,69
140	5	2,8	11,33	4,1	16,39	6,7	25,75	10,4	38,58
160	6	3,2	14,87	4,7	21,33	7,7	33,75	11,8	50,32
200	8	4,0	22,94	5,8	33,29	9,6	52,76	14,9	79,26
250	10	5,0	35,31	7,3	51,84	13,0	85,50	19,6	122,24
315	12	6,2	56,39	9,2	82,50	17,2	135,68		
355	14	7,0	71,82	10,5	105,21	17,1	168,47		
400	16	8,0	91,35	11,7	132,83	19,2	212,30		

Clase: indica la presión de trabajo (Kg. / cm²) a 20°C.

TUBERÍA AGRÍCOLA

Color: Blanco, Largo útil: 6,0 m.

DETALLE		CLASE		ESPESOR	
REAL	NOMINAL	Kg/cm ²		mm	Kg/10m
mm	polg				
200	8	2,0		3	11,9
250	10	1,8		2,2	16,4

ADHESIVO VINILIT / Rendimiento Aproximado

		DIÁMETRO TUBERÍA									
NÚMERO DE UNIDADES		20	25	32	40	50	63	75	90	110	125
unidades 250cc		100	80	65	45	35	30	20	15	10	8
unidades 50cc		30	20	15	12	10	8	5	4	3	2

LUBRICANTE 1/2 LITRO / Rendimiento Aproximado

DIÁMETRO	63	75	90	110	125	140	160	200	250	315	355	400
NÚMERO DE UNIDADES	40	35	30	25	24	23	20	18	10	6	4	3

TUBERÍA SANITARIA

Color: gris y blanco, Largo útil: 6,0 m. Cumple normas: NCH 399, B15 y autorizado por Res. SENDOS N° 1434

DETALLE		ESPESOR		BLANCO		GRIS	
REAL	NOMINAL			PESO		PESO	
mm	polg	mm		kg/10m		kg/10m	
40	1 1/2	1,8		2,02		2	
50	2	1,8		2,35		2,53	
75	3	1,8		3,99		3,85	
110	4	2,2		7,04		6,96	
160	6	2,2		14,87			

TUBERÍA COLECTOR

Color: gris oscuro, Largo útil: 6,0 m. Norma en desarrollo

DETALLE	CLASE I		CLASE II	
	ESPESOR	Kg/10m	ESPESOR	Kg/10m
mm	mm		mm	
90	3,8	18,68	5,3	27,01
200	4,0	22,94	5,9	31,29
250	5,0	35,31	7,3	51,74
315	6,2	56,39	9,2	82,5
355	7,0	71,82	10,5	105,21
400	8,0	91,35	11,7	132,83

TUBERÍA CONDUIT ELÉCTRICO

Color: Naranja, Largo útil: 6,0 m. Cumple normas: NCH 397 Y 399

DETALLE		TIPO I		TIPO II		TIPO III	
REAL	NOMINAL	ESPESOR	PESO	ESPESOR	PESO	ESPESOR	PESO
mm	polg	mm	Kg/10m	mm	Kg/10m	mm	Kg/10m
16	5/8					1,4	0,60
20	3/2					1,5	0,83
25	3/4					1,5	1,05
32	1					1,8	1,54
40	1 1/4			1,8	2,02	1,9	2,21
50	1 1/2			1,8	2,35	2,4	3,34
63	2			1,9	3,43	3,0	5,22
75	2 1/2	1,8	3,93	2,2	4,78	3,6	7,47
90	3	1,8	4,94	2,7	6,90	4,3	10,72
110	4	2,2	7,12	3,2	10,07	5,3	16,03
140	5	2,8	11,33	4,1	16,39	6,7	25,75
160	6	3,2	14,87	4,7	21,33	7,7	33,75

[ANEXO 9: FICHA TÉCNICA SENSOR DE NIVEL]

CONTINUOUS LEVEL REED SWITCH—FIELD REPAIRABLE

LVR200 Series

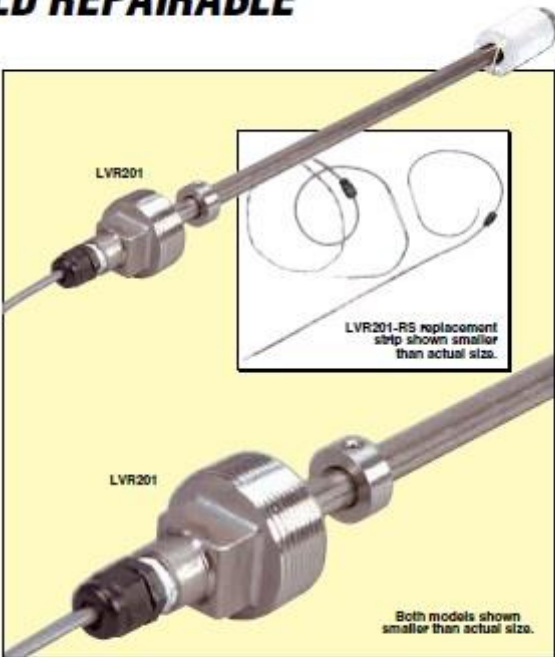


- ✓ Watertight Removable Core
- ✓ Stainless Steel Construction with Polypropylene Float
- ✓ 76.2 mm (3") Minimum Required Above Tank Level

When an application calls for a sealed tank, or the installation does not lend itself to easy removal, the LVR200 Series field-repairable continuous level switches should be considered. The entire stem and face mount can be permanently sealed to the vessel. Should replacement of the reed switches become necessary, unscrewing the top mount and removing the entire switch assembly can be accomplished without compromising the vessel's interior environment. The ability to easily remove the LVR200 Series switches from a sealed tank allows most repairs to be completed on-site. When compared to conventional liquid level switches, these field-repairable continuous level switches eliminate the need for tank depressurization and reduce the likelihood of environmental contamination.

SPECIFICATIONS

Resolution: 25.4 mm (1")
Resistive Value: 220 Ω with 220 Ω per inch, standard
Max Power: 0.125 W
Lengths: 0.4 to 1.2 m (16 to 48"), standard
Wetted Materials: 316 SS stem and fitting, polypropylene float
Mounting: 2 NPT
Polypropylene Float: 38.1 Dia. x 46.9 mm H (1.5 x 1.85")
Temperature Range: -40 to 105°C (-40 to 221°F)
Pressure Range: 6.8 bar (100 psig)
Output: 220 to 3520 Ω per inch, standard
Specific Gravity of the Float: 0.75



To Order	
Model No.	Range mm (inch)
LVR201	406 (16)
LVR202	610 (24)
LVR203	813 (32)
LVR204	914 (36)
LVR205	1067 (42)
LVR206	1219 (48)
Replacement Strip	
LVR201-RS	406 (16)
LVR202-RS	610 (24)
LVR203-RS	813 (32)
LVR204-RS	914 (36)
LVR205-RS	1067 (42)
LVR206-RS	1219 (48)

Comes complete with operator's manual.
Ordering Examples: LVR202, 610 mm (24") continuous level reed switch.
LVR206, 1219 mm (48") continuous level reed switch with LVR206-RS, replacement strip.

K

[ANEXO 10: CARACTERÍSTICAS FILTRO]

